

Державний вищий навчальний заклад
«Запорізький національний університет»
Міністерства освіти і науки України

Заснований
у 1997 р.

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого
засобу масової інформації
Серія КВ № 15436-4008 ПР
22 червня 2009 р.

Адреса редакції:
Україна, 69600,
м. Запоріжжя, МСП-41,
вул. Жуковського, 66

Телефон
для довідок:
(061) 289-12-10

Вісник

Запорізького національного університету

- Біологічні науки

№ 1, 2014

Запоріжжя 2014

Вісник Запорізького національного університету: збірник наукових праць. Біологічні науки. – Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2014. – №1. – 238 с.

Затверджено постановою президії ВАК України від 01.07.2010 №1-05/5 як наукове фахове видання в галузі «Біологічні науки», у якому можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук.

Рекомендовано до друку та поширення через мережу Internet вченою радою ЗНУ (протокол засідання № 8 від 01.04.2014 р.)

РЕДАКЦІЙНА РАДА:

Головний редактор – Омелянчик Л.О., доктор фармацевтичних наук, професор
Відповідальний редактор – Задорожня В.Ю., кандидат біологічних наук, ст. викладач

Редакційна колегія:

- | | |
|------------------------|---|
| Омелянчик Л.О. | - головний редактор,
доктор фармацевтичних наук, професор
(Запоріжжя, Україна) |
| Лях В.О. | - заступник головного редактора,
доктор біологічних наук, професор
Запорізький національний університет
(Запоріжжя, Україна) |
| Бессонова В.П. | - доктор біологічних наук, професор
Дніпропетровський національний університет
(Дніпропетровськ, Україна) |
| Бовт В.Д. | - доктор біологічних наук, професор
Запорізький національний університет
(Запоріжжя, Україна) |
| Бражко О.А. | - доктор біологічних наук, професор
Запорізький національний університет
(Запоріжжя, Україна) |
| Гусейнов Маїр Алі огли | - доктор біологічних наук, головний науковий співробітник
Інститут зоології НАН Азербайджану
(Баку, Азербайджан) |
| Домніч В.І. | - доктор біологічних наук, професор
Запорізький національний університет
(Запоріжжя, Україна) |
| Зачіняєв Я. В. | - доктор хімічних наук, доктор біологічних наук, професор
Російський державний педагогічний університет ім. А.І. Герцена
(Санкт-Петербург, Росія) |
| Колісник Н.В. | - доктор біологічних наук, професор
Запорізький національний університет
(Запоріжжя, Україна) |
| Маліков М.В. | - доктор біологічних наук, професор
Запорізький національний університет
(Запоріжжя, Україна) |
| Мицик Л.П. | - доктор біологічних наук, професор
Дніпропетровський національний університет
(Дніпропетровськ, Україна) |
| Проняєв О.А. | - доктор біологічних наук,
Російський державний аграрний заочний університет
(Балашиха, Росія). |
| Сарабєєв В.Л. | - кандидат біологічних наук, доцент
Запорізький національний університет
(Запоріжжя, Україна) |
| Сибірна Н.О. | - доктор біологічних наук, професор
Львівський національний університет ім. І. Франка
(Львів, Україна) |
| Рильський О.Ф. | - доктор біологічних наук, професор
Запорізький національний університет
(Запоріжжя, Україна) |
| Фролов О.К. | - доктор медичних наук, професор
Запорізький національний університет
(Запоріжжя, Україна) |
| Juan A. Balbuena | - doctor of biology, professor
Marine Zoology Unit Cavanilles Institute of Biodiversity and Evolutionary Biology University of Valencia
(Valencia, Spain) |

ЗМІСТ

РОЗДІЛ I. ГЕНЕТИКА, ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН ТА ПРИКЛАДНА БОТАНІКА

ВЕДМЕДЕВА К.В., ТОЛМАЧЕВ В.В., СОЛОДЕНКО А.Е.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЦЕССИВНЫХ ГЕНОВ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ
И ДНК-МАРКЕРОВ В СЕМЕНОВОДСТВЕ ПОДСОЛНЕЧНИКА 7

ВЕНГЕР А.М., ВОЛКОВА Н.Е.

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНИЙ ПОЛІМОРФІЗМ ГЕНІВ CHS2, CHS3 ТА CHS4
У СОРТІВ ХМЕЛЮ ЗВИЧАЙНОГО УКРАЇНСЬКОЇ СЕЛЕКЦІЇ 13

ТОЦКИЙ И.В., ЛЯХ В.А.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ НЕКОТОРЫХ МУТАНТНЫХ ЛИНИЙ
ПОДСОЛНЕЧНИКА КУЛЬТУРНОГО..... 21

**ШКОПИНСКИЙ Е.А., ТАЛАНКОВА-СЕРЕДА Т.Е., ГРИЦЕНКО Ю.Ю., ДОБРИДЕНЬ А.А.,
ГЕТЬМАН А.А.**

КЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ РОЗЫ ЭФИРОМАСЛИЧНОЙ (ROSA L.) IN VITRO..... 31

ЯГЛО М.Н., ПОЛЯКОВ В.А., ЛЯХ В.А.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОКРАСКИ СЕМЯН ЛЬНА С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ 39

РОЗДІЛ II. ЗООЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ ТВАРИН

ДОМНІЧ А.В., ОХРИМЕНКО С.Г., СВДУНОВИЧ І.М.

СУЧАСНИЙ СТАН ПОПУЛЯЦІЙ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЕКОЛОГІЇ ОЛЕНЯЧИХ
В УМОВАХ ВІЛЬНОГО ІСНУВАННЯ У МЕЖАХ ІНДУСТРІАЛЬНОГО м. ЗАПОРІЖЖЯ
(НА О. ХОРТИЦЯ)..... 47

КОСТЮШИН В.А., ЧЕРНИЧКО И.И., БУСЕЛ В.А.

ВЕСЕННЕ-ЛЕТНЕЕ НАСЕЛЕНИЕ ПТИЦ БЕЛЕНЬКО-РОЗУМОВСКИХ ПЛАВНЕЙ
(КАХОВСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ, ЗАПОРОЖСКАЯ ОБЛАСТЬ)..... 59

МАЦЮРА О.В., СЮХІН В.Д., ГОРЛОВ П.І., ОСАДЧІЙ В.В.

ПЕРСПЕКТИВИ РАДАРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ МІГРАЦІЙНИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ
ПТАХІВ В УКРАЇНІ..... 81

СТЕЦУЛА Н.О.

БІОТОПНІ ПРЕФЕРЕНЦІЇ МИШОПОДІБНИХ ГРИЗУНІВ НА ТЕРИТОРІЇ
НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ “СКОЛІВСЬКІ БЕСКИДИ” 99

ТАИРОВ Э.Х.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ МАЛОГО
ГЫЗЫЛАГАЧСКОГО ЗАЛИВА КАСПИЙСКОГО МОРЯ..... 106

РОЗДІЛ III. ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ ТА ТВАРИН

АМЖАД ХАМДАЛЛАХ, ДАВЫДОВ В.В.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОДУКТОВ СВОБОДНОРАДИКАЛЬНОГО ОКИСЛЕНИЯ
В СУБКЛЕТОЧНЫХ ФРАКЦИЯХ СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЫ КРЫС РАЗНОГО ВОЗРАСТА 116

ЄЩЕНКО Ю.В., КУЧКОВСЬКИЙ О.М., БОВТ В.Д., БОНДАРЮК О.А., ОМЕЛЬЯНЧИК В.М.

НАДНИРНИКИ ЯК ЕФЕКТОР СТРЕСУ ТА ЇХ ВПЛИВ НА МЕТАЛОЛІГАНДНИЙ
ГОМЕОСТАЗ..... 123

KOVALYOVA A.V., SHKOPINSKII E.A., *KIVENKO V.V., DYOMIN A.N.

THE COMPLEX ANALYSIS OF PULSE LOW-FREQUENCY ELECTRIC CURRENT INFLUENCE ON ORGANISM FUNCTIONAL CONDITION IN TRAINED AND UNTRAINED YOUNG PEOPLE IN CONDITIONS OF PHYSICAL REST..... 133

КОЦАН І.Я., МЕЛЬНИЧУК О.А., МОТУЗЮК О.П.

ЗМІНА СИЛИ СКОРОЧЕННЯ ІШЕМІЇЗОВАНОГО М. GASTROCNEMIUS (CAP. MED.) У АЛКОГОЛІЗОВАНИХ ЩУРІВ ПІД ЧАС ПРОГРЕСИВНОЇ НИЗЬКОЧАСТОТНОЇ М'ЯЗОВОЇ ВТОМИ..... 144

РОЗДІЛ IV. ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА ПРИРОДИ

ВІНІЧУК М.М.

НАКОПИЧЕННЯ РАДІОЦЕЗІЮ МАКРОМІЦЕТАМИ ЛІСОБОЛОТНИХ ЕКОСИСТЕМ..... 155

ВІНІЧУК М.М.

РАДІОЕКЛОГІЧНІ ФУНКЦІЇ АРБУСКУЛЯРНИХ МІКОРИЗНИХ ГРИБІВ..... 164

КОЛОМІЙЧУК В.П., МЕЛЕЖИК О.В.

СИНТАКСОНОМІЯ РОСЛИННОСТІ ЗСУВНИХ БЕРЕГІВ АЗОВСЬКОГО МОРЯ..... 173

КОНСТАНТИНЕНКО Л. А.

ОЦІНКА ІНТЕНСИВНОСТІ ЖИВЛЕННЯ КРУГОВІЙЧАСТИХ ІНФУЗОРІЙ (CILIOPHORA, PERITRICHIA) ОЧИСНИХ СПОРУД..... 182

СКЛЯР В.Г.

ОНТОГЕНЕТИЧНИЙ РОЗВИТОК ДУБА ЗВИЧАЙНОГО В РІЗНИХ ЛІСОВИХ ФІТОЦЕНОЗАХ НОВГОРОД-СІБЕРСЬКОГО ПОЛІССЯ..... 190

ТЕРЛИГА Н.С., ФЕДОРОВСЬКИЙ В. Д., ЮХИМЕНКО Ю.С., ДАНИЛЬЧУК О.В., ДАНИЛЬЧУК Н.М., ЛАПТЄВА О.В.

БОТАНІКО-ГЕОГРАФІЧНИЙ АНАЛІЗ І ЧАСТОТА ТРАПЛЯННЯ ВИДІВ ДЕРЕВНО-ЧАГАРНИКОВОЇ РОСЛИННОСТІ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ КРИВОГО РОГУ..... 200

РОЗДІЛ V. БІООРГАНІЧНА ХІМІЯ ТА БАР

PETRUSHA YU.YU.

SYNTHESIS AND TOXICITY OF DI-NA-SALT OF 2-(PYRIDINE-4-ILTIO)SUCCINIC ACID 211

РОЗДІЛ VI. МІКРОБІОЛОГІЯ

KRUPEY K.S., RYLSKY A.F., PLOTNIKOVA K.

INFLUENCE OF HEAVY METALS ON THE PIGMENT SYNTHESIZING ACTIVITY OF THE YEASTS RHODOTORULA GLUTINIS 1333 O. 217

МАНГУРЕНКО О. И., ФИЛИППОВА Е.Н., ЕГОРОВА С.В., ЛИЩЕНКО Т.Н.

АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ ДОМИНИРУЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ В ЗАПОРОЖСКОЙ БОЛЬНИЦЕ СКОРОЙ ПОМОЩИ..... 225

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ У “ВІСНИК ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ” ЗА ФАХОМ “БІОЛОГІЧНІ НАУКИ”..... 234

CONTENCE

SECTION I. GENETICS, PLANT PHYSIOLOGY AND APPLIED BOTANY

VEDMEDEVA K.V., TOLMACHEV V.V., SOLODENKO A.E.	
<i>USEING RECESSIVE GENES OF MORPHOLOGICAL CHARACTERS AND DNA MARKERS IN SUNFLOWER SEED FARMING</i>	7
VENGER A. M., VOLKOVA N. E.	
<i>MOLECULAR-GENETIC POLYMORPHISM OF CHS2, CHS3 AND CHS4 GENES IN HOP UKRAINIAN VARIETIES</i>	13
TOTSKY I.V., LYAKH V.A.	
<i>DETERMINATION OF DROUGHT RESISTANCE OF SOME MUTANT LINES IN CULTIVATED SUNFLOWER</i>	21
SHKOPINSKII E.A., TALANKOVA-SEREDA T.E., GRITSENKO Y.Y., DOBRIDEN A.A., GETMAN A.A.	
<i>MICROCLONAL PROPAGATION OF ESSENTIAL OIL-ROSE (ROSA L.) IN VITRO</i>	31
YAGLO M.N., POLYAKOV V.A., LYAKH V.A.	
<i>CHARACTERISING FLAX SEED COLORATION USING MODERN INSTRUMENTAL TECHNOLOGIES</i>	39

SECTION II. ZOOLOGY AND ANIMAL ECOLOGY

DOMNICH A.V., OKHRYMENKO S.G., SVIDUNOVICH I.M.	
<i>MODERN STATE OF POPULATIONS AND PECULIARITIES OF CERVIDAE ECOLOGY UNDER THE FREE-WILLING CONDITIONS IN THE INDUSTRIAL CITY OF ZAPORIZHZHIA (ON THE TERRITORY OF KHORTYTSIA ISLAND)</i>	47
KOSTIUSHYN V.A., CHERNICHKO I.I., BUSEL V.A.	
<i>AVIFAUNA OF BILENKO- RAZUMOVSKIE PLAVNI (KAKHOVSKOE WATER RESERVOIR, ZAPOROZHSKAYA OBLAST) IN SPRING - SUMMER SEASON</i>	59
MATSYURA O.V., SIOKHIN V.D., GORLOV P.I., OSADCHIY V.V.	
<i>POTENTIALS OF RADAR RESEARCH OF BIRD MIGRATION IN UKRAINE</i>	81
STETSULA N.O.	
<i>BIOTOPE PREFERENCES OF MOUSE-LIKE RODENTS ON THE TERRITORY OF THE NATONAL PARK "SKOLIVSKI BESKYDY"</i>	99
TAIROV E.H.	
<i>BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF COMMERCIAL FISHES OF THE SMALL GIZILAGACH BAY OF THE CASPIAN SEA</i>	106

SECTION III. HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

AMJAD HAMDALLAH, DAVYDOV V.V.	
<i>FREE RADICAL OXIDATION PRODUCTS CONTENT IN SUBCELLULAR FRACTIONS OF SKELETAL MUSCLE OF RATS DIFFERENT AGES</i>	116
ESHCHENKO YU.V., KUCHKOVSKY O.M., BOVT V.D., BONDARUYK O.A., OMELJANCHIK V.M.	
<i>SUPRARENAL GLANDS AS THE EFECTOR OF STRESS-REACTION AND THEIR INFLUENCE ON METALLOLIGAND HOMOEOSTASIS</i>	123

KOVALYOVA A.V., SHKOPINSKII E.A., KIVENKO V.V., DYOMIN A.N.

THE COMPLEX ANALYSIS OF PULSE LOW-FREQUENCY ELECTRIC CURRENT INFLUENCE ON ORGANISM FUNCTIONAL CONDITION IN TRAINED AND UNTRAINED YOUNG PEOPLE IN CONDITIONS OF PHYSICAL REST..... 133

KOTSAN I. YA., MELNYCHUK O. A., MOTUZIUK A. P.

FORCE PRODUCTION CHANGE OF ISCHEMIC M. GASTROCNEMIUS (CAP. MED.) IN ALCOHOL INTOXICATED RATS DURING PROGRESSIVE LOW-FREQUENCY MUSCLE FATIGUE..... 144

SECTION IV. ECOLOGY AND CONSERVANCY

VINICHUK M.M.

UPTAKE OF RADIOCESIUM BY MACROMYCETES IN BOG, PINE SWAMP AND FOREST 155

VINICHUK M.M.

RADIOECOLOGICAL FUNCTIONS OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI 164

KOLOMIYCHUK V. P., MELEZHUK O. V.

VEGETATION SYNTAXONOMY OF THE SEA OF AZOV LANDSLIDE COASTS..... 173

KONSTANTYNENKO L.A.

THE EVALUATION OF THE PERITRICHIA (CILIOPHORA, PERITRICHIA) NUTRITION RATE IN THE SEWAGE TREATMENT PLANT 182

SKLIAR V.G.

ONTOGENETIC DEVELOPMENT OF QUERCUS ROBUR IN DIFFERENT FOREST PHYTOCENOSES OF NOVGOROD-SIVERS'K POLISSIA 190

TERLYGA N.S., FEDOROVSKII V. D., YUKHIMENKO YU.S., DANIL'CHUKA.V., DANIL'CHUK N.M., LAPTEVA O.V.

BOTANICAL AND GEOGRAPHICAL ANALYSIS AND OCCURRENCE FREQUENCY OF SPECIES OF ARBOREAL AND SHRUBBERY GREEN PLANTATIONS OF KRYVYI RIG..... 200

SECTION V. BIOLOGICAL CHEMISTRY AND BIOACTIVE SUBSTANCES (BAS)

PETRUSHA YU.YU.

SYNTHESIS AND TOXICITY OF DI-NA-SALT OF 2-(PYRIDINE-4-ILTIO)SUCCINIC ACID 211

SECTION VI. MICROBIOLOGY

KRUPEY K.S., RYLSKY A.F., PLOTNIKOVA K.

INFLUENCE OF HEAVY METALS ON THE PIGMENT SYNTHESIZING ACTIVITY OF THE YEASTS RHODOTORULA GLUTINIS 1333 217

MANGURENKO O.I., FILIPPOVA E.N., EGOROVA S.V., LISCHENKO T.N.

RESISTANCE TO ANTIBIOTICS AND DOMINANT MICROORGANISMS IN ZAPOROZHYE CLINICAL HOSPITAL OF EMERGENCY AND CRITICAL CARE MEDICINE 225

REQUIREMENTS FOR THE ARTICLES TO THE "VISNYK OF ZAPORIZHZHYA STATE UNIVERSITY" ON SPECIALITY BIOLOGICAL SCIENCES 234

РОЗДІЛ І. ГЕНЕТИКА, ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН ТА ПРИКЛАДНА БОТАНІКА

УДК 631.524.7:633.854.78

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЦЕССИВНЫХ ГЕНОВ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ И ДНК-МАРКЕРОВ В СЕМЕНОВОДСТВЕ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Ведмедева К.В., Толмачев В.В., *Солоденко А.Е.

Институт масличных культур НААН

*70417, Украина, Запорожская область, Запорожский район, с. Солнечное
ул. Весенняя, 1*

**Селекционно-генетический институт – Национальный центр
семеноведения и сортоизучения*

65036, Украина, Одесса, Овидиопольская дорога, 3

vedmedeva_k@mail.ru

Показан спектр разнообразия морфологических маркерных признаков подсолнечника. Рассмотрена проблема маркирования генотипов подсолнечника рецессивными генами с морфологическим проявлением и микросателитов ДНК (SSR). Предложен набор морфологических маркеров и микросателитов ДНК для маркирования селекционных линий. Приводится список генов морфологических маркерных признаков подсолнечника. Обсуждается использование морфологических маркеров в практике семеноводства подсолнечника.

Ключевые слова: микросателитный локус, рецессивный ген, электрофорез.

ВИКОРИСТАННЯ РЕЦЕСИВНИХ ГЕНІВ МОРФОЛОГІЧНИХ ОЗНАК І ДНК-МАРКЕРІВ У НАСІННИЦТВІ СОНЯШНИКА

Ведмедева К.В., Толмачев В.В., *Солоденко А.Е.

Институт олійних культур НААН

70417, Україна, Запорізька область, Запорізький район, с. Сонячне, вул. Весняна, 1

**Селекційно-генетичний інститут - Національний центр насіннезнавства та сортовивчення*

65036, Україна, Одеса, Овідіопольська дорога, 3

vedmedeva_k@mail.ru

Показаний спектр різноманітності морфологічних маркерних ознак соняшника. Розглянуто проблему маркування генотипів соняшника рецесивними генами з морфологічним проявом і микросателітів ДНК (SSR). Запропоновано набір морфологічних маркерів і микросателітів ДНК для маркування селекційних ліній. Наводиться список генів морфологічних маркерних ознак соняшника. Обговорюється використання морфологічних маркерів у практиці насінництва соняшника.

Ключові слова: микросателітний локус, рецесивний ген, електрофорез.

USEING RECESSIVE GENES OF MORPHOLOGICAL CHARACTERS AND DNA MARKERS IN SUNFLOWER SEED FARMING

Vedmedeva K.V., Tolmachev V.V., *Solodenko A.E.

Institute of Oil Crops NAAS,

70417, Ukraine, Zaporozhye, Solnechnyy, st.Institutskaya, 1

**Plant Breeding and Genetics Institute - National Center of Seed and sortoizucheniya,*

65036, Ukraine, Odessa, Ovidiopskaya doroga, 3

vedmedeva_k@mail.ru

Particular genetics of sunflower is studied worse than genetics of some other crops. Until recently genetic maps of higher plants were mostly based on morphological and biochemical sings. Now these maps are being filled up rapidly with the DNA markers with the help of new molecular methods such as analysis of the

products of PSR (polymerase sequence repeat) and SSR (simple sequence repeats) that helps to get stable codominant markers as long as any part of the plant including seed is being used.

The aim of our research was to find recessive genes of morphological sings and DNA markers of sunflower that were effective for purity control in the different stages of seed-growing of this crop.

Breeding lines and species of basic sunflower collection and genetical collection of sunflower of the Institute of oilseed crops were taken as the material for the research .

It was carried out the study of the genetical polymorphism on the little group of the selection valuable lines from basic collection. The method of microsatellite DNA amplification was used.

Marking of hybrid parent lines with monogenic recessive morphological sings is important and even critical condition for genetic purity control of the lines from our point of view. The main requirements for the sings that are used as markers are clear visual distinguishability, the manifestation before or at the beginning of the flowering, the absence of negative pleiotropic effect on economically valuable sings, the full penetrance, zero or little modification variability. The long-term observation of collection species and their study allowed to make the base of biometrical changes and phenological observations of sunflower lines.

Unfortunately, nowadays monogenic recessive markers are not used nearly at all in the breeding process.

In the same time ability for using heteromorphous morphological sings as markers are limited because of the ones' lack. Reliability improvement of the identification of breeding species and providing genetic purity control of inbreeding lines and hybrid level is possible within DNA markers use.

Our experience of practical seed-growing of parent lines of commercial sunflower hybrids allows to state that the combination of molecular genetical markers and genes of morphological sings markers allows high reliability genetical purity control of parent lines and providing commercial genotypes identity for copyright protection.

Amplification profiles of microsatellite DNA of five sunflower lines from the Institute of the oilseed crops (ZL-22, ZL -102, ZL -103, ZL -165, ZL -169) on 8 loci (ORS78, ORS509, ORS595, ORS815, ORS3, ORS4; Na1796 , Na1608) were studied In the Southern biotechnological centre of NAAS. At the beginning stage individual plants sample was analysed to determine genetic purity. Three microsatellite loci showed investigated lines polymorphism.

Each genotype has its unique allele combination that allows to write down identification genotype formula that includes information of loci and according alleles. To differentiate a line from the set one should only study three polymorphous loci.

To get identification formula able to differ investigated genotype from wide set of world breeding forms the number of analysed microsatellite loci should be increased up to 15-20.

The DNA-typing allows us to determine lot quality of seed before sowing and to cull those do not agree with typical and hybrid level. The molecular genetic markers to a high accuracy marking genotype could be effectively used for genetic purity control in lines reproduction nursery and in progeny evaluation nursery.

The problem of marking sunflower genotypes using received data could be solved by using at least 13 recessive genes of morphological sings and 8 microsatellite DNA.

Complex use of recessive morphological sings and sunflower DNA markers allows increasing objectivity of identity value of breeding material and effectiveness of different stages of seed growing.

Key words: microsatellite locus, recessive gene, electrophoresis.

ВВЕДЕНИЕ

Частная генетика подсолнечника изучена недостаточно в сравнении с генетикой некоторых других культур (например, гороха, кукурузы, сои, томатов) [1, 2].

До недавнего времени генетические карты высших растений были основаны почти исключительно на морфологических и биохимических признаках. Эти карты быстро дополняются на основе ДНК маркеров, с помощью новых молекулярных методов [3].

Анализ продуктов полимеразной цепной реакции (ПЦР) является одним из наиболее оптимальных по временным и материальным затратам методов оценки молекулярно-генетического полиморфизма. Возможность программируемого контроля реакции и оперирования большим количеством образцов позволяет проводить анализ разнообразного селекционного материала. Исследование микросателлитной ДНК (SSR - simple sequence repeats) позволяет получать стабильные кодоминантные маркеры при условии использования любой части растения, в том числе и семянки. Набор аллелей SSR-локусам является уникальной характеристикой генотипов подсолнечника, что дает возможность записать для каждого из них идентификационную формулу [4], дифференцировать генотипы селекции основных центров создания генетического материала этой культуры в Украине, определять типичность инбредных линий и уровень гибридности простых гибридов [5].

Аргентинские ученые изолировали и охарактеризовали 170 полиморфных микросателлитных локусов ДНК-подсолнечника [6]. Эти работы позволили установить частоту нахождения различных локусов в геноме подсолнечника и использовать их для идентификации генотипов [7]. Коллективом ученых ВНИИМК был проведен кластерный анализ по 9 SSR локусам и паспортизованы 17 инбредных линий подсолнечника [8].

Целью нашего исследования является поиск рецессивных генов морфологических признаков и ДНК маркеров подсолнечника, эффективных для контроля генетической чистоты на различных этапах семеноводства этой культуры.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом для изучения служили селекционные линии и образцы базовой коллекции подсолнечника и генетической коллекции подсолнечника Института масличных культур НААН. Генетическая коллекция зарегистрирована в Национальном центре генетических ресурсов растений Украины (св-во №43), включает 71 образец из 12 стран. Базовая коллекция зарегистрирована совместно с Институтом растениеводства им. В.Я. Юрьева (св-во №58), включает 1091 образец из 18 стран.

Методами работы с коллекцией являются: анализ многолетних наблюдений над отдельными образцами и признаками, а также генетический анализ наследования отдельных признаков. В данном исследовании обобщена информация о наследовании потенциальных маркерных признаков в отдельных линиях. Сформирована коллекция линий доноров морфологических маркерных признаков.

На небольшой группе селекционно-ценных линий, включенных в базовую коллекцию, проведено изучение генетического полиморфизма. Использовали метод амплификации микросателлитной ДНК.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Маркирование родительских линий гибридов моногенными рецессивными морфологическими признаками является, на наш взгляд, важным и даже решающим условием контроля генетической чистоты линий при неизбежных нарушениях норм пространственной изоляции из-за насыщенности севооборотов при современной системе растениеводства посевами товарного подсолнечника. В практике семеноводства линий и гибридов подсолнечника моногенные морфологические признаки незаменимы для контроля генетической чистоты при размножении линии на больших (десятки гектаров) площадях, а также в работе с большими (десятки тонн) объемами семян. Кроме того, они эффективны для контроля чистоты линий на участках гибридизации и обеспечения 100%-гибридности полученных семян. Основными требованиями, предъявляемыми к признакам как маркерам, являются: четкая визуальная отличимость, проявление до цветения или в начале фазы цветения, отсутствие отрицательного плейотропного влияния на хозяйственно-ценные признаки, 100% пенетрантность, отсутствие или незначительная модификационная изменчивость. Многолетнее наблюдение за коллекционными образцами и их изучение позволило создать базу данных биометрических измерений и фенологических наблюдений за линиями подсолнечника. Результаты генетической работы с наследованием отдельных признаков также были обобщены и указаны в зарегистрированной в Национальном центре генетических ресурсов растений Украины генетической коллекции. Перечень генов морфологических признаков и линий их источников приведен в таблице 1.

В настоящее время, к сожалению, моногенные рецессивные маркеры практически не используются в селекционном процессе. Например, среди всех гибридов оригинальной украинской селекции рецессивными морфологическими признаками маркированы: отцовская форма гибридов Запорожский 26 и Запорожский 28 (ген лимонной окраски язычковых цветков), материнская форма гибрида Смак (оранжевая окраска язычковых цветков), а также отцовская форма высокоолеинового гибрида Одор (ген оранжевой окраски

язычковых цветков). Линии одесской селекции ОД973, Од2080 имеют хорошо отличимую светло-желтую окраску язычковых цветков.

Таблица 1 - Коллекция доноров моногенных морфологических маркерных признаков подсолнечника

Название признака	Ген (обозначение)	Источник (образец, линия)	Авторы публикаций
Признаки, влияющие на весь морфотип растения			
Светло-коричневая окраска листьев	<i>lb</i>	I _n K-3159	Ведмедева Е.В., Толмачёв В.В., 1999
Желтая точка роста	<i>y</i>	I _n LK-254	<i>E.A.Hockett, P F Knowles</i> , 1970
Признаки листа и стебля			
Белеющие нижние листья	<i>wl</i>	Сл-1260	Ведмедева Е.В., Толмачёв В.В., 1999
Деградация верхушки листовой пластинки	<i>rtl</i>	К-2238	Ведмедева Е.В., Толмачёв В.В., 1999
Ложкообразная листовая пластинка	<i>sp</i>	К1907	Kovacek, 1980
Выросты листовой пластинки на черешке	<i>dl</i>	Сл2371	Демури́н Я.Н., Толмачёв В.В., 1986
Желтый стебель	<i>ys</i>	ЛГ-4	Бочкарёв Н.И. и др., 1991
Эректоидный черешок	<i>er</i>	К-562	Стоянова И., Петров П., Иванов П., 1985
Признаки обертки корзинки			
Рассечённые листочки обёртки	<i>slb</i>	Сл-2290	Толмачёв В.В., 1998
Признаки, обнаруживаемые во время цветения			
Лимонные краевые цветки	<i>l</i>	LD831	Koccerell 1912
	<i>l₁</i>	ВК-404	Першин А.Ф., 1996
Светло-желтые краевые цветки	<i>ly</i>	ВА-1Б	Толмачёв В.В., 1991
Абрикосовые краевые цветки	<i>ap</i>	КГ-13	Толмачёв В.В., 1991
Оранжевые краевые цветки	<i>o</i>	ВИР-130	<i>M.L.Kinman</i> 1964, <i>Leclerk P</i> , 1968

В то же время возможности использования генов гетероморфных морфологических признаков в качестве маркерных вследствие их относительной малочисленности ограничены. Повышение надежности идентификации селекционных образцов, осуществление контроля генетической чистоты инбредных линий и уровня гибридности возможно при использовании ДНК-маркеров.

Наш опыт практического семеноводства родительских линий коммерческих гибридов подсолнечника позволяет утверждать, что сочетание в использовании молекулярно-генетических маркеров и генов маркерных морфологических признаков дает возможность с высокой надежностью контролировать генетическую чистоту родительских линий. Исследование молекулярно-генетического полиморфизма определенных локусов генома позволит осуществлять идентификацию коммерческих генотипов с целью защиты авторских прав, определения уровня типичности и гибридности.

В Южном биотехнологическом центре НААН исследовали профили амплификации микросателлитной ДНК пяти линий подсолнечника селекции Института масличных культур (ЗЛ-22, ЗЛ-102, ЗЛ-103, ЗЛ-165, ЗЛ-169) по 8 локусам (ORS78, ORS509, ORS595, ORS815, ORS3, ORS4; Ha1796, Ha1608). Для определения генетической чистоты линий на начальном этапе анализировали выборку индивидуальных растений. Три микросателлитных локуса выявили полиморфизм исследуемых линий (табл. 2).

Таблица 2 - Генотипы линий по микросателлитным локусам

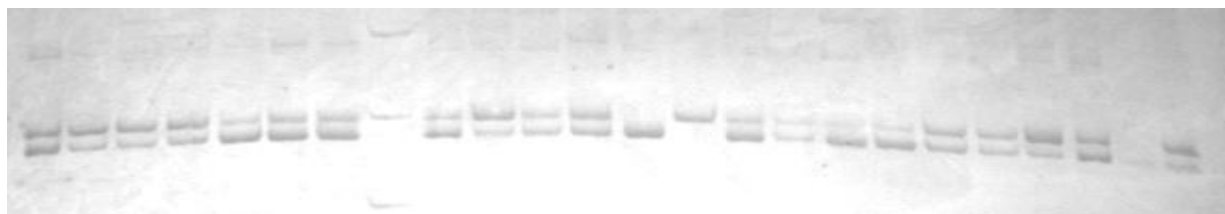
Линия	Аллели , п.н. (код локуса)							
	ORS78 (A)	ORS509 (B)	ORS595 (C)	ORS815 (D)	ORS3 (E)	ORS4 (F)	Ha1796 (G)	Ha1608 (H)
ЗЛ-22	156	202	179	181	232	157	235	172
ЗЛ-102	156	202	143	181	232	157	235	169
ЗЛ-103	156	196	179	181	232	157	235	169
ЗЛ-165	156	196	143	181	232	157	235	175
ЗЛ-169	156	199	179	181	232	157	235	169

Каждый генотип имеет уникальное сочетание аллелей, что позволяет записать идентификационную формулу генотипа, включающую информацию о локусах и соответствующих им аллелях. Для дифференциации любой линии из проанализированного набора линий достаточно провести исследование трёх полиморфных локусов (табл. 3).

Таблица 3 - Идентификационные формулы исследованных линий

ЗЛ-22	$B_{202}C_{179}H_{172}$
ЗЛ-102	$B_{202}C_{143}H_{169}$
ЗЛ-105	$B_{196}C_{179}H_{169}$
ЗЛ-165	$B_{196}C_{143}H_{175}$
ЗЛ-169	$B_{199}C_{179}H_{169}$

Для получения идентификационных формул, способных дифференцировать исследуемый генотип из расширенного набора форм мировой селекции, количество анализируемых микросателлитных локусов необходимо увеличить до 15 - 20. Сравнение амплификационных спектров индивидуальных растений (или семян) инбредной линии по ряду микросателлитных локусов позволяет судить о ее гомозиготности. При наличии полиморфизма между родительскими формами, спектр гибрида F1 объединяет оба родительских аллеля (рис. 1). Сравнительный анализ электрофоретических спектров родителей и выборки (порядка 100 образцов) семян гибрида, позволяет быстро и точно определить процент гибридных семян, т.е. установить уровень гибридности в данной партии семян.



1 2 3 4 5 6 7 M 8 9 10 11 P1 P2 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21

Рис. 1. Электрофореграмма продуктов амплификации ДНК родительских форм (P1, P2) и индивидуальных растений гибрида F₁ (1 - 21) по микросателлитному локусу *ORS815*. М – маркер молекулярного размера фрагментов.

Для этого достаточно провести анализ по нескольким, полиморфным для родительских линий, микросателлитным локусам. Для идентификации гибрида, т.е. установления его происхождения от определенных линий, необходимо исследовать семена по всем локусам - определить их соответствие идентификационной формуле данного гибрида.

ДНК-типирование позволит до посева определить качество партий семян, отбраковать семена, не соответствующие нормам уровня типичности и гибридности. Молекулярно-генетические маркеры, с высокой точностью маркирующие генотип, могут быть эффективно использованы для контроля генетической чистоты в питомнике размножения линий, а также в питомнике оценки потомств линий.

Гены-маркеры, эффект которых проявляется на уровне организма, в частности, гены отдельных морфологических признаков эффективны для контроля генетической чистоты при размножении линий (на этапах получения элиты и первой репродукции) и, что чрезвычайно важно, на участках гибридизации.

Сейчас для внесения в Реестр сортов растений Украины указывается минимальное морфологическое описание, но требуется наличие морфологических особенностей. Пока количество этих особенностей минимально. В будущем скорее всего это требование будет более жестким с точки зрения морфологии и обязательным будет использование молекулярных генетических маркеров. Объединение этих показателей в будущем сможет дать действительную защиту прав интеллектуальной собственности селекционера, полную уверенность в чистоте семенного материала и качестве семеноводческого процесса.

ВЫВОДЫ

1. Показан спектр разнообразия морфологических маркерных признаков и микросателлитных локусов ДНК подсолнечника.
2. Проблема маркирования генотипов подсолнечника в данный момент может быть решена использованием по меньшей мере 13 рецессивных генов морфологических признаков и 8 микросателлитов ДНК.
3. Комплексное использование генов рецессивных морфологических признаков и ДНК-маркеров подсолнечника позволит увеличить объективность идентификационной оценки селекционного материала и эффективность разных этапов семеноводческой работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаврилова В.А. Генетика культурных растений. Подсолнечник / В.А.Гаврилова, И.Н. Анисимова. – СПб: ВИЗР, 2003. – 209 с.
2. Коновалов Ф.А. Картирование и молекулярно-генетический анализ генов гороха (*Pisum sativum* L.): автореф. дис. на соискание науч. степени. канд. биол. наук : спец. 03.00.15 «Генетика»/ Ин-т общ. генетики им. Н.И. Вавилова РАН. – М., 2006. – 20 с.
3. Knapp S.I. Genetic mapping in sunflowers DNA / S.I.Knapp, S.T.Berry L.H Rieseberg // Based Markers in Plants. – Kluwer Academic Publishers Printed in the Netherlands. – 2001. –

P.111-125.

4. Саналатий А.В. Идентификация генотипов подсолнечника украинской селекции при помощи SSRP-анализа / А.В. Саналатий, А.Е. Солоденко, Ю.М. Сиволап // Цитология и генетика. – 2006. – Т. 40, № 4. – С.31-37
5. Солоденко А.Е. Идентификация генотипов подсолнечника с помощью микросателлитных маркеров / А.В. Солоденко, А.В. Саналатий, Ю.М. Сиволап // Цитология и генетика. – 2004. – Т. 38. № 2. – С.15-19.
6. Microsatellite isolation and characterization in sunflower (*Helianthus annuus* L.) / [Paniego N., Eschaide M., Munoz M., at.al] // Genome. – 2002. – №.45. – P.34-43.
7. Solodenko A. Genotyping of *Helianthus* based on microsatellite sequences / A.Solodenko, Y.Sivolap // Helia. – 2005. – Nr.42. – P.19-26.
8. Микросателитные локусы как маркеры для идентификации и сертификации линий и гибридов подсолнечника селекции ВНИИМК / С.З. Гучетель, Т.А. Челюстникова, Т.С. Антонова, С.А. Рамзанова // Масличные культуры. Научно-технический бюлетень ВНИИМК. – 2007. – Вып. 2 (137). – С.27-32.

REFERENCES

1. Gavrilova V.A. Genetika kulturnykh rasteniy. Podsolnechnik. / V.A. Gavrilova, I.N. Anisimova – SPb: VIZR, 2003. – 209 s.
2. Konovalov F.A. Kartirovanie i molekulyarno-geneticheskiy analiz genov gorokha (*Pisum sativum* L.): avtoref. dis. na soiskanie nauch. stepeni kand. biol. nauk : spets. 03.00.15 «Genetika»/ Institut obshch. genetiki im. N.I. Vavilova RAN. – M., 2006. - 20 s.
3. Knapp S.I. Genetic mapping in sunflowers DNA / S.I.Knapp, S.T.Berry L.H Rieseberg // Based Markers in Plants.– Kluwer Academic Publishers Printed in the Netherlands. – 2001. – P.111-125.
4. Sanalatiy A.V. Identifikatsiya genotipov podsolnechnika ukrainskoy selektsiy pri pomoshchi SSRP-analiza / A.V. Sanalatiy, A.E. Solodenko, Yu.M. Sivolap // Tsitologiya i genetika. – 2006. – Т. 40, № 4. – S.31-37
5. Solodenko A.E. Identifikatsiya genotipov podsolnechnika s pomoshchyu mikrosatelitnykh markerov / A.E. Solodenko, A.V. Sanalatiy, Yu.M. Sivolap // Tsitologiya i genetika. - 2004.- Т. 38. № 2. - S.15-19.
6. Microsatellite isolation and characterization in sunflower (*Helianthus annuus* L.) / [Paniego N., Eschaide M., Munoz M., at.al] // Genome. – 2002. – №.45. – P.34-43.
7. Solodenko A. Genotyping of *Helianthus* based on microsatellite sequences / A.Solodenko, Y.Sivolap // Helia. – 2005. – Nr.42. – P.19-26.
8. Mikrosatelitnye lokusy kak marker dlya identifikatsiy i sertifikatsiy liniy i gibridov podsolnechnika selektsiy VNIIMK / S.Z. Guchetel, T.A. Chelyustnikova, T.S. Antonova, S.A. Ramazanova // Maslichnye kultury. Nauchno- tekhnicheskii byuleten VNIIMK. – 2007. – Вып. 2 (137). – S.27-32.

УДК 633.791:575.113

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНИЙ ПОЛІМОРФІЗМ ГЕНІВ *CHS2*, *CHS3* ТА *CHS4* У СОРТІВ ХМЕЛЮ ЗВИЧАЙНОГО УКРАЇНСЬКОЇ СЕЛЕКЦІЇ

Венгер А. М., Волкова Н. Е.

Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення
65036, Україна, Одеса, вул. Овідіопольська дорога, 3

venger87@ukr.net

Молекулярно-генетичними методами визначено поліморфізм генів *chs2*, *chs3* та *chs4*, що кодують халконсинтази 2-4 хмеля звичайного в сортів української селекції в регіонах інтронів.

Біоінформатичними методами визначено поліморфізм цих генів у нуклеотидних послідовностей із Національного центру біотехнологічної інформації. Проведено анотацію генів *chs2*, *chs3* та *chs4* хмелю звичайного. Встановлено рівень поліморфізму цих генів у вибірці сортів хмелю звичайного української селекції. Проведений порівняльний аналіз рівня поліморфізму цих генів у сортів хмелю звичайного української селекції та інших виборок сортів світової колекції.

Ключові слова: хміль звичайний, халконсинтази, поліморфізм, *chs2*, *chs3* та *chs4* гени.

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНОВ *CHS2*, *CHS3* И *CHS4* У СОРТОВ ХМЕЛЯ ОБЫЧНОГО УКРАИНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

Венгер А. М., Волкова Н. Е.

Селекционно-генетический институт – Национальный центр семеноведения и сортоизучения

65036, Украина, Одесса, ул. Овидиопольская дорога, 3

venger87@ukr.net

Молекулярно-генетическими методами определен полиморфизм генов *chs2*, *chs3* и *chs4*, которые кодируют халконсинтазы 2-4 хмеля обыкновенного у сортов украинской селекции в регионах интронов. Биоинформатическими методами определен полиморфизм данных генов у нуклеотидных последовательностей из Национального центра биотехнологической информации. Проведена аннотация генов *chs2*, *chs3* и *chs4* хмеля обыкновенного. Определен уровень полиморфизма данных генов в выборке сортов хмеля обыкновенного украинской селекции. Проведен сравнительный анализ степени полиморфизма данных генов у сортов хмеля обыкновенного украинской селекции и других виборок сортов мировой селекции.

Ключевые слова: хмель обыкновенный, халконсинтазы, полиморфизм, *chs2*, *chs3* и *chs4* гены.

MOLECULAR-GENETIC POLYMORPHISM OF *CHS2*, *CHS3* AND *CHS4* GENES IN HOP UKRAINIAN VARIETIES

Venger A. M., Volkova N. E.

Plant-breeding and genetics Institute;

Ukraine, 65036, Odessa, Ovidiopol's'ka doroga Str., 3

venger87@ukr.net

Hop (*Humulus lupulus* L.) is a dioecious perennial climbing plant from *Cannabaceae* family. The primary commercial application of the hop plant has historically been in the beer brewing industry. Also, there is potential to develop new hop products, such as phytoceuticals, due to various biological activities (antibacterial, antifungal, anticancer, sedative, soporific, estrogenic) of unique secondary metabolite. Secondary metabolites (some of which impart the bitter taste and aroma to beer), such as bitter acids (alpha-acids humulone and cohumulone, beta-acids lupulone and colupulone) and prenylflavonoids (xanthohumol) accumulate in the lupulin glands. Enzymes, which catalyzed biosynthesis of unique secondary metabolites in hop are chalcone synthases. There are five chalcone synthases in hop: chalcone synthase 1 (*CHS_H1*), chalcone synthase 2 (*CHS2*), chalcone synthase 3 (*CHS3*), chalcone synthase 4 (*CHS4*) and valerophenone synthase (*VPS*), which are encoded by genes *chs_H1*, *chs2*, *chs3*, *chs4* and *vps*, respectively.

Functions of *CHS2*, *CHS3* and *CHS4* *in vivo* are not detected. There was described catalytic activity of *CHS2* and *CHS4* *in vitro* in synthase of 6-isobutyle -4hydroxy-2-pyrone. Functions of *CHS3* are not detected.

Genes *chs2*, *chs3* and *chs4* are not annotated.

Polymorphism of introns of these genes was detected in 68 varieties of world hop collection. There were detected 4 individual introns of gene *chs2* with sizes 240, 260, 460 and 480 bp.; 1 intron of gene *chs3* with size 217 bp.; 1 intron of gene *chs4* with size 207 bp.

In current work genes *chs2*, *chs3* and *chs4* were annotated by UGENE program using the nucleotide sequences from National centre of biotechnology information. There were detected 2 exons and intron in gene *chs2*, 2 exons and intron in gene *chs3* and promoter, 2 exons, intron and 3'untranslation region in gene *chs4*. There were described sizes of each part of each studied gene.

Polymorphism of nucleotide sequences of *chs2* and *chs4* genes was detected using MEGA program. Gene *chs4* wasn't studied before, as there was 1 sequence in database. Single nucleotide polymorphism in studied sequences was detected. Polymorphism of introns of *chs2*, *chs3* and *chs4* genes was studied in 20 varieties of Ukrainian hop samples from the collection of Institute of Polesie Agriculture by polymerase chain reactions (PCRs).

There were detected 3 amplicones (with sizes 230, 237 and 240 bp., respectively) by PCR with the primers to intron of gene *chs2*.

Intron of *chs3* gene was shown to be conservative in length with the size of 232 bp.

Intron of *chs4* gene was shown to be conservative in length with the size of 223 bp.

All detected amplicons were not described before.

Polymorphism information content (PIC) for each region was evaluated.

In addition, in Ukrainian hop collection samples the level of *chs2* intron polymorphism is smaller than in world hop collections. Introns of genes *chs3* and *chs4* are conservatives in length but with different sizes than in world hop collection. Ukrainian hop samples have complex hybrid origin, in their genealogy the european and american germplasms are presented.

The result of relative bioinformatic and molecular-genetic studying is reported to need for sequencing of genes *chs2*, *chs3* and *chs4* in Ukrainian varieties and replenishment of database to enable the development of functional molecular markers for breeding of this important crop.

Key words: Hop, chalcone synthase, polymorphism, *chs2*, *chs3* and *chs4* genes.

ВСТУП

Хмелярство – важлива складова сільського господарства багатьох країн світу, у тому числі України [1]. Його продукцію використовують традиційно для пивоваріння, але завдяки наявності унікальних біоактивних компонентів хміль використовується також у харчовій, медичній, фармакологічній промисловості [2].

Хміль європейський, або звичайний *Humulus lupulus* L., який має найбільше виробниче значення, відноситься до роду *Humulus* L. родини *Cannabaceae*. Серед усіх сполук, які присутні в шишках, найважливішими є гіркі речовини: поліфеноли та гіркі кислоти, завдяки яким хміль став основною сировиною в пивоварному виробництві.

Шляхи біосинтезу гірких речовин хмелю вивчено не повністю. Ключовими ферментами синтезу багатьох гірких речовин є халконсинтази, що робить актуальним їх вивчення, а також дослідження генів, що їх кодують.

У хмелю звичайного існують п'ять видів халконсинтаз – халконсинтаза 1 (CHS_H1), халконсинтаза 2 (CHS2), халконсинтаза 3 (CHS3), халконсинтаза 4 (CHS4) та валерофенонсинтаза (VPS), що кодуються генами *chs_H1*, *chs2*, *chs3*, *chs4* та *vps*, відповідно [3].

Показана відсутність каталітичної активності CHS2, CHS3 та CHS4 у синтезі прекурсорів гірких кислот гуму лону і лупулону та поліфенолу ксантогумолу, проте *in vitro* відома активність CHS2 та CHS4 у синтезі 6-ізобутил-4гидрокси-2-пірону, при цьому активність CHS4 менша за активність CHS_H1, але більша за CHS2 [4]. Функції CHS3 невідомі. Можливо, ферменти CHS2, CHS3 та CHS4 каталізують синтез інших прекурсорів гірких та ароматичних речовин [3].

Огляд літератури виявив нечисельні дослідження поліморфізму генів *chs2*, *chs3* та *chs4*, до того ж 10-річної давнини. Ці гени повністю не анотовані, праймери добрано тільки до інтронів даних генів. Тому мета нашого дослідження полягала в молекулярно-генетичному та біоінформатичному аналізі поліморфізму генів *chs2*, *chs3* та *chs4* хмелю звичайного в сортах вітчизняної селекції та нуклеотидних послідовностей із бази даних Національного центру біотехнологічної інформації (National centre of biotechnology information, NCBI), анотації цих генів та порівняльному аналізі поліморфізма цих генів у сортів хмелю звичайного української селекції та інших виборок сортів світової колекції.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Матеріалом досліджень слугували 20 сортів хмелю звичайного селекції Інституту сільського господарства Полісся НААН: Альта, Видибор, Гайдамацький, Житомирський 75, Заграва, Зміна, Клон 18, Ксанта, Кумир, Надія, Назарій, Оболонський, Оскар, Пивовар, Поліський, Полісянка, Промінь, Славянка, Хмелеслав, Чаклун. Сорт Гайдамацький – триплоїдний, решта – диплоїдні [1]. Матеріал люб'язно наданий Інститутом сільського господарства Полісся НААН.

ДНК виділяли з фрагментів листя за методом [5]. Полімеразні ланцюгові реакції (ПЛР), електрофоретичний розподіл ПЛР-фрагментів у 10 % ПАА гелях та їх візуалізація – за загальноприйнятими методиками.

Таблиця 1 – Інформація щодо праймерів для дослідження поліморфізму генів *chs2*, *chs3* та *chs4* хмелю звичайного [6]

Праймер		Досліджуваний локус
назва	послідовність (5' → 3')	
CHS23F	tcaagaccactggagaaggac	Інtron гена <i>chs2</i>
CHS2R	caagctgattatcctgactactac	
CHS23F	tcaagaccactggagaaggac	Інtron гена <i>chs3</i>
CHS3R	cttcgctcaagaccaggtgacg	
CHS4F	caagctgattttcctgactactat	Інtron гена <i>chs4</i>
CHS4R	cttcggtcaagtacaggtgacg	

Довжини продуктів ампліфікації розраховували за допомогою системи документації й аналізу гелів «Image Master VDS» («AmershamPharmacia Biotech», Велика Британія) згідно з інструкцією користувача.

Індекс поліморфності (polymorphism information content, PIC) розраховували для кожного локусу за формулою «одиниця мінус сума квадратів частот алелів у популяції» [7]. Для визначення щільності ДНК у ПАА гелі використовували програму «Gel-Analyzer 200».

Матеріалом біоінформатичних досліджень слугували три нуклеотидні послідовності гена *chs2* та дві нуклеотидні послідовності гена *chs4* хмелю звичайного, отриманих з бази даних NCBI. В NCBI є лише одна нуклеотидна послідовність гена *chs3*, тому її поліморфізм дослідити неможливо. Вирівнювання проводили за алгоритмом Clustal W програми «MEGA version 5» [8]. Анотацію генів проводили за програмою UGENE.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Біоінформатичний аналіз генів *chs2*, *chs3* та *chs4* хмелю звичайного. У дослідженні використовували нуклеотидні послідовності з бази даних NCBI гена *chs2* AV061020 (повний сиквенс), AV061021, FJ554586 (мРНК); гена *chs3* AV061022; гена *chs4* AJ430353 (повний сиквенс), FJ554587 (мРНК).

Схеми анотованих генів відображені на рис. 1.

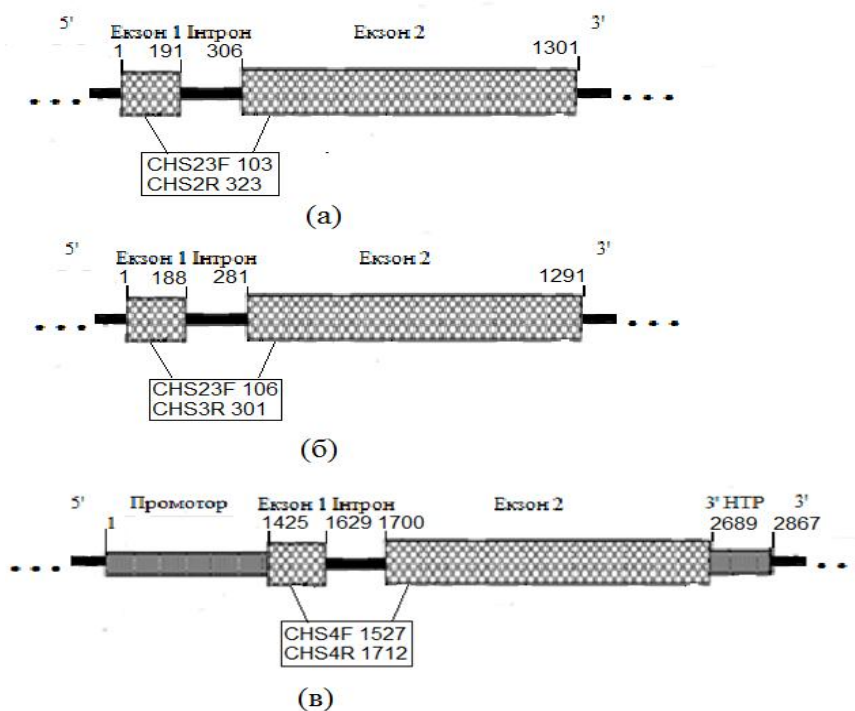


Рис. 1. Схеми організації генів хмелю звичайного: *chs2* (позиції 1-1301), відповідно послідовності AV061020 (а); *chs3* (позиції 1– 1291), відповідно послідовності AV061022; *chs4*

(позиції 1-2867), відповідно послідовності AJ430353. 3'-НТР – 3'-кінцевий нетранслюємий регіон. У прямокутниках позначено праймери та позиції сайту праймування.

За результатами вирівнювання (рис. 2–3) встановлено, що екзони генів *chs2* та *chs4* є консервативними за довжиною. Їхній поліморфізм пов'язаний з одонуклеотидними замінами (інделями). Дослідити поліморфізм інших ділянок цих генів неможливо через відсутність у базі відповідних нуклеотидних послідовностей. Молекулярно-генетичний аналіз цих генів за допомогою ПЛР із наведеними парами праймерів дозволяє виявити поліморфізм довжин інтронів цих генів.

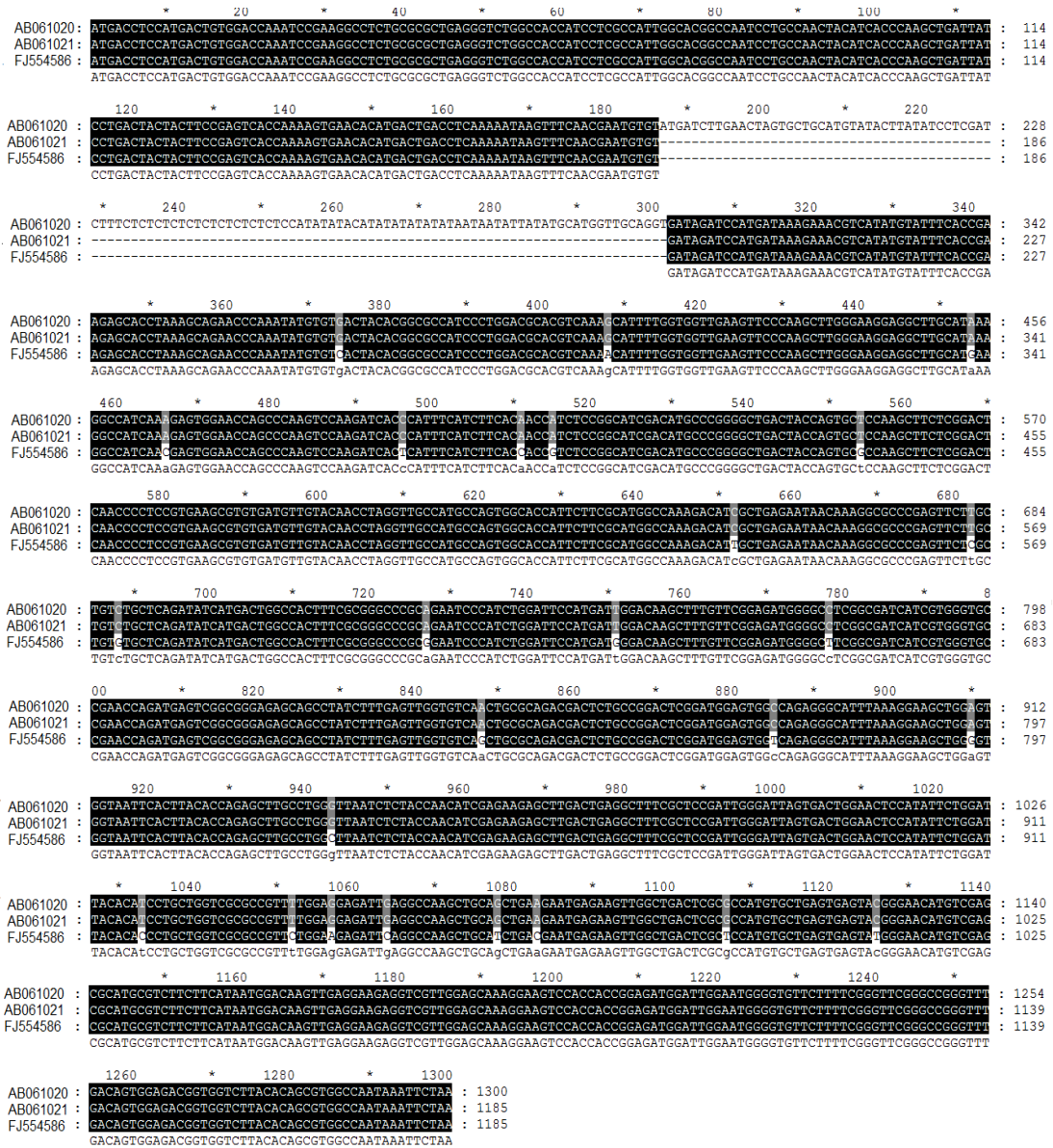


Рис. 2. Вирівнювання нуклеотидних послідовностей гена *chs2*. Чорним кольором виділено консервативні ділянки

Молекулярно-генетичний аналіз генів *chs2*, *chs3* та *chs4* хмелю звичайного. Для дослідження поліморфізму генів *chs2*, *chs3* та *chs4* проведено ПЛР-аналіз інтронів цих генів. На рис. 1 наведено схеми цих генів та сайти праймування для використаних у цьому дослідженні праймерів.

У табл. 2– 3 узагальнено дані щодо поліморфізму інтронів генів *chs2*, *chs3* та *chs4* у вибірці сортів хмелю звичайного української селекції.

За даними досліджень для європейського дикої хмелю характерною є низька варіабельність [9]. При дослідженні інтрона гена *chs2* у вибірці 68 сортів хмелю світової колекції виявлено чотири амплікони довжиною 240, 260, 460 та 480 п.н. [6]. Найбільш високочастотним є амплікон довжиною 240 п.н.

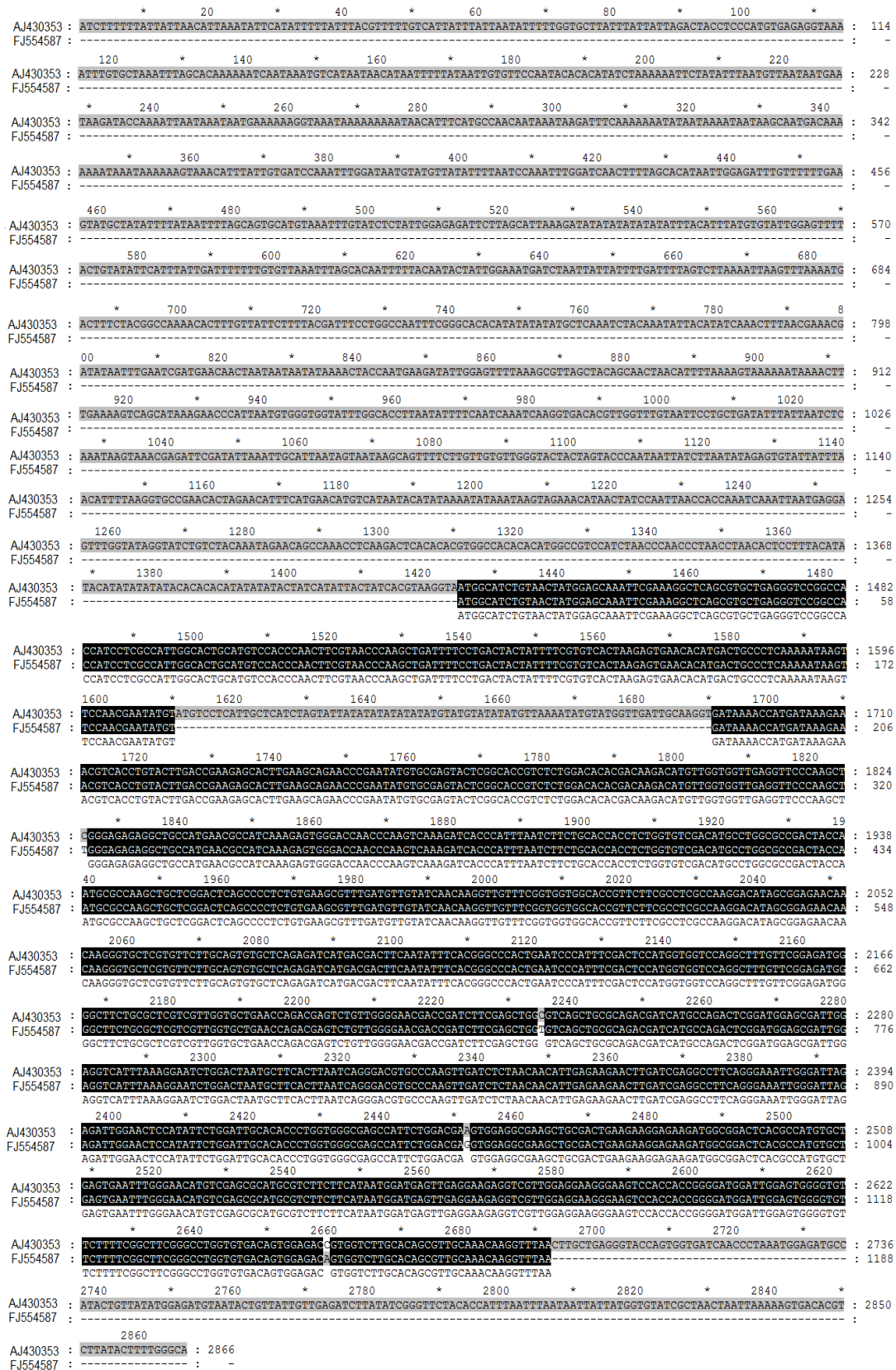


Рис. 3. Вирівнювання нуклеотидних послідовностей гена *chs4*. Чорним кольором виділено консервативні ділянки.

Таблиця 2 – Поліморфізм інтронів генів *chs2*, *chs3* та *chs4* у сортів хмелю звичайного української селекції

Назва сортів	Результати ПЛІР-аналізу з парами праймерів		
	CHS23F +CHS2R	CHS23F + CHS3R	CHS4F + CHS4R
	Довжина фрагмента ампліфікації, п.н.		
Альта	230, 240	232, 232	223, 223
Промінь	230, 230	232, 232	223, 223
Заграва	237, 237	232, 232	223, 223
Видибор	237, 237	232, 232	223, 223
Гайдамацький	237, 237, 237	232, 232, 232	223, 223, 223
Назарій	230, 240	232, 232	223, 223
Надія	230, 230	232, 232	223, 223
Поліський	230, 240	232, 232	223, 223
Полісянка	237, 237	232, 232	223, 223
Оскар	237, 237	232, 232	223, 223
Пивовар	237, 237	232, 232	223, 223
Клон 18	237, 237	232, 232	223, 223
Оболонський	230, 240	232, 232	223, 223
Славянка	237, 237	232, 232	223, 223
Хмелеслав	237, 237	232, 232	223, 223
Кумир	230, 230	232, 232	223, 223
Чаклун	230, 240	232, 232	223, 223
Ксанта	230, 230	232, 232	223, 223
Житомирський 75	237, 237	232, 232	223, 223
Зміна	230, 240	232, 232	223, 223

Таблиця 3 – Частоти зустрічальності фрагментів ампліфікації інтронів генів *chs2*, *chs3* та *chs4* у сортів хмелю звичайного української селекції

Ділянка гена	Фрагмент ампліфікації		PIS
	довжина, п. н.	частота зустрічаємості	
Інтрон гена <i>chs2</i>	230	0,34	0, 593
	237	0,51	
	240	0,15	
Інтрон гена <i>chs3</i>	232	1	0
Інтрон гена <i>chs4</i>	223	1	0

Встановлено меншу кількість фрагментів ампліфікації інтрона гена *chs2* при дослідженні 20 сортів української селекції, а також фрагменти іншої довжини при порівнянні з результатами досліджень 68 сортів світової селекції. Однаковим для обох вибірок був 240 п.н.-фрагмент, який визначено як найчастотніший у дослідженні світової колекції хмелю [6]. У цьому аналізі українських сортів найбільш високочастотним є фрагмент довжиною 237 п.н.

При дослідженні поліморфізму довжин інтронів генів *chs3* та *chs4* у вибірці 68 сортів хмелю звичайного світової колекції виявлено амплікони довжиною 217 та 207 п.н., відповідно. При дослідженні поліморфізму довжин інтронів генів *chs3* та *chs4* у 20 сортів хмелю звичайного української селекції виявлені амплікони довжиною 232 та 223 п.н., відповідно. Отже, поліморфізм інтронів генів *chs3* та *chs4* відсутній як у виборці сортів світової колекції, так і серед українських сортів.

Отримання нуклеотидних послідовностей генів *chs2*, *chs3* та *chs4* у сортів хмелю звичайного нових виборок дозволяє детальніше дослідити поліморфізм цих генів та виявити у них можливі нові поліморфні регіони.

ВИСНОВКИ

1. Проведено молекулярно-генетичний та біоінформатичний аналіз поліморфізму генів *chs2*, *chs3* та *chs4* хмелю звичайного в сортах вітчизняної селекції та нуклеотидних послідовностей із бази даних NCBI,
2. У вибірці сортів української селекції встановлено менший рівень поліморфізму інтрона гена *chs2* у порівнянні з іншими вибірками сортів, а гени *chs3* та *chs4* є також консервативними, але іншої довжини, ніж вказувалося в інших відкритих літературних даних. Слід зазначити, що українські сорти мають складне гібридне походження (багатоступеневе), у їхніх родоводах присутня європейська, і американська зародкові плазми [1].
3. Проведена анотація генів *chs2*, *chs3* та *chs4*.
4. Результати порівняльного аналізу даних біоінформатичного та молекулярно-генетичного досліджень свідчать про необхідність секвенування генів *chs2*, *chs3* та *chs4* українських сортів та поповнення бази даних NCBI для можливості розроблення функціональних молекулярних маркерів для селекції цієї важливої сільськогосподарської культури.

ЛІТЕРАТУРА

1. Каталог сортів хмелю, дозволених для поширення в Україні / [Штанько І. П., Шабликін В. В., Михайліченко К. П. та інш.]. – Житомир: ККГВ «Полісся», 2010. – 68 с.
2. Chadwick L. The pharmacognosy of *Humulus lupulus* L. (hops) with an emphasis on estrogenic properties / L. R. Chadwick, G. F. Pauli, N. R. Farnsworth // *Phytomedicina* – 2006. – V. 13. – P. 119–131.
3. Schröder J. A family of plant-specific polyketide synthases: facts and predictions / J. Schröder // *Trends in plant science*. – 1997. – V. 2 (10). – P. 373-378.
4. Purification and some properties of chalcone synthase from a carrot suspension culture induced for anthocyanin synthesis and preparation of its specific antiserum / [Ozeki Y., Sakano K., Komamine A. et al.] // *J. Biochem.* – 1985. – V. 98 (1). – P. 9-17.
5. Construction of gene expression system in hop (*Humulus lupulus*) lupulin gland using valerophenone synthase promoter / [Okada Y., Saeki K., Inaba A. et al.] // *Plant Physiol.* – 2003. – V. 160. – P. 1101-1108.
6. Patzak J. New STS molecular markers for assessment of genetic diversity and DNA fingerprinting in hop (*Humulus lupulus* L.) / J. Patzak, I. Vrba, J. Matousek // *Genome*. – 2007. – V. 50. – P. 15-25.
7. Botstein D. Construction of genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms / D. Botstein, R. L. White, M. Skolnick, R. W. Davis // *Amer. J. Hum. Genet.* – 1980. – V. 32. – P. 314–331.
8. MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance, and Maximum Parsimony Methods / [Tamura K., Peterson D., Peterson N et al.] // *Molecular Biology and Evolution*. – 2011. – V. 28 (10). – P. 2731-2739.
9. Molecular phylogeny of wild hops, *Humulus lupulus* L. / [Murakami A., Darby P., Javornik B. et al.] // *Heredity*. – 2006. – V. 97, № 1. – P. 66–74.

REFERENCES

1. Shtanko I. P. Katalog sortiv khmelyu, dozvolenykh dlya poshyrennya v Ukraini / Shtanko I. P., Shablykin V. V., Mikhaylychenko K. P., Yurkivskiy Y. P., Lyashenko M. I., Protsenko L. V. / Zhytomyr: KKGV "Polissya", 2010. – 68 p.
2. Chadwick L. The pharmacognosy of *Humulus lupulus* L. (hops) with an emphasis on estrogenic properties / L. R. Chadwick, G. F. Pauli, N. R. Farnsworth // *Phytomedicina* - 2006. – V. 13. – P. 119–131.
3. Schröder J. A family of plant-specific polyketide synthases: facts and predictions / J. Schröder // *Trends in plant science*. – 1997. – V. 2 (10). – P. 373-378.
4. Purification and some properties of chalcone synthase from a carrot suspension culture induced for anthocyanin synthesis and preparation of its specific antiserum / [Ozeki Y., Sakano K., Komamine A. et al.] // *J. Biochem.* – 1985. – V. 98 (1). – P. 9-17.
5. Construction of gene expression system in hop (*Humulus lupulus*) lupulin gland using valerophenone synthase promoter / [Okada Y., Saeki K., Inaba A. et al.] // *Plant Physiol.* – 2003. – V. 160. – P. 1101-1108.
6. Patzak J. New STS molecular markers for assessment of genetic diversity and DNA fingerprinting in hop (*Humulus lupulus* L.) / J. Patzak, I. Vrba, J. Matousek // *Genome*. – 2007. – V. 50. – P. 15-25.
7. Botstein D. Construction of genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms / D. Botstein, R. L. White, M. Skolnick, R. W. Davis // *Amer. J. Hum. Genet.* – 1980. – V. 32. – P. 314–331.
8. MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance, and Maximum Parsimony Methods / [Tamura K., Peterson D., Peterson N. et al.] // *Molecular Biology and Evolution*. – 2011. – V. 28 (10). – P. 2731-2739.
9. Molecular phylogeny of wild hops, *Humulus lupulus* L. / [Murakami A., Darby P., Javornik B. et al.] // *Heredity*. – 2006. – V. 97, № 1. – P. 66–74.

УДК 633.853.478 : 575.2:632.112

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ НЕКОТОРЫХ МУТАНТНЫХ ЛИНИЙ ПОДСОЛНЕЧНИКА КУЛЬТУРНОГО

Тоцкий И.В., Лях В.А.

*Запорожский национальный университет,
69600, Украина, Запорожье, ул. Жуковского, 66.*

igor.totsky@gmail.com

Изучена засухоустойчивость пяти новых мутантных линий подсолнечника. Установлено, что по засухоустойчивости, определённой на основе угнетения роста проростков, лучшей является линия «обожжённый лист». Также было показано, что худшей линией являлся мутант «дихотомическое жилкование». Линии «*xantha*», «*virescent*» и «карлик» занимают промежуточное положение по данному признаку. При этом мутант «карлик» имеет более высокие показатели, чем две другие линии. Родительские компоненты гибридов первого поколения комбинаций скрещивания «дихотомическое жилкование» × «*xantha*», «*xantha*» × «дихотомическое жилкование», «*virescent*» × «дихотомическое жилкование» и «дихотомическое жилкование» × «обожжённый лист» являются контрастными по засухоустойчивости на стадии проростков.

Ключевые слова: подсолнечник культурный, мутант, засухоустойчивость, проросток.

ВИЗНАЧЕННЯ ПОСУХОСТІЙКОСТІ ДЕЯКИХ МУТАНТНИХ ЛІНІЙ СОНЯШНИКА КУЛЬТУРНОГО

Тоцький І.В., Лях В.О.

*Запорізький національний університет,
69600, Україна, Запоріжжя, вул. Жуковського, 66*

igor.totsky@gmail.com

Вивчена посухостійкість п'яти мутантних ліній соняшника. Встановлено, що за посухостійкістю, яка визначена на основі пригнічення росту проростків, кращою є лінія «обпалений лист». Також було

показано, що найгіршою лінією є мутант «дихотомічне жилкування». Лінії «*xantha*», «*virescent*» та «карлик» займають проміжне положення за даною ознакою. При цьому мутант «карлик» має більш високі показники, ніж дві інші лінії. Батьківські компоненти гібридів першого покоління комбінацій схрещування «дихотомічне жилкування» × «*xantha*», «*xantha*» × «дихотомічне жилкування», «*virescent*» × «дихотомічне жилкування» та «дихотомічне жилкування» × «обпалений лист» є контрастними за посухостійкістю на стадії проростків.

Ключові слова: соняшник культурний, мутант, посухостійкість, проросток.

DETERMINATION OF DROUGHT RESISTANCE OF SOME MUTANT LINES IN CULTIVATED SUNFLOWER

Totsky I.V., Lyakh V.A.

Zaporizhzhya national university,

69600, Ukraine, Zaporizhzhya, Zhukovskogo Street, 66.

igor.totsky@gmail.com

Drought – is a one of the most complex and destructive abiotic stressor in global scale. Drought damage exceeds the damage from any other stressor. Drought alone reduces 15-50% of the yield. Therefore, increase of the drought tolerance is the important direction of the modern plant breeding. Drought resistance assessment can be conducted at different stages of plant development: adult vegetating plant, seedling and seed. Both field and laboratory methods can be used for drought tolerance estimation.

The aim of the present study was to reveal the most drought-resistant genotypes among the new sunflower lines, which were developed through experimental mutagenesis.

Different mutant lines of cultivated sunflower served as material of the study. “Xantha” and “burnt leaf” lines were isolated after 9-10-old embryo treatment of ZL95 line with ethylmethanesulfonate at the 0.02% concentration for 16 hours. The plants of “xantha” line are characterized by fading traits in the years with drought conditions. “Dichotomous venation” mutant sample was developed through treatment of ZL9 line mature seeds with ethylmethanesulfonate at the 0.5% concentration for 6 hours. “Virescent” line was selected from ZL102 line after mature seeds treatment with ethylmethanesulfonate at the 0.5% concentration for 12 hours. “Dwarf” mutant was found under treatment with ethylmethanesulfonate of ZL169 line immature seeds at the 0.1% concentration for 12 hours. It is characterized by significantly reduced height of the plants. In addition, “dwarf” mutant has xeromorphous traits such as abundance of trichoma, large number and reduced size of the basic cells in leaf epidermis as well as stoma guard cells.

Drought tolerance was identified by seedling growth depression. With this aim, the seeds were treated with the 1% KMnO_4 solution during 10 minutes to prevent the mould emergence. Then, they were put on the filter paper in the Petri dishes, which was preliminary warmed-up with 150°C during 1 hour for sterilization. $10\ \mu\text{l}$ nystatin solution (250 000 units per 1 liter) were added in the each Petri dish. Closed Petri dishes were placed in the thermostat with the temperature of 25°C . Then developed seedlings were removed in the new Petri dishes, 25 seedlings in each Petri dish. One half of Petri dishes was filled with $10\ \mu\text{l}$ of nystatin solution (control). Other half was filled with $10\ \mu\text{l}$ 15% saccharose solution, which prepared with nystatin solution using (treatment). Solutions were preliminary boiled during 5 minutes. Closed Petri dishes were placed in the thermostat with the temperature of 25°C during 72 hours. In 5 days, the seedlings rinsed in the water, cut the embryonic roots and measured the length of the embryonic roots. After that, embryonic roots were placed in the weighting bottles and then in the dry-air sterilizer with the temperature of $80\text{-}100^\circ\text{C}$ and 3 hours exposition. Thereafter the weighting bottles were cool downed in the exsiccator, weighted and the dry mass of embryonic roots was calculated. Each variant was represented by two replications (Petri dishes).

The degree of the growth repression (A) under artificial drought was calculated according to the formula:

$A=(a/b)\times 100\%$, where, a – average dry mass of embryonic roots or average length of roots in the saccharose solution; b – average dry mass of embryonic roots or average length of roots in the distilled water. More drought-resistant genotypes had a greater average dry weight of embryonic roots or average length of roots after osmotic effect.

Statistic data processing was carried out with a help of variance analysis and Student`s test.

Drought tolerance was determined by two factors, namely the relative length and dry mass of embryonic roots. “Burnt leaf” line had the highest index of the embryonic roots relative length. It was $53.45\pm 0.35\%$. “Dichotomous venation” line had the least index of this factor – $16.55\pm 1.43\%$. Analysis of variances was carried out to determine the significance of differences among the mutants. The results of variance analysis showed that $F_{\text{r}}>F_{\text{t}}$ both at 5% and 1% levels of significance. This indicates the existence of differences among the genotypes compared. Later defines the significance of particular differences. “Dichotomous venation” line was not significantly different from the “xantha” mutant but was significantly different from the other lines both at 5% and 1% levels of significance if used for comparison the drought tolerance, which determined on basis of the embryonic roots relative length. “Xantha” mutant had significant difference with all genotypes too besides the case described above. “Virescent” line significantly differed from all genotypes, but difference was only significant at 5% level of significance in comparison with “dwarf” mutant. “Dwarf”

mutant line had significant difference with all lines besides the case with “virescent” mutant. “Burnt leaf” line significantly differed from all other genotypes both at 5% and 1% levels of significance.

“Burnt leaf” line had the highest index of the embryonic roots relative dry mass, which was $88.4 \pm 1.65\%$. “Dichotomous venation” line had the least index of this factor – $22.975 \pm 3.53\%$. It is interesting that the same lines had extreme meanings taking into account the embryonic roots relative length. The results of variance analysis based on the embryonic roots relative dry mass, which permit to reveal the existence of differences in the analyzable complex, showed that $F_2 > F_1$ both at 5% and 1% levels of significance. This indicates the existence of differences between genotypes. Comparison of lines with using the drought tolerance, based on the embryonic roots relative dry mass, showed that significant difference of “dichotomous venation” mutant was observed with all other genotypes at 5% level of significance. Significant differences were absent among «xantha», «virescent» and “dwarf” mutants by studying factor. “Burnt leaf” line significantly differed from all other genotypes at both 5% and 1% levels of significance.

To carry out the successful pollen and sporophyte breeding for the drought tolerance the parental lines of F_1 hybrids should be contrasting for this trait. The proposed couples of parental genotypes were estimated on the basis of contrast for this factor with the help of the Student’s test. The results showed that the differences between parental lines were significant in all crossing combinations at 5% level of significance for drought tolerance, based on the embryonic roots relative length. The differences were significant at 1% level of significance for the four crossing combinations. Differences between mutants for drought tolerance, based on the relative dry mass of embryonic roots, were significant for 4 crossing combinations at 5% and 1% significance levels. It should be noted, that in two crossing combinations, where parental components had not differences for the relative dry mass of embryonic roots, differences were observed in the relative length of embryonic roots. On the whole, we can say that the parental lines of four F_1 hybrids were contrasting for drought tolerance and these hybrids can be used to carry out the selection for this trait.

It was found that “burnt leaf” line was the best for drought tolerance while “dichotomous venation” line was the worst sample, based on the inhibition of seedling growth. «Xantha», «virescent» and “dwarf” mutants occupied an intermediate position by drought tolerance trait. However, “dwarf” mutant had higher indexes than two other lines.

It was shown that the parental components of four F_1 hybrids for “dichotomous venation” × «xantha», «xantha» × “dichotomous venation”, «virescent» × “dichotomous venation” and “dichotomous venation” × “burnt leaf” crossing combinations were quite contrasting for drought tolerance at the seedling stage. F_1 hybrid of “dichotomous venation” × “burnt leaf” crossing combination has been produced using the most and the least drought-tolerant lines.

Key words: cultivated sunflower, mutant, drought resistance, seedling.

ВВЕДЕНИЕ

Засуха — один из наиболее комплексных и разрушительных в глобальном масштабе абиотических стрессов. Ущерб от нее превышает ущерб от любого другого стрессора [1]. Только одна засуха может сократить урожай на 15-50%. Возможные глобальные климатические изменения в будущем предполагают увеличение риска засухи [2].

Следует отметить, что на дефицит воды отрицательно реагируют любые растения (в том числе «засухоустойчивые»), и у каждого из них недостаток воды снижает продуктивность, то есть во всех случаях речь идет о необходимости смягчения отрицательного влияния дефицита воды на урожай. Поэтому увеличение засухоустойчивости растений – важное направление современной селекции. Селекцию на устойчивость к засухе нельзя рассматривать в отрыве от технологии растениеводства, главной задачей которой должно быть накопление и сбережение влаги в почве. При этом немаловажно в оптимальные сроки получить полные всходы и защитить растения от сорняков, вредителей и возбудителей болезней [1].

Засуха – важный фактор, который может лимитировать продуктивность подсолнечника культурного. Подсолнечник является мезофитом и очень требователен к влаге. Хорошо развитые посевы подсолнечника за вегетационный период потребляют от 500 до 600 мм воды, а минимальная потребность в воде удовлетворяется при 350...400 мм осадков. Особенно требовательны к влаге растения во время образования бутонов до цветения. Потребность в воде обеспечивается мощной корневой системой, которая может усваивать водные ресурсы почвы из большой глубины и даже при большой водоудерживающей силе почвы. В регионах с континентальным климатом на более тяжелых почвах подсолнечник

полностью использует накопившиеся в зимний период водные ресурсы почвы. Благодаря этому он проявляет относительную засухоустойчивость [3].

Оценка засухоустойчивости может проводиться на разных стадиях развития растения. На стадии взрослого вегетирующего растения оценка засухоустойчивости проводится как полевыми, так и лабораторными методами. Трудности и недостатки оценки материала на засухоустойчивость можно устранить, проводя оценку устойчивости растений в вегетационных опытах. Исходя из того, что существует комплекс признаков, которые помогают растению переносить засуху и эффективно использовать воду, при селекции по этим признакам можно достичь большей засухоустойчивости растений. Так, индийскими учёными проводилась оценка засухоустойчивости растений подсолнечника по ряду морфологических признаков корневой системы и высокой эффективности использования воды [2]. Однако вегетационный метод весьма трудоемкий, громоздкий, обладает малой пропускной способностью [4].

В связи с этим для массовой диагностики устойчивости растений широко используются разнообразные лабораторные методы. При диагностике устойчивости к засухе широко используется оценка по комплексу параметров водного режима. Наиболее информативными являются методы изучения водного режима листьев: определение оводнённости тканей, определение водного дефицита, определение водоудерживающей способности листьев. Устойчивость растений может быть оценена и на основе измерения проницаемости мембран или характеристики энергопреобразующей деятельности клетки [4, 5].

Проводятся многочисленные исследования возможности отбора засухоустойчивых растений по физиологическим признакам. В этом плане перспективным подходом является оценка уровня абсцизовой кислоты (АБК). Этот фитогормон является стрессовым и накапливается в растениях при дефиците воды, выполняя защитную функцию [7,6]. Можно использовать и эксикаторный метод, основанный на оценке способности клеток выживать при их обезвоживании. Чем больше живых клеток остаётся, тем более устойчиво растение [8].

Эффективной является оценка засухоустойчивости и на стадии проростков. Она может проводиться с использованием прямого способа определения засухоустойчивости у растений – по способности роста проростков под действием обезвоживания, путём обсушивания и дальнейшего повторного перенесения на воду [9]. Также можно определять угнетение роста проростков во время действия засухи, с использованием в качестве стрессора раствора сахарозы. Для этого проростки переносят в раствор сахарозы, а через определённое время определяют сухую массу и длину зародышевых корешков, сравнивая с контролем. Для определения засухоустойчивости используют и степень гидролиза статолитного крахмала в корневом чехлике зародышевых корешков. Чем меньше содержание статолитного крахмала в корневом чехлике после действия стрессового фактора, тем менее устойчиво растение [8].

На стадии семян используют метод определения засухоустойчивости по способности прорастания семян при недостатке воды, моделируя условия засухи раствором сахарозы. Подсчитывают относительный процент прорастания семян, чем он больше, тем более устойчиво растение [8].

Целью данной работы было выявление наиболее засухоустойчивых генотипов среди линий подсолнечника, созданных методом экспериментального мутагенеза.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом служили различные мутантные линии подсолнечника культурного, созданные в Институте масличных культур (г. Запорожье). Линии «*xantha*» и «обожжённый лист» получены путём обработки этилметансульфонатом в концентрации 0,02% и экспозиции 16 часов зародышей 9-10-дневного возраста линии ЗЛ 95. У растений линии «*xantha*» в конце вегетации на листьях образуются некротические сектора, также эти растения характеризуются признаками увядания в засушливых условиях года [10]. Мутантный

образец «дихотомическое жилкование» создан в результате обработки этилметансульфонатом в концентрации 0,5% и экспозиции 6 часов зрелых семян линии ЗЛ 9. Линия «virescent» получена обработкой этилметансульфонатом в концентрации 0,5% и экспозиции 12 часов зрелых семян линии ЗЛ 102. Мутант «карлик», созданный с помощью обработки этилметансульфонатом в концентрации 0,1% и экспозиции 12 часов незрелых семян линии ЗЛ 169, характеризуется мутантным признаком значительно уменьшенного роста. Он несёт признаки ксероморфности, а именно большое количество трихом, большое количество и уменьшенные размеры основных клеток эпидермы листа и замыкающих клеток устьиц [11].

Засухоустойчивость определяли по угнетению роста проростков. С этой целью семена протравливали 10 минут 1% раствором $KMnO_4$. Затем раскладывали на фильтровальную бумагу в чашки Петри, предварительно стерилизованные при 150°C в течение 1 часа. В каждую чашку Петри наливали по 10 мл дистиллированной воды. В воду добавлялся нистатин (250 тыс. ед. на 1 литр). Закрытые чашки помещали в термостат с температурой 25°C до появления нормально развитых проростков, у которых длина зародышевого корешка приблизительно равна длине семянки. Образовавшиеся проростки по 25 штук помещали в чашки Петри. В половину чашек Петри наливали 10 мл дистиллированной воды. В другую – наливали 10 мл 15% раствора сахарозы. В дистиллированную воду и раствор сахарозы добавляли нистатин (250 тыс. ед. на 1 литр). Предварительно растворы кипятили в течение 5 минут. Закрытые чашки помещали в термостат с температурой 25°C на 72 часа. На 6-е сутки после пересадки проростки вынимали, споласкивали в воде, срезали зародышевые корешки и измеряли их длину. Затем зародышевые корешки помещали в бюксы и высушивали в течение 3 часов при температуре 80-100°C. После этого бюксы охлаждали в эксикаторе, взвешивали и вычисляли сухую массу корешков. Каждый вариант был представлен двумя повторностями.

Степень подавления ростовых процессов (A) при искусственной засухе рассчитывали по формуле:

$$A=(a/b)\times 100\%,$$

где a – средняя сухая масса зародышевого корешка или средняя длина корешков, выращенных в растворе сахарозы; b – средняя сухая масса зародышевого корешка или средняя длина корешков, выращенных в дистиллированной воде. Чем больше относительная сухая масса зародышевых корешков или их длина после действия осмотика, тем более засухоустойчив генотип [8].

Статистическую обработку данных проводили с помощью дисперсионного анализа и критерия Стьюдента [12].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Засухоустойчивость линий определяли по двум показателям, а именно — по относительной длине и сухой массе зародышевых корешков. Данные по относительной длине зародышевых корешков всех генотипов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Относительная длина зародышевых корешков.

№ п/п	Генотип	Относительная длина зародышевых корешков, %		Средняя относительная длина зародышевых корешков, %
		Повторность 1	Повторность 2	
1	мутант «xantha»	22,6	20,1	21,35±1,25
2	мутант «дихотомическое жилкование»	17,8	15,3	16,55±1,43
3	мутант «virescent»	38,2	28,5	33,35±4,85
4	мутант «карлик»	41,2	40,1	40,65±0,55
5	мутант «обожжённый лист»	53,8	53,1	53,45±0,35

Наиболее высокий показатель относительной длины зародышевых корешков имела линия «обожжённый лист», который составлял $53,45 \pm 0,35\%$. Наименьшее значение имела линия «дихотомическое жилкование» – $16,55 \pm 1,43\%$. Мутанты «*xantha*», «*virescent*» и «карлик» имели промежуточные значения $21,35 \pm 1,25\%$, $33,35 \pm 4,85\%$, $40,65 \pm 0,55\%$ соответственно. Для определения существенности различий между мутантами проведён дисперсионный анализ, результаты которого представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Таблица дисперсионного анализа по относительной длине зародышевых корешков.

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F		
				фактическое	теоретическое	
					p=0,05	p=0,01
Общая	1820,44	9				
Повторений	27,23	1				
Вариантов	1766,30	4	441,57	65,61	6,4	16,0
Остатка	26,92	4	6,73			

По результатам вычислений видно, что $F_{\text{факт.}} > F_{\text{теор.}}$ как при 5%, так и при 1% уровне значимости, что указывает на существенные различия между сравниваемыми генотипами. В дальнейшем определяли существенность частных различий, для чего провели расчёты НСР и дальнейшее сопоставление вариантов между собой с использованием этого показателя. Данные представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнение относительной длины зародышевых корешков мутантных линий подсолнечника культурного.

Генотип	мутант « <i>xantha</i> »	мутант «дихотомическое жилкование»	мутант « <i>virescent</i> »	мутант «карлик»	мутант «обожжённый лист»
мутант « <i>xantha</i> »	–	4,8	12**	19,3**	32,1**
мутант «дихотомическое жилкование»	4,8	–	16,8**	24,1**	36,9**
мутант « <i>virescent</i> »	12**	16,8**	–	7,3*	20,1**
мутант «карлик»	19,3**	24,1**	7,3*	–	12,8**
мутант «обожжённый лист»	32,1**	36,9**	20,1**	12,8**	–

Примечание: НСР₀₅=7,21; НСР₀₁=11,91.

*, ** – отличия между генотипами существенны при $p \leq 0,05, 0,01$ соответственно.

Как видно из таблицы 3, по засухоустойчивости, определяемой на основе относительной длины зародышевых корешков, у мутанта «дихотомическое жилкование» нет существенной разницы при сравнении с мутантом «*xantha*», тогда как со всеми остальными генотипами разница существенна при обоих уровнях значимости. Мутант «*xantha*» также имеет существенную разницу со всеми вариантами, кроме описанного выше. Мутант «*virescent*» значимо отличается от всех генотипов, однако по сравнению с мутантом «карлик», разница существенна только при 5% уровне значимости. Сам же мутант «карлик» имеет существенные различия со всеми линиями, кроме примера с мутантом «*virescent*». Линия «обожжённый лист» существенно отличается при обоих уровнях значимости от всех остальных генотипов.

Данные по относительной сухой массе зародышевых корешков всех генотипов представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Относительная сухая масса зародышевых корешков.

№ п/п	Генотип	Относительная сухая масса зародышевого корешка, %		Средняя относительная сухая масса зародышевого корешка, %
		Повторность 1	Повторность 2	
1	мутант « <i>xantha</i> »	62,3	45,6	53,95±8,35
2	мутант «дихотомическое жилкование»	23,55	23,55	22,975±3,53
3	мутант « <i>virescent</i> »	45,8	44,4	45,1±0,7
4	мутант «карлик»	55	58,2	56,6±1,6
5	мутант «обожжённый лист»	86,8	90	88,4±1,6

По абсолютным показателям относительной сухой массы зародышевых корешков самое высокое значение имела линия «обожжённый лист», которое составляло 88,4±1,65%. А наименьший показатель имела линия «дихотомическое жилкование» – 22,975±3,53%. Интересно, что эти же линии имели крайние значения и по показателю относительной длины зародышевых корешков. Мутанты «*virescent*», «*xantha*» и «карлик» имели промежуточные значения 45,1±0,7%, 53,95±8,35%, 56,6±1,6% соответственно.

Результаты дисперсионного анализа по относительной сухой массе зародышевых корешков, позволяющие выявить наличие различий в анализируемом комплексе, представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Таблица дисперсионного анализа по относительной сухой массе зародышевых корешков.

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F		
				фактическое	теоретическое	
					$p=0,05$	$p=0,01$
Общая	4611,55	9				
Повторений	16,51	1				
Вариантов	4460,23	4	1115,06	33,08	6,4	16,0
Остатка	134,81	4	33,70			

Как показывают данные, $F_{\text{факт.}} > F_{\text{теор.}}$, как при 5%-ном, так и при 1% уровне значимости, что указывает на существование различий между вариантами. С целью установления существенности частных различий, был произведён расчёт НСР (табл. 6).

Таблица 6 – Сравнение относительной сухой массы зародышевых корешков мутантных линий подсолнечника культурного.

Генотип	мутант « <i>xantha</i> »	мутант «дихотомическое жилкование»	мутант « <i>virescent</i> »	мутант «карлик»	мутант «обожжённый лист»
мутант « <i>xantha</i> »	–	30,97**	8,85	2,65	34,45**
мутант «дихотомическое жилкование»	30,97**	–	22,12*	33,62**	65,42**
мутант « <i>virescent</i> »	8,85	22,12*	–	11,5	43,3**
мутант «карлик»	2,65	33,62**	11,5	–	31,8**
мутант «обожжённый лист»	34,45**	65,42**	43,3**	31,8**	–

Примечание: НСР₀₅=16,14; НСР₀₁=26,73.

*, ** - отличия между генотипами существенны при $p \leq 0,05$, $0,01$ соответственно.

Сравнение линий между собой по засухоустойчивости, на основе относительной сухой массы зародышевых корешков, показало, что у мутанта «дихотомическое жилкование» наблюдается существенная разница со всеми остальными генотипами при 5% уровне значимости. Между мутантами «*xantha*», «*virescent*» и «карлик» отсутствуют существенные

отличия по изучаемому показателю. Мутант «обожженный лист» значительно отличается от всех остальных вариантов при обоих уровнях значимости.

При сопоставлении обоих показателей, на основе которых проводилась оценка засухоустойчивости, с учётом существенности различий, было обнаружено, что все мутантные линии отличаются друг от друга по одному или по обоим из них. Исходя из этих данных, мутантные линии в порядке увеличения засухоустойчивости расположились следующим образом: «дихотомическое жилкование», «*xantha*», «*virescent*», «карлик», «обожжённый лист».

Поскольку с целью проведения пыльцевой и спорофитной селекции на засухоустойчивость планируется получение гибридов от скрещивания контрастных по засухоустойчивости линий, предполагаемые пары родительских генотипов были оценены на контрастность по данному признаку с помощью критерия Стьюдента. Результаты данных вычислений представлены в таблицах 7 и 8.

Таблица 7 – Контрастность по засухоустойчивости родительских компонентов предполагаемых гибридов на основании относительной длины зародышевых корешков

Родительский компонент	мутант « <i>xantha</i> »	мутант «дихотомическое жилкование»	мутант « <i>virescent</i> »	мутант «карлик»	мутант «обожжённый лист»
мутант « <i>xantha</i> »	–	2,53*	2,4*	14,13***	24,73***
мутант «дихотомическое жилкование»	2,53*	–	3,32**	15,73***	25,06***
мутант « <i>virescent</i> »	2,4*	3,32**	–	1,5	4,13***
мутант «карлик»	14,13***	15,73***	1,5	–	19,63***
мутант «обожжённый лист»	24,73***	25,06***	4,13***	19,63***	–

Примечание: *, **, *** - отличия между родительскими линиями гибридов существенны при $p \leq 0,05$, 0,01 и 0,001 соответственно.

Таблица 8 – Контрастность по засухоустойчивости родительских компонентов предполагаемых гибридов на основании относительной сухой массы зародышевых корешков

Родительский компонент	мутант « <i>xantha</i> »	мутант «дихотомическое жилкование»	мутант « <i>virescent</i> »	мутант «карлик»	мутант «обожжённый лист»
мутант « <i>xantha</i> »	–	3,42**	1,06	0,31	4,05***
мутант «дихотомическое жилкование»	3,42**	–	6,15***	8,68***	16,88***
мутант « <i>virescent</i> »	1,06	6,15***	–	6,58***	24,79***
мутант «карлик»	0,31	8,68***	6,58***	–	14,05***
мутант «обожжённый лист»	4,05***	16,88***	24,79***	14,05***	–

Примечание: *, **, *** - отличия между родительскими линиями гибридов существенны при $p \leq 0,05$, 0,01 и 0,001 соответственно.

Из таблицы 7 следует, что различия между родительскими линиями по засухоустойчивости, на основе относительной длины зародышевых корешков, не существенны только в комбинации скрещивания «карлик» × «*virescent*». В комбинациях скрещивания «дихотомическое жилкование» × «*xantha*» и «*xantha*» × «*virescent*» различия существенны лишь при 5% уровне значимости, в комбинации скрещивания «дихотомическое жилкование» × «*virescent*» - при 1%, а во всех остальных комбинациях скрещивания различия существенны при 0,1% уровне значимости.

Таблица 8 показывает, что в комбинациях скрещивания «*xantha*» × «*virescent*» и «карлик» × «*xantha*» отсутствуют различия между родительскими линиями по засухоустойчивости на основе относительной сухой массы зародышевых корешков. Различия существенны при 1%

уровне значимости в комбинации скрещивания «дихотомическое жилкование» × «*xantha*», а во всех остальных вариантах различия имеются при 0,1% уровне значимости.

На основании данных таблиц 7 и 8 можно выделить наиболее перспективные комбинации скрещивания для получения гибридов. В качестве таковых отбирались комбинации скрещивания, у которых в обеих таблицах разница была существенна при 0,1% уровне значимости. Такими комбинациями оказались: «обожжённый лист» × «*xantha*», «карлик» × «дихотомическое жилкование», «обожжённый лист» × «дихотомическое жилкование», «обожжённый лист» × «*virescent*» «обожжённый лист» × «карлик».

Перспектива дальнейшего исследования: полученные данные позволяют получать гибриды от скрещивания контрастных по засухоустойчивости линий для оценки эффективности гаметофитной селекции по данному признаку.

ВЫВОДЫ

1. При использовании метода оценки засухоустойчивости, основанного на угнетении роста проростков, установлено, что наиболее устойчивой является линия «обожжённый лист», а наименее устойчивой – линия «дихотомическое жилкование». Линии «*xantha*», «*virescent*» и «карлик» занимают промежуточное положение по признаку засухоустойчивости и располагаются в соответствующем порядке по увеличению устойчивости.
2. Наиболее перспективными комбинациями скрещиваний для получения гибридов являются «обожжённый лист» × «*xantha*», «карлик» × «дихотомическое жилкование», «обожжённый лист» × «дихотомическое жилкование», «обожжённый лист» × «*virescent*» и «обожжённый лист» × «карлик». Комбинация скрещивания «дихотомическое жилкование» × «обожжённый лист» получена путём скрещивания наиболее и наименее устойчивой линии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крупнов В.А. Засуха и селекция пшеницы: системный подход / В.А. Крупнов // Сельскохозяйственная биология. – 2011. – №1. – С. 12-23.
2. Examination of characters, isotope discrimination, physiological and morphological traits and their relationship used to identify the drought tolerant sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes / [Nagarathna T.K., Shadakshari Y.G., Ramakrishna Parama V.R. and etc.] // Helia. – 2012. – V. 35, №56. – P. 1-8.
3. Яровые масличные культуры / [Шпаар Д., Адам Л., Гтнапп Х. и др.]; под общ. ред. В.А. Щербакова. – Минск: ФУАинформ, 1999. – 283 с.
4. Гончарова Э.А. Стратегия диагностики и прогноза устойчивости сельскохозяйственных растений к погодно-климатическим аномалиям / Э.А. Гончарова // Сельскохозяйственная биология. – 2011. – №1. – С. 24-31.
5. ЖангДоангХоанг. Исследование засухоустойчивости перспективных для интродукции видов *MomordicaCharantia*L. и *M. Balsamina*L. (*Cucurbitaceae*) / ДоангХоангЖанг, В.К. Тохтарь // Научные ведомости БелГУ. Серия Естественные науки. – 2011. – Вып. 15. – №9 (104). – С.43-47.
6. Прогноз засухоустойчивости по содержанию абсцизовой кислоты и изучение возможности упрощения процедуры её количественной оценки в растениях пшеницы / [Веселов С.Ю., Шарипова Г.В., Тимергалин М.Д. и др.] // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Т.13. – №5 (3). – С. 17-20.
7. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин / М.М. Мусієнко. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 392 с.

8. Практикум по росту и устойчивости растений: учебное пособие / [Полевой В.В., Чиркова Т.В., Лутова Л.А. и др.]; Под ред. В.В. Полевого, Т.В. Чирковой. – СПб.: С.-Петербург. ун-т, 2001. – 212 с.
9. Волкова А.М. Определение жаро- и засухоустойчивости рапса по ростовой реакции проростков после прогревания и завядания: методические указания / А.М. Волкова, А.П. Либрихт. – Л.: ВИР, 1989. – 12 с.
10. Soroka A.I. Genetic variability in sunflower after mutagen treatment of immature embryos of different ages / A. Soroka, V.Lyakh // *Helia*. – 2009. – V. 32, №51. – P. 33-45.
11. Лях В.А. Индуцированный мутагенез масличных культур / Лях В.А., Полякова И.А., Сорока А.И. – Запорожье: ЗНУ, 2009. – 266 с.
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1968. – 336 с.

REFERENCES

1. Krupnov V.A. Zasuha i selekciya pshenici: sistemniy podchod / V.A. Krupnov // *Selskochozyaistvennaya biologiya*. – 2011. – №1. – P. 12-23.
2. Examination of characters, isotope discrimination, physiological and morphological traits and their relationship used to identify the drought tolerant sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes / [Nagarathna T.K., Shadakshari Y.G., Ramakrishna Parama V.R. and etc.] // *Helia*. – 2012. – V. 35, №56. – P. 1-8.
3. Yarovie maslichnie kulturi / [Shpaar D., Adam L., Gtnapp X. i dr.]; Pod obsch. red. V.A. Scherbacova. – Minsk: FUAinform, 1999. – 283 p.
4. Goncharova E.A. Strategiya diagnostiki i prognoza ustoychivosti selskochozyaistvennich rasteniy k pogodno-klimaticheskim anomalijam / E.A. Goncharova // *Selskochozyaistvennaya biologiya*. – 2011. – №1. – P. 24-31.
5. Jang Doang Choang. Issledovanie zasuchoustoychivosti perspektivnich dlya introdukcii vidov *Momordica Charantia* L. i *M. Balsamina* L. (*Cucurbitaceae*) / Doang Choang Jang, V.K. Tochtar // *Nauchnie vedomosti BelGU. Seriya estestvennie nauki*. – 2011. – Vip. 15. – № 9 (104). – P.43-47.
6. Prognoz zasuchoustoychivosti po sodержaniyu abscizovoy kisloti i izuchenie vozmozhnosti uproscheniya procedure eyo kolichestvennoy ocenki v rasteniyach pshenici / [Veselov S.YU., Sharipova G.V., Timergalin M.D. i dr.] // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossiyskoy akademii nauk*. – 2011. –T. 1. – №5 (3). – P. 17-20.
7. Musienko M.M. Fiziologiya roslin / M.M. Musienko. – K.: Fitosociocentr, 2001. – 392 p.
8. Praktikum po rostu i ustoychivosti rasteniy: uchebnoe posobie / [Polevoy V.V., Chirkova T.V., Lutova L.A. i dr.]; Pod red. V.V. Polevogo, T.V. Chirkovoy. – SPb.: S.-Peterb. un-t, 2001. – 212 p.
9. Volkova A.M. Opredelenie zharo- i zasuchoustoychivosti rapsa po rostovoy reakcii prorostkov posle progrevaniya i zavядaniya: metodicheskie ukazaniya / A.M. Volkova, A.P. Libricht. – L.: VIR, 1989. – 12 p.
10. Soroka A.I. Genetic variability in sunflower after mutagen treatment of immature embryos of different ages / A. Soroka, V.Lyakh // *Helia*. – 2009. – V. 32, №51. – P. 33-45.
11. Lyakh V.A. Inducirovanniy mutagenez maslichnich kultur / Lyakh V.A., Polyakova I.A., Soroka A.I. – Zaporozhe: ZNU, 2009. – 266 p.
12. Dospechov B.A. Metodika polevogo opita (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy) / B.A. Dospechov. – M.: Kolos, 1968. – 336 p.

УДК 582.734.4:581.16

КЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ РОЗЫ ЭФИРОМАСЛИЧНОЙ (*ROSA L.*) *IN VITRO*

Шкопинский Е.А., *Таланкова-Середа Т.Е., Гриценко Ю.Ю., Добридень А.А., Гетьман А.А.

Запорожский национальный университет

69600, Украина, Запорожье, ул. Жуковского, 66

*Медицинский колледж Запорожского государственного медицинского университета

69027, Украина, Запорожье, ул. Космическая, 2В

tt77-07@mail.ru

На базе предприятия ООО «КРЫМАГРОСОЮЗ» в январе 2014 года начала работу лаборатория «Биотехнологии микрклонального размножения», основной задачей которой является получение высококачественного, здорового посадочного материала, свободного от вирусных, грибковых и бактериальных заболеваний. В данной работе предложен эффективный способ стерилизации почек эфиромасличной розы сортов Радуга, Лань и Лада при введении *in vitro*. Наибольшую жизнеспособность эксплантов 80 % наблюдали при ступенчатой стерилизации 20% пергидролом – 2 минуты, 70% этанолом в экспозиции 1 минуту и раствором «Доместос» в разведении 2:1 в экспозиции 10 минут. Приживаемость меристемных эксплантов розы сорта Радуга на питательной среде MS3 (содержащей 2,0 мг/л кинетина, 0,04 мг/л индолилуксусной кислоты, 1,0 мг/л гиббереллиновой кислоты, 25,0 мг/л аскорбиновой кислоты) была значительно выше, чем на остальных вариантах питательных сред. Для роз сорта Лань более продуктивной показала себя среда MS2 (содержащая 1,0 мг/л кинетина, 0,04 мг/л индолилуксусной кислоты, 1,0 мг/л гиббереллиновой кислоты, 25,0 мг/л аскорбиновой кислоты), а лучшая приживаемость роз сорта Лада наблюдалась на двух средах: MS2 (содержащей 1,0 мг/л кинетина, 0,04 мг/л индолилуксусной кислоты, 1,0 мг/л гиббереллиновой кислоты, 25,0 мг/л аскорбиновой кислоты) и MS4 (содержащей 1,0 мг/л кинетина, 0,2 мг/л индолилуксусной кислоты, 1,0 мг/л гиббереллиновой кислоты, 25,0 мг/л аскорбиновой кислоты).

Ключевые слова: микрклональное размножение, стерилизация эксплантов, питательная среда, роза эфиромасличная сорта Радуга, роза эфиромасличная сорта Лань, роза эфиромасличная сорта Лада

КЛОНАЛЬНЕ РОЗМНОЖЕННЯ ТРОЯНДИ ЕФІРООЛІЙНОЇ (*ROSA L.*) *IN VITRO*

Шкопинський Є.О., *Таланкова-Середа Т.Є., Гриценко Ю.Ю., Добридень А.А., Гетьман А.О.

Запорізький національний університет

69600, Україна, Запоріжжя, вул. Жуковського, 66

*Медичний коледж запорізького державного медичного університету

69027, Україна, Запоріжжя, вул. Космічна, 2В

tt77-07@mail.ru

На базі підприємства ТОВ «КРИМАГРОСОЮЗ» у січні 2014 року почала роботу лабораторія «Біотехнології микрклонального розмноження», основною задачею якої є отримання високоякісного, здорового посадкового матеріалу, вільного від вірусних, грибних та бактеріальних хвороб. В даній роботі запропонований ефективний спосіб стерилізації бруньок ефіроолійної рози сортів Радуга, Лань та Лада при введенні *in vitro*. Найбільшу життєздатність експлантів 80 % спостерігали при ступінчастій стерилізації 20% пергидролом – 2 хвилини, 70% етанолом в експозиції 1 хвилину та розчином «Доместос» у розведенні 2:1 в експозиції 10 хвилин. Приживлюваність меристемних експлантів троянди сорту Радуга на поживному середовищі MS3 (містить 2,0 мг/л кінетину, 0,04 мг/л індолилуксусної кислоти, 1,0 мг/л гіберелінової кислоти, 25,0 мг/л аскорбінової кислоти), була значно вище, ніж на інших варіантах поживних середовищ. Для троянд сорту Лань більш продуктивним виявилось середовище MS2 (містить 1,0 мг/л кінетину, 0,04 мг/л індолилуксусної кислоти, 1,0 мг/л гіберелінової кислоти, 25,0 мг/л аскорбінової кислоти), а найкраща приживлюваність троянд сорту Лань спостерігалась на двох середовищах: MS2 (містить 1,0 мг/л кінетина, 0,04 мг/л індолилуксусної кислоти, 1,0 мг/л гіберелінової кислоти, 25,0 мг/л аскорбінової кислоти) і MS4 (містить 1,0 мг/л кінетину, 0,2 мг/л індолилуксусної кислоти, 1,0 мг/л гіберелінової кислоти, 25,0 мг/л аскорбінової кислоти).

Ключові слова: микрклонавання, стерилізація експлантів, поживне середовище, роза ефіроолійна сорту Радуга, роза ефіроолійна сорту Лань, роза ефіроолійна сорту Лада

MICROCLONAL PROPAGATION OF ESSENTIAL OIL-ROSE (*ROSA L.*) *IN VITRO*

Shkopinskii E.A., *Talankova-Sereda T.E., Gritsenko Y.Y., Dobriden A.A., Getman A.A.

Zaporozhian national university

69600, Ukraine, Zaporozhye, Zhukovskogo street, 66

*Medical college of Zaporozhian state medical university

69027, Ukraine, Zaporozhye, Kosmicheskaya street, 2V

tt77-07@mail.ru

Rose is one of the main essential oil cultures, which is grown up in AR Crimea. Now the proprietor of all variety of essential oil rose, brought in «State register of plant variety of Ukraine» is Crimea agriculture institute. Authors of variety Lan, Raduga and Lada are L.G.Nazarenko and L.A.Grishchenko.

On the basis of Co Ltd “Krymagrosoyuz” enterprise in January 2014 was opened laboratory of “Microcloned reproduction biotechnology”. The main aim of its opening was reception of a high-quality healthy planting stock, which is free from virus, fungi and bacterial diseases.

The effective way of essential oil rose variety Raduga, Lan, Lada gemmae sterilization at introduction *in vitro* is offered in given work. Updated Murasige and Skuga growth medium are offered for introduction in essential oil rose plants culture.

Objective of this research is selection of effective sterilization methods of placed into culture rose variety Raduga, Lan, Lada explants, and also growth mediums for introduction in culture that allows to increase quantity and to accelerate explants reception for the further microreproduction.

As initial material for research were used essential oil rose plants of variety Raduga, Lan, Lada. Shoots for research were taken in November in AR Crimea. They remained in refrigerating chamber at temperature +3-5 C° in wet fabric in air-locked containers.

Preparation of laboratory plates and dishes, tools and growth medium preparation were made for work by the standard techniques. For explants cultivation test glasses 1,5 x 16 sm with volume of a growth medium 10 ml and flasks Erlenmeyer with volume 100 ml which contained 20 ml of growth medium were used.

For introduction in culture have been used apical and lateral gemmae as initial explant.

On the basis of existing methods of introduced explants sterilization *in vitro* and various ways of their processing, we developed and used following methods. So, at the initial stage rose branches with gemmae were washed out by flowing water. The further processing was spent by solution with antimycotic agent “Fundazol” (0,01 g/l) addition in exposition 3 hours at constant stirring on magnetic mixer. The basic sterilization was spent in three ways. For aseptic essential oil rose material were used superficial processing by solutions of ethanol 70 %, hydrogen peroxide 20 % and «Domestos» solution in dilution 2:1 with distilled water.

At the first way the material was processed by ethanol 70 % 1 minute, then by washing-up liquid «Domestos» in dilution 3:1 with distilled water in an exposition of 5 minutes. At the second way processing 20 % perhydrol – 2 minutes, 70 % ethanol in exposition 1 minute and solution «Domestos» in dilution 2:1 with distilled water in exposition of 10 minutes. At the third way of processing was used a mix of 10 % perhydrol and 70 % ethanol in exposition of 5 minutes and solution «Domestos» in dilution 2:1 with distilled water in exposition of 15 minutes. After the basic sterilization explants were exposed to fivefold washing in sterile distilled water for removal of sterilizing substances.

Explants were cultivated on modified Murasige and Skuga (MS) growth mediums. Growth mediums have been added by growth regulators, in particular were used 6-furfurilaminopurin (kinetin), indoleacetic acid and gibberellin acid. Growth mediums were exposed to autoclaving pending 20 minutes at pressure in the sterilizing chamber 1-1,2 atm. In 21 day the analysis of essential oil rose explants viability and contamination was carried out.

As a result of explants sterilization it is possible to draw a conclusion, that the second way of sterilization provided the greatest explants viability (on the average 82,3 %). In the first and third variant of sterilization at plants of all variety the percent of an exit sterile explants has averaged 18,3 % and 11,3 % accordingly. It is necessary to notice, that low viability at the third variant of sterilization is caused by aggression of sterilizing agents which oppressed their germinating ability. The further explants sterilization was spent by the second way.

The isolated essential oil rose plants tissues *in vitro* of variety Raduga, Lan, Lada in cultural room were at light exposure – 2,0-2,5 thousand Lk, the photoperiod – 16/8 h, temperature – 25-27°C and with relative air humidity – 50-60 %.

From a sterile vegetative material in laminar box by means of magnifier (× 5) and sterile tools set from aseptic plant gemmae were taken apexes with the size 0,5-2 mm.

Sterilized explants were placed on Murasige and Skuga agarinic modified growth medium, which was added with ascorbic acid as an antioxidant, and as growth regulators were used 6-furfurilaminopurin, indoleacetic acid and gibberellin acid. Ascorbic acid was used by us in concentration 25 mg/l for decreasing negative influence of phenols oxidation products on explants.

According to received data, essential oil rose meristematic explants establishment of variety Raduga on growth medium MS3 was more than in 2 times above, than on other variants of growth mediums. For roses of variety Lan the more productive has proved to be MS2 growth medium. Isolated rose meristems of variety Lada were regenerated on two growth mediums more actively: MS2 and MS4.

The perspectives of further researches of our laboratory is introduction in culture industrially valuable, used in perfumery essential oil plants, in particular lavenders angustifoliae (*Lavandula angustifolia*) of variety Stepnaya, Rannaya and Sineva.

As a result of spent researches the most effective way of three-stage rose gemmae sterilization of variety Raduga, Lan and Lada, which consisted of 20 % H₂O₂ – 2 minutes, then 70 % ethanol – 1 minute and solution «Domestos» in dilution 2:1 in an exposition of 10 minutes has been allocated. The exit of sterile plants at the specified way of sterilization varied from 78 % to 86 %.

During research growth medium composition approbation has been spent for essential oil rose introduction of variety Raduga, Lan, Lada. It is revealed, that an optimum growth medium for essential oil rose of variety Raduga is MS3, of variety Lan – MS2 and of variety Lada – MS2 and MS4.

The carried out researches have shown, that clonal microreproduction is accompanied by plants improvement.

Key words: microcloning, explants sterilization, growth medium, essential oil rose of variety Raduga, essential oil rose of variety Lan, essential oil rose of variety Lada

ВВЕДЕНИЕ

Роза – одна из основных эфиромасличных культур, выращиваемая в АР Крым. Роза (*Rosa L.*) – род подсемейства розовые (*Rosaidea L.*) семейства Розоцветные (*Rosaceae L.*), который включает около 400 видов и более 25 тыс. сортов. В настоящее время собственником всех сортов розы эфиромасличной, внесенных в «Государственный реестр сортов растений Украины» является ИСХ Крыма. Авторами сортов Лань, Радуга и Лада являются Л.Г. Назаренко и Л.А. Грищенко.

На базе предприятия ООО «КРЫМАГРОСОЮЗ» в январе 2014 года начала работу лаборатория «Биотехнологии микроразмножения», основной задачей которой является получение высококачественного, здорового посадочного материала свободного от вирусных, грибных и бактериальных заболеваний.

В данной работе предложен эффективный способ стерилизации почек эфиромасличной розы сортов Радуга, Лань и Лада при введении *in vitro*. Для введения в культуру растений эфиромасличной розы предложены модификации питательной среды Мурасиге и Скуга [1].

Клональное микроразмножение включает в себя несколько этапов: введение эксплантов в культуру, собственно микроразмножение, укоренение растений *in vitro* и адаптацию размножаемых растений к нестерильным условиям произрастания [2-4].

Следует отметить, что на размножение *in vitro* влияют генотип, возраст исходного растения, сезонность изоляции, а также размер исходного экспланта. Из гормональных факторов – соотношение цитокининов и ауксинов, состав питательной среды, а из физических – кислотность среды, условия освещения, а также температурный режим и относительная влажность воздуха. К физиологическим факторам относится время (сезон года) изоляции экспланта. Ткани и органы, изолированные в момент вегетации растений, обладают более высокой чувствительностью к составу питательной среды и способны с высокой частотой образовывать адвентивные почки, формировать побеги и укореняться, по сравнению с тканями, взятыми в качестве экспланта, в период глубокого и вынужденного покоя [4-6].

Целью данного исследования является подбор эффективных методов стерилизации вводимых в культуру эксплантов розы сортов Радуга, Лань и Лада, а также питательных сред для введения в культуру, что позволяет увеличить количество и ускорить получение эксплантов для дальнейшего микроразмножения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исходным материалом для исследования послужили растения эфиромасличной розы сортов – Радуга, Лань и Лада. Побеги были взяты для исследования в ноябре и привезены из АР

Крым, сохранялись в холодильной камере при температуре $+3-5^{\circ}$ во влажных тканях в герметичных контейнерах.

Подготовка лабораторной посуды, инструментов и приготовление питательных сред для работы производили по общепринятым методикам [1, 2]. Для культивирования эксплантов использовали пробирки 1,5x16 см с объемом питательной среды 10 мл и колбы Эрленмейера объемом 100 мл, которые содержали 20 мл питательной среды (рис. 1).

Для введения в культуру были использованы апикальные и латеральные почки в качестве исходного экспланта. На основе существующих методов стерилизации вводимых эксплантов *in vitro* и различных способов их обработки [3], нами были разработаны и использованы следующие методы. Так, на начальном этапе побеги роз с почками промывали проточной водой. Дальнейшую обработку проводили раствором с добавлением фунгицида «Фундазол» (0,01 г/л) в экспозиции 3 часа при постоянном помешивании на магнитной мешалке. Основную стерилизацию проводили тремя способами (табл. 1). Для получения асептического материала розы эфиромасличной использовали поверхностную обработку растворами этилового спирта 70%, перекиси водорода 20% и раствора «Доместос» в разведении 2:1 с дистиллированной водой.



Рис. 1. Микрклональное размножение розы эфиромасличной в пробирках и колбах Эрленмейера

При первом способе материал обрабатывали 70% этанолом 1 минуту, затем моющим средством «Доместос» в разведении 3:1 с дистиллированной водой в экспозиции 5 минут. При втором способе обработку осуществляли 20% пергидролем – 2 минуты, 70% этанолом в экспозиции 1 минуту и раствором «Доместос» в разведении 2:1 с дистиллированной водой в экспозиции 10 минут. При третьем способе обработки использовали смесь 10% пергидроля с 70% этанолом в экспозиции 5 минут и раствор «Доместос» в разведении 2:1 с дистиллированной водой в экспозиции 15 минут. После основной стерилизации экспланты подвергались пятикратной промывке в стерильной дистиллированной воде для удаления стерилизующих веществ.

Экспланты культивировали на модифицированной питательной среде Мурасиге и Скуга (MS). Питательные среды были дополнены регуляторами роста, в частности использовали 6-фурфуриламинопурин (кинетин), индолилуксусную кислоту (ИУК) и гиббереллиновую кислоту (ГК). Питательные среды подвергались автоклавированию в течении 20 минут при давлении в стерилизационной камере 1-1,2 атм. На 21-е сутки проводился анализ жизнеспособности и инфицированности эксплантов эфиромасличной розы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При обработке первым способом стерилизации эксплантов наблюдался выход стерильных эксплантов эфиромасличной розы сорта Радуга – 21 шт. (18,3±3,6 % от всего количества простерилизованных эксплантов), сорта Лань – 21 шт. (21,2±4,1 % от всего количества простерилизованных эксплантов), сорта Лада – 17 шт. (16,0±3,5 % от всего количества простерилизованных эксплантов) (табл. 1).

При втором способе стерилизации выход стерильных эксплантов среди сортов эфиромасличной розы распределился следующим образом. Так, у сорта Радуга выход стерильных эксплантов составил 79 шт. (78,2±4,1 % от всего количества простерилизованных эксплантов), у сорта Лань – 83 шт. (85,6±3,5 % от всего количества простерилизованных эксплантов), у сорта Лада – 78 шт. (83,0±3,9 % от всего количества простерилизованных эксплантов) (табл. 1).

При третьем способе стерилизации были получены следующие результаты. У сорта Радуга выход стерильных эксплантов составил 14 шт. (12,6±3,1 % от всего количества простерилизованных эксплантов), у сорта Лань – 9 шт. (8,8±2,8 % от всего количества простерилизованных эксплантов), у сорта Лада – 12 шт. (12,2±3,3 % от всего количества простерилизованных эксплантов) (табл. 1).

Таким образом, в результате стерилизации эксплантов вышеперечисленными способами можно сделать вывод, что второй способ стерилизации обеспечивал наибольшую жизнеспособность эксплантов (в среднем 82,3 %). В первом и третьем варианте стерилизации у растений всех сортов процент выхода стерильных эксплантов составил в среднем 18,3 % и 11,3 % соответственно (табл. 1). Необходимо отметить, что низкая жизнеспособность при третьем варианте стерилизации обусловлена агрессивностью стерилизующих агентов, которые угнетали их проростание. Дальнейшая стерилизация эксплантов проводилась вторым способом.

Таблица 1 – Жизнеспособность эксплантов розы эфиромасличной при введении почек *in vitro* в зависимости от способа стерилизации

№ п/п	Способ стерилизации эксплантов	Сорт эфиромасличной розы	Количество простерилизованных эксплантов, шт	Выход стерильных эксплантов, шт.	Выход стерильных эксплантов, %
1.	- 70% этанол (1 мин); - р-р «Доместос» в разведении 3:1 (5 мин)	Радуга	115	21	18,3±3,6
		Лань	99	21	21,2±4,1
		Лада	106	17	16,0±3,5
2.	- 20% H ₂ O ₂ (2 мин); - 70% этанол (1 мин); - р-р «Доместос» в разведении 2:1 (10 мин)	Радуга	101	79	78,2±4,1
		Лань	97	83	85,6±3,5
		Лада	94	78	83,0±3,9
3.	- смесь 10% H ₂ O ₂ с 70% этанолом (5 мин); - р-р «Доместос» в разведении 2:1 (15 мин)	Радуга	111	14	12,6±3,1
		Лань	102	9	8,8±2,8
		Лада	98	12	12,2±3,3

Согласно литературных данных, первый этап клонального размножения включает в себя подбор растения-донора, введение *in vitro* и получение хорошо растущей стерильной культуры [6]. В культуральной комнате находились изолированные ткани *in vitro* растений эфиромасличной

розы сортов Радуга, Лань и Лада при освещенности – 2,0-2,5 тыс. лк., фотопериоде – 16/8 ч, температуре – 25-27° С и относительной влажности воздуха – 50-60% (рис. 2).

Из стерильного растительного материала в ламинарном боксе с помощью лупы (×5) и набора стерильных инструментов из асептических почек растений извлекали апексы размером 0,5-2 мм. Извлечение апексов проводилось с учетом того, что размер экспланта также является фактором, определяющим успех микроразмножения. Чем меньше эксплант, тем меньшей регенерационной способностью он обладает, но он менее жизнеспособен. С другой стороны, в клетках крупного экспланта увеличивается возможность появления патогенов, что препятствует оздоровлению размноженных в культуре тканей растений. Оптимальная величина экспланта зависит от видовых особенностей растения-донора и свойств органа, из которого изолирован эксплант.

Простерилизованные экспланты помещали на агаризованную модифицированную питательную среду Мурасиге и Скуга (МС) дополненную аскорбиновой кислотой в качестве антиоксиданта, а в качестве регуляторов роста использовали 6-фурфуриламинопурин, индолилуксусную кислоту (ИУК) и гиббереллиновую кислоту [2, 4, 7].



Рис. 2. Культуральная комната

Аскорбиновая кислота нами использовалась в концентрации 25 мг/л с целью снижения негативного влияния продуктов окисления фенолов на экспланты [4,5].

Состав питательных сред, использованных для введения в культуру растений розы сортов Радуга, Лань и Лада *in vitro*, приведен в табл. 2.

Таблица 2 – Состав питательных сред по Мурасиге и Скугу для введения в культуру *in vitro* эфиромасличной розы

Модификация среды Мурасиге-Скуга	концентрация, мг/л				рН
	Аскорбиновая к-та, мг	Кинетин, мг	ИУК, мг	Гиббереллиновая кислота, мг	
MS 1	25,0	0,5	0,04	1,0	5,72
MS 2	25,0	1,0	0,04	1,0	5,77
MS 3	25,0	2,0	0,04	1,0	5,75
MS 4	25,0	1,0	0,2	1,0	5,80
MS 5	25,0	2,0	0,5	1,0	5,73

Согласно полученным данным (табл. 3) приживаемость меристемных эксплантов розы сорта Радуга на питательной среде MS3 была более чем в 2 раза выше, чем на остальных вариантах питательных сред. Для роз сорта Лань более продуктивной показала себя среда MS2. Изолированные меристемы роз сорта Лада активнее регенерировали на двух средах: MS2 и MS4 (рис. 3).

Таблица 3 – Длина побега растений эфиромасличной розы после второго способа стерилизации на 21-е сутки после помещения их на различные питательные среды

Модификация среды Мурасиге-Скуга	Длина побега, мм		
	Сорт эфиромасличной розы Радуга	Сорт эфиромасличной розы Лань	Сорт эфиромасличной розы Лада
MS1	2,03±0,11	3,96±0,24	4,59±0,38
MS2	4,02±0,12	16,00±0,51	14,01±0,58
MS3	11,86±0,84	5,06±0,28	6,02±0,27
MS4	4,08±0,24	6,96±0,33	16,00±0,55
MS5	7,00±0,21	6,01±0,33	6,01±0,46

Проведенные исследования также показали, что клональное микроразмножение сопровождается оздоровлением растений, так как небольшая часть растения – эксплант, применяемый для клонального размножения, подвергается стерилизации. Асептическое культивирование на стерильных питательных средах в условиях, исключающих инфицирование, оздоравливает полученные растения от нематод и бактериальных патогенов. Таким образом, можно предполагать, что в сочетании с термотерапией и химиотерапией метод клонального размножения позволит в значительной степени избавиться и от вирусов, виридов и микоплазм.



Рис. 3. Экспланты роз на 21-й день культивирования

Перспективами дальнейших исследований нашей лаборатории является введение в культуру промышленно ценных, используемых в парфюмерии эфиромасличных растений, в частности лаванды узколистной (*Lavandula angustifolia*) сортов Степная, Ранняя и Синева.

ВЫВОДЫ

1. В результате проведенных исследований был выделен наиболее эффективный способ трёхступенчатой стерилизации почек роз сортов Радуга, Лань и Лада, состоящий из стерилизации 20% H₂O₂ – 2 минуты, затем 70% этанолом – 1 минуту и раствором «Доместос» в разведении 2:1 в экспозиции 10 минут. Выход стерильных растений при указанном способе стерилизации варьировал от 78% до 86%.
2. В ходе исследования была проведена апробация составов питательных сред для введения в культуру эфиромасличных роз сортов Радуга, Лань и Лада. Выявлено, что оптимальной питательной средой для розы эфиромасличной сорта Радуга является среда MS3, для сорта Лань – среда MS2 и для сорта Лада – среды MS2 и MS4.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бутенко Р.Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений / Р.Г. Бутенко. – М.: Наука, 1964. – 272 с.
3. Калинин Ф.Л. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений / Ф.Л. Калинин, В.В. Сарнацкая, В.Е. Полищук. – К.: Наукова думка, 1980. – 488 с.
4. Кушнір Г.П. Мікроклональне розмноження рослин / Г.П. Кушнір, В.В. Сарнацька. – К.: Наукова думка, 2005. – 271 с.
5. Калинин Ф.Л. Технология микрклонального размножения растений / Ф.Л. Калинин, Г.П. Кушнір, В.В. Сарнацька. – К.: Наукова думка, 1992. – 232 с.
6. Пилунская О.А. Использование биотехнологических методов для размножения розы эфиромасличной / О.А. Пилунская, А.М. Бугара // Проблемы, достижения и перспективы развития медико-биологических наук и практического здравоохранения. Труды Крымского государственного медицинского университета. – 2001. – Т. 137. – С. 91-93.
7. Пилунская О.А. Введение в культуру *in vitro* розы эфиромасличной / О.А. Пилунская // Научные труды Крымского государственного аграрного университета. – 1999. – Вып. 58. – С. 88-97.
8. Высоцкий В.А. Клональное микроразмножение растений / В.А. Высоцкий // Культура клеток растений и биотехнология. – М.: Наука, 1986. – С. 285.

REFERENCES

1. Butenko R.G. Kultura izolirovannyh tkaney I fiziologiya morfogeneza rasteniy / R.G. Butenko. – M.: Nauka, 1964. – 272 s.
2. Kalinin F.L. Metody kultury tkaney v fiziologii I biohimii rasteniy / F.L. Kalinin, V.V. Sarnatskaya, V.E. Polischuk. – K.: Naukova dumka, 1980. – 488 s.
3. Kushnir G.P. Mikroklonalne rozmnozheniya roslin / G.P. Kushnir, V.V. Sarnatskaya. – K.: Naukova dumka, 2005. – 271 s.
4. Kalinin F.L. Tehnologiya mikronalnogo rozmnozheniya rasteniy / F.L. Kalinin, G.P. Kushnir, V.V. Sarnatskaya. – K.: Naukova dumka, 1992. – 232 s.
5. Pilunskaya O.A. Isrolzovaniye biotehnologicheskikh metodov dlya rozmnozheniya rozy efiromaslichnoy / O.A. Pilunskaya, A.M. Bugara // Problemy, dostizheniya i perspektivy razvitiya mediko-biologicheskikh nauk i prakticheskogo zdravooohraneniya. Trudy Krymskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta. – 2001. – T. 137. – S. 91-93.
6. Pilunskaya O.A. Vvedeniye v kulturu *in vitro* rozy efiromaslichnoy / O.A. Pilunskaya // Nauchnyye trudy Krymskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 1999. – Vyp. 58. – S. 88-97.
7. Vysotskiy V.A. Klonalnoye mikrorazmnozheniye rasteniy / V.A. Vysotskiy // V kn.: Kultura kletok rasteniy i biotehnologiya. – M.: Nauka, 1986. – S. 285.

УДК 582.751.42:581.48

ХАРАКТЕРИСТИКА ОКРАСКИ СЕМЯН ЛЬНА С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Ягло М.Н., Поляков В.А., *Лях В.А.

Институт масличных культур НААН,

*70417, Украина, Запорожский район, Запорожская область, пос. Солнечный,
ул. Институтская, 1*

**Запорожский национальный университет*

69600, Украина, Запорожье, ул. Жуковского, 66.

eradan_90@mail.ru

Проанализированы различные окраски семян ряда генотипов льна с использованием компьютерной программы ImageJ и отмечен разный диапазон распределения пикселей на гистограммах этих генотипов. Среднее значение интенсивности пикселей у светлосемянных образцов оказалось выше, чем у темноссемянных. Выявлена существенная разница между средними значениями интенсивности у семян желтой, горчичной и коричневой окраски.

Ключевые слова: лён масличный, окраска семенной оболочки, характеристика цвета семян, программа ImageJ.

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАБАРВЛЕННЯ НАСІННЯ ЛЬОНУ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Ягло М.М., Поляков В.О., *Лях В.О.

Институт олійних культур,

70417, Україна, Запорізький район, Запорізька область, сел. Сонячне, вул. Інститутська, 1

**Запорізький національний університет*

69600, Україна, Запоріжжя, вул. Жуковського, 66

eradan_90@mail.ru

Проаналізовано різні забарвлення насіння ряду генотипів льону з використанням комп'ютерної програми ImageJ і відзначений різний діапазон розподілу пікселів на гистограмах цих генотипів. Середнє значення інтенсивності пікселів у світлонасінневих зразків виявилось вищим, ніж у темнонасінневих. Виявлена суттєва відмінність між середніми значеннями інтенсивності у насінні жовтого, гірчичного і коричневого забарвлення.

Ключові слова: льон олійний, забарвлення насінневої оболонки, характеристика кольору насіння, програма ImageJ

CHARACTERISING FLAX SEED COLORATION USING MODERN INSTRUMENTAL TECHNOLOGIES

Yaglo M.N., Polyakov V.A., *Lyakh V.A.

Institute of Oilseed Crops

70417, Ukraine, Zaporizhzhya distr., Zaporizhzhya reg, vil. Sonyachne, Instytutska Street, 1

**Zaporizhzhya National Universit,*

69600, Ukraine, Zaporizhzhya, Zhukovskogo Street 66.

eradan_90@mail.ru

Flax marker traits are very diverse. Seed color is used as an important marker trait. There are two main types of seed coloration: dark (brown) and light (yellow). Color range of seeds was extended as a result of induced mutagenesis. Due to the hue accumulation it becomes necessary to identify and classify the different seed colors. Visual perception of each person is very individual. Therefore, reduction of the human influence to a minimum and use of computer color capabilities to identify accessions is very important.

Researchers previously attempted seed coloration recognition. For example, one of the affordable and economical ways to determine seed coloration in wheat was soaking them in water. The development of modern digital technology has opened up new possibilities for studying morphometric (size and shape) and colorimetric (color variation) seed characteristics.

Scientists of Institute for Breeding and Genetics (Odessa) Cevma, Khokhlov and others investigated the potential of ImageJ computer program to recognize color of wheat seeds, which is able to distinguish

between dozens of variations of seed colorations. We decided that this software gives a great opportunity for us to study seed coloration characteristics. Purpose of this work was to determine flax seed coloration of different types using ImageJ.

We studied 6 samples of different colored oil flax seeds: four varieties – Pivdenna nich (brown seed color), Iceberg (brown), Vodograi (brown), Zolotystyi (yellow) and 2 samples of wild flax species – *L. crepitans* (moderate brown) and *L. angustifolium* (mustard seed color). Samples studied were grown under the same field conditions of 2013. To scan seeds they were horizontally placed on a sheet in a row, each sample separately, and an image scanner scanned them at 600 dpi. For the most accurate seed color representation we evaluated the entire area of the image of each seed, and not its individual fragments. For a clear interpretation of the colorimetric indicators we used 8-bit RGB characteristics. Gray constant was calculated using the formula $Y = 0,299 R + 0,587 G + 0,114 B$.

Histograms of red and green channels for the yellow and mustard-colored seed samples are shifted to the right, unlike those for brown seed samples. Comparing the histograms for different samples a significant difference is obvious in pixel distribution. Wide range of pixel distribution was observed in *L. crepitans*, and narrow one in Zolotystyi variety across red and green channels, but not in blue channel. Having the majority of pixels in a narrow range may indicate a more uniform seed coloration of Zolotystyi variety than that of wild species *L. crepitans*.

Evidently, histograms were defined by coloration peculiarities, although the histogram can reflect granularities of color and texture of the object's surface. On the other hand, growing conditions and seed storage can influence their coloration. All this complicates an objective assessment. For a complete analysis, not only ImageJ software generates a histogram, but it also calculates the numerical data.

Colorimetric data analysis results (mean intensity, standard deviation and mode) are shown in the table. The table shows Pivdenna nich variety with brown colored seeds had the smallest mean value of RGB and grey channels among the analyzed genotypes, while Zolotystyi variety with yellow seeds had the largest mean value. For example, the average pixel intensity across the red channel was 206.2 for Zolotystyi variety, and 143.2 for Pivdenna nich variety. Minimal interval among genotypes was observed for blue channel (42.3), and maximal – across green channel (74.7). Samples from group with brown-colored seeds also varied on pixel intensity. Among them Vodograi variety had larger mean intensity values than the other samples, and across red channel it averaged substantially different than Pivdenna nich variety. *L. angustifolium* sample with mustard colored seeds significantly differed from other samples in the mean pixel intensity value for red, green and gray colors, except for blue. Mean pixel intensity obtained analyzing yellow, mustard and brown colored seeds correlated well with human visual perception of colors.

Comprehensive analysis of seed digital images allows us to evaluate their morphological uniformity as well as their colorimetric characteristics. ImageJ software is a powerful tool and has rich possibilities for processing and obtaining necessary information from images. Any independent researcher using ImageJ and RGB data will be able to recreate real color of the seeds and give it an objective assessment.

Research resulted in analyzing six oil flax genotypes with different seed coloration using ImageJ software and establishing their numerical and graphical characteristics across red, green, blue, and gray channels. The shift in distribution of pixels' intensity on histograms for yellow and mustard colored samples to the right across red and green channels compared to brown colored seeds was described. The different range of pixel distribution on histograms of different genotypes was noticed. The widest range was detected for wild species *L. crepitans*, and the narrowest one – for Zolotystyi variety. Mean intensity value for light-seeded samples was higher than for dark-seeded ones. A substantial difference in mean intensity values for yellow (approx. 170 across green and gray channels, over 200 for red), mustard (within 140-150 range across green and gray channels, approx. 190 for red) and brown seed color (within 95-130 range across green and gray channels and within 140-165 range for red). Mean values obtained for blue channel, were the least suitable for genotype differentiation by seed coloration.

Key words: oil flax, seed coloration, seed color characteristics, ImageJ software.

ВВЕДЕНИЕ

В селекции и семеноводстве особое значение имеет чистосортность семенного материала. Поэтому важной задачей для селекционеров является создание высокотехнологичных сортов, которые сочетают в себе ценные характеристики продуктивности и отличаются визуально. Маркерные признаки льна очень разнообразны. Существенные морфологические отличия касаются признаков цветка. В качестве важного маркерного признака используется и цвет семян. Выделяют два основных типа окраски семян: темный (коричневый) и светлый (желтый). В результате использования индуцированного мутагенеза был расширен спектр окраски семян в пределах образцов с определенной окраской цветка. Так, среди белоцветковых линий кроме желтого цвета семян наблюдаются горчичные (желто-

коричневые), кремовые (тускло-желтые), ореховые (светло-коричневые), зеленые и другие оттенки, а также различного типа пятнистости [1].

В связи с накоплением оттенков цвета возникает потребность в их идентификации и систематизации. Зрительные восприятия каждого человека очень индивидуальны. Поэтому, сведение человеческого фактора к минимуму и применение инструментальных возможностей распознавания цвета селекционных объектов является очень актуальным.

Попытки распознавания цвета зерна исследователями применялись и раньше. Так, одним из доступных и экономичных способов визуального определения цвета зерна было замачивание семян в воде [2]. Развитие современных цифровых технологий открыло новые возможности для изучения морфометрических (размер и форма) и колориметрических (вариации цвета) характеристик такого объекта селекции как семяна [1].

Ученые Селекционно-генетического института (г. Одесса) В.М. Цевма, А.Н. Хохлов и др. [3-6] исследовали потенциальные возможности цифровых систем распознавать цвет зерна пшеницы, в частности с использованием компьютерной программы ImageJ, которая способна различать десятки вариаций цвета зерна. Это даёт большие возможности для характеристики цвета семян.

Целью данной работы является определение цвета семян льна с разными типами окраски семенной оболочки с помощью программы ImageJ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве материала были использованы 6 образцов льна масличного, отличающихся цветом семян. Объектами исследований стали семена 4-х сортов селекции Института масличных культур (г. Запорожье) – Південна ніч (коричневая окраска семян), Айсберг (коричневая), Водограй (коричневая), Золотистый (желтая) и 2 образца диких видов льна – *L. crepitans* (умеренно коричневая) и *L. angustifolium* (горчичная). Для точности опыта сравниваемые образцы должны находиться в одних и тех же условиях произрастания и хранения. Учитывая это, исследуемые образцы льна были выращены в одинаковых полевых условиях 2013 года.

Для сканирования семян льна их размещали на листе в ряд каждый образец отдельно, ориентируя их главные оси вдоль горизонталей, зародышем в одну сторону, и сканером модели Canon MP190 снимали изображение в формате «миллионы цветов» при 600 dpi (пикселей / дюйм). С помощью офисного сканера и программы ImageJ получали изображение семян, на котором обводили контур каждого отдельного семени. Для максимально точной цветопередачи семян оценивали всю площадь изображения каждого семени, а не его отдельный фрагмент. Такой подход позволяет уменьшить влияние случайных полостей, теневых участков, нетипичных, поврежденных семян, а также может использоваться при пятнистом типе окраски. У каждого исследуемого образца были сняты колориметрические характеристики 15 семян и проанализированы их изображения.

Для четкой интерпретации колориметрических показателей использовали 8-битную схему характеристики RGB (красного, зеленого, синего), которая включает 256 градаций от самого темного к самому светлому уровню. Полная шкала цвета лежит в пределах от 0,0,0 (полностью черного) до 255, 255, 255 (полностью белого). Мы использовали для анализа гистограммы цветов RGB. Преимуществом использования констант RGB является то, что они универсальны при кодировании изображений в компьютерной технике и являются независимыми от операционных систем и программного обеспечения (при условии использования качественных дисплеев). Поэтому информация, закодированная в параметрах RGB, может быть воспроизведена в любой системе. Серую константу рассчитывали по формуле $Y = 0,299 R + 0,587 G + 0,114 B$ [5]. Она является общепринятой и используется для передачи цветных изображений в сером диапазоне, так как человеческий глаз по-разному воспринимает интенсивность базовых цветов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 1-3 представлены гистограммы распределения пикселей по интенсивности в каналах RGB при анализе семян льна различной окраски. Как видно из рис. 1-2, гистограммы красного и зеленого каналов у желто- и горчиносемянного образцов, в отличие от образцов с коричневыми семенами, смещены вправо.

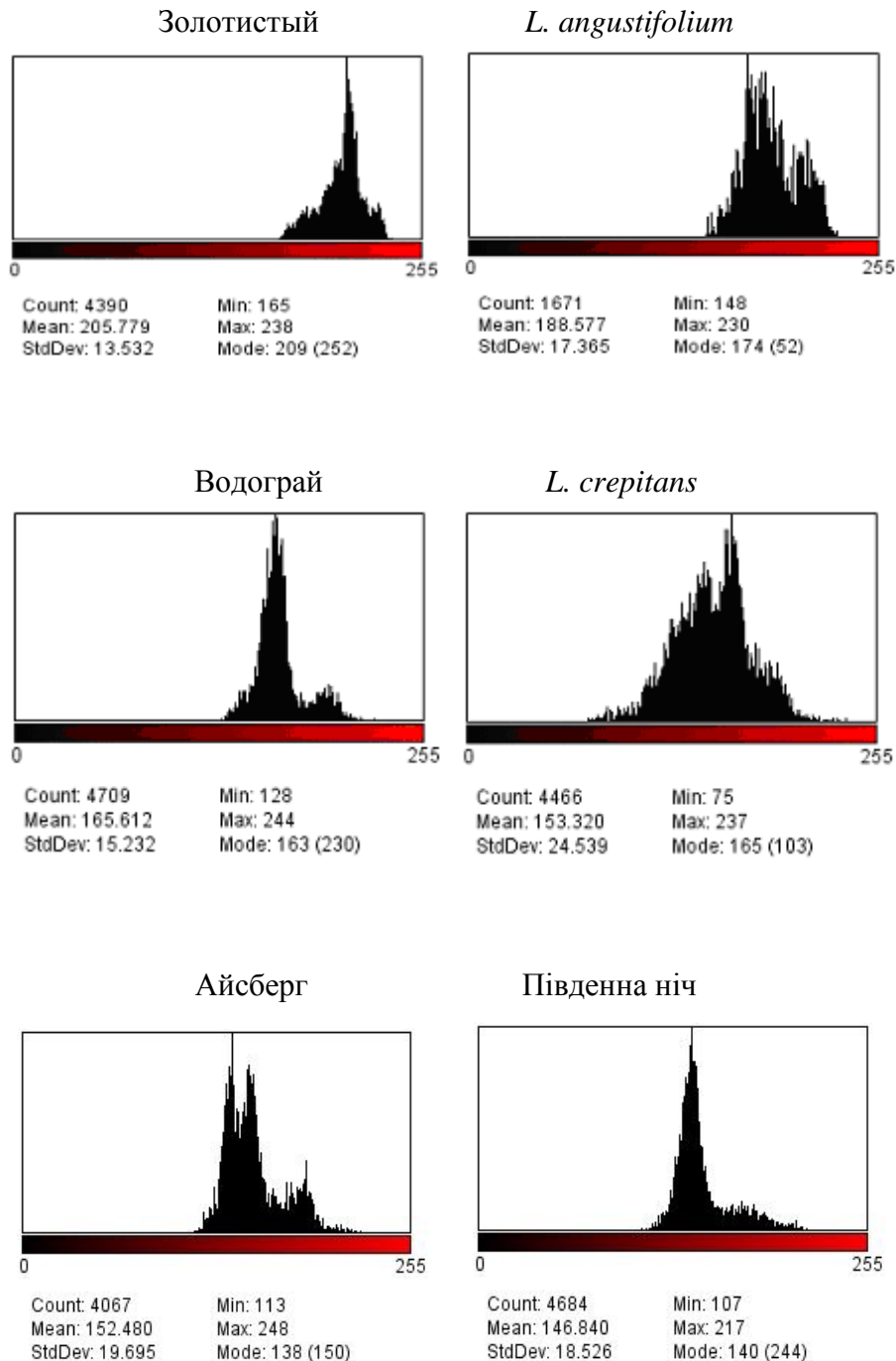


Рис.1. Гистограммы распределения пикселей по интенсивности в канале R при анализе семян льна масличного различной окраски

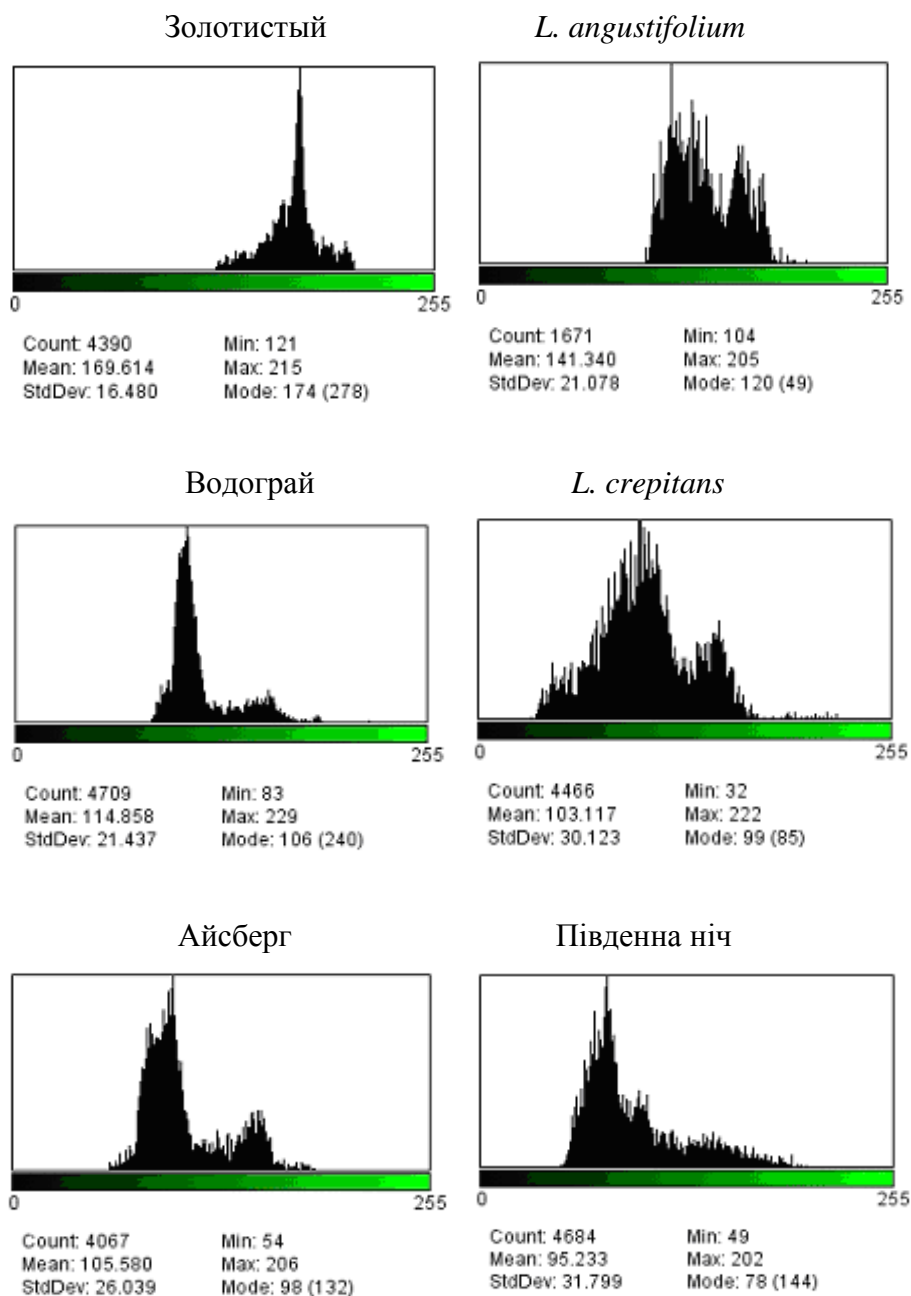
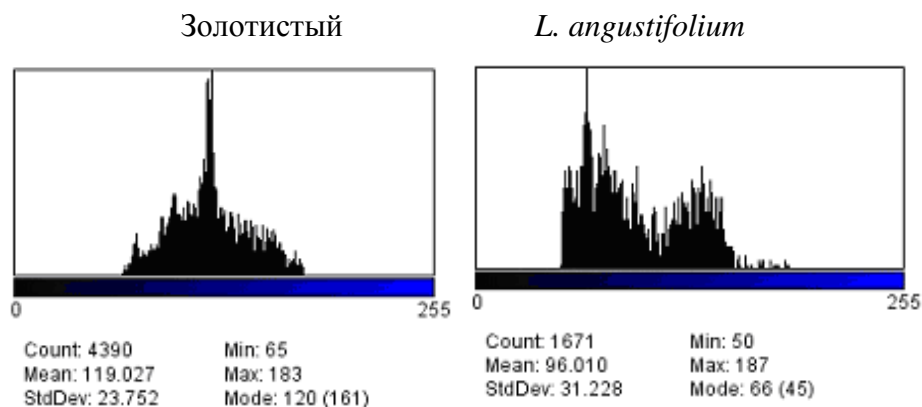


Рис.2. Гистограммы распределения пикселей по интенсивности в канале G при анализе семян льна масличного различной окраски



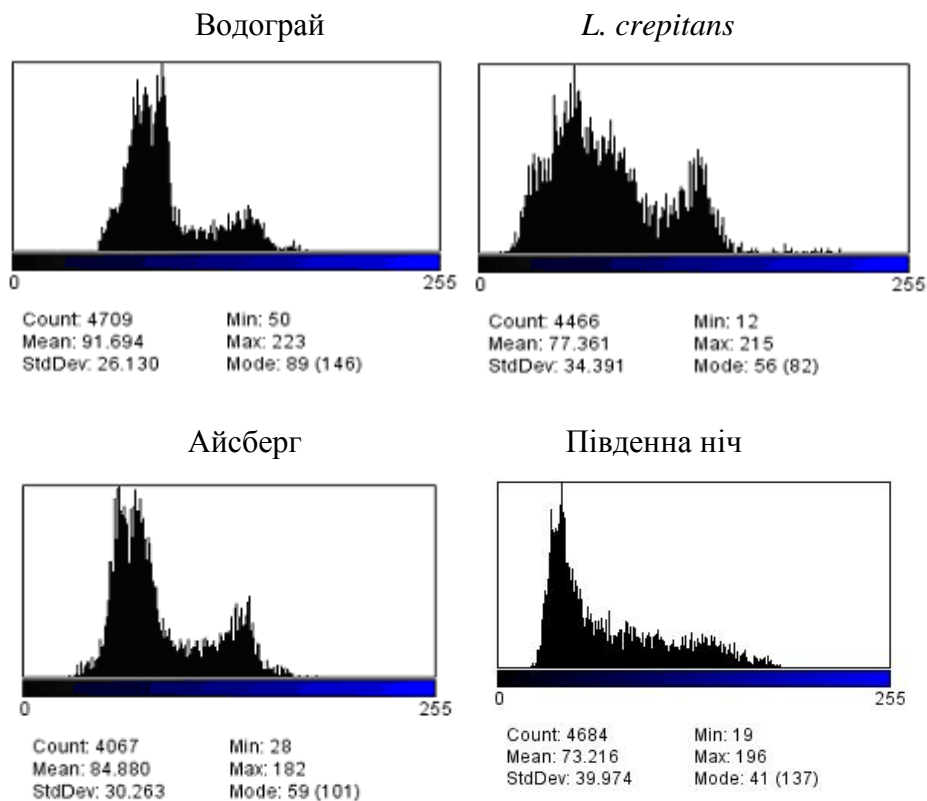


Рис.3. Гистограммы распределения пикселей по интенсивности в канале В при анализе семян льна масличного различной окраски

Сравнивая гистограммы различных образцов, отметим очевидную существенную разницу между ними в распределении пикселей. Широкий диапазон распределения пикселей отмечено у *L. crepitans*, а узкий – у сорта Золотистый в каналах красного и зеленого цвета. В канале синего цвета разница между образцами в этом отношении не наблюдается. Наличие большинства пикселей в узком диапазоне может указывать на большую однородность окраски семян сорта Золотистый, чем в случае с диким видом *L. crepitans*.

Очевидно, что характер гистограмм определяется особенностями окраски, хотя на гистограмме могут отражаться также неравномерности окраски и текстуры поверхности объектов. С другой стороны, под влиянием условий выращивания и хранения семян их окраска также может варьировать. Всё это затрудняет объективность оценки. Поэтому для полноты анализа программа ImageJ не только генерирует гистограммы, но и вычисляет числовые характеристики.

Результаты анализа колориметрических показателей (средняя интенсивность, ее погрешность и мода) приведены в таблице 1. Из таблицы видно, что среди проанализированных генотипов наименьшим средним значением как в каналах RGB, так и в сером цвете характеризовался сорт Південна ніч с коричневой окраской семян, а наибольшим – желтосемянный сорт Золотистый. Так, в красном цвете средняя интенсивность пикселей для сорта Золотистый составила 206,2, а для сорта Південна ніч – 143,2. Наименьший интервал между генотипами наблюдался в синем канале (42,3), а наибольший – в зеленом (74,7). Группа коричневосемянных образцов также различалась по этому показателю. Среди них сорт Водограй имел большие значения средней интенсивности, чем другие образцы, и в красном канале его среднее значение значительно отличалось от значения сорта Південна ніч. Образец *L. angustifolium* с горчичной окраской семян значительно отличался от других образцов по среднему значению интенсивности пикселей в красном, зеленом и сером цветах, кроме синего. Показатели средней интенсивности пикселей, полученных при анализе семян желтого, горчичного и коричневого цвета, хорошо соотносятся с визуальным восприятием этих окрасок человеком.

Таблиця 1 – Аналіз інтенсивності окраски семян різних генотипів льна.

Генотип / окраска семян	Серый Y*	Красный R		Зеленый G		Синий B	
	Среднее	Среднее	Мода	Среднее	Мода	Среднее	Мода
Золотистый, желтая	174,2 ±3,93	206,2 ±3,26	209	169,2 ±3,99	174	116,3 ±6,14	120
<i>L. angustifolium</i> , горчичная	151,1 ±5,25	189,6 ±3,94	174	141,9 ±5,42	120	97,5 ± 8,72	66
Водограй, коричневая	128,7 ±5,65	164,3 ±4,42	163	110,8 ±6,02	106	93,9 ± 7,68	89
<i>L. crepitans</i> , коричневая	116,5 ±6,99	153,6 ±5,54	165	104,7 ±7,50	99	79,7 ± 9,20	56
Айсберг, коричневая	115,7 ±6,65	151,3 ±5,07	138	104,1 ±7,14	98	81,9 ± 8,99	59
Південна ніч (сорт-стандарт), коричневая	106,2 ±7,81	143,2 ±5,65	140	94,5 ±8,56	78	74,0 ± 10,15	41

Комплексний аналіз цифрових зображень семян дає можливість оцінити їх однорідність як по морфологічним, так і по колориметричним характеристикам. На перший погляд, ImageJ – це неінтуїтивна і непростя в навчанні і управлінні програма, але, розібравшись в ній, ми отримуємо потужний інструмент і знаходимо практично неограничені можливості для обробки зображень і отримання з них необхідної інформації.

Любой незалежний дослідник, використовуючи програму ImageJ і отримавши дані RGB, зможе відтворити реальну картину окраски семян і дати об'єктивну оцінку кольору їх оболонки.

В подальшому з використанням даного інструментального підходу планується проаналізувати більш широке різноманіття окрасок льна.

ВИВОДИ

1. Проаналізовані різні окраски семян ряду генотипів льна з використанням комп'ютерної програми ImageJ і встановлені їх числові і графічні характеристики в каналах червоного, зеленого і синього, а також сірого кольорів.
2. Встановлено зсув гістограм розподілу пікселів по інтенсивності у жовто- і горчичносемянних зразках вправо в червоному і зеленому каналах порівняно з семенами коричневої окраски.
3. Відзначено різний діапазон розподілу пікселів на гістограмах різних генотипів. Найбільш широкий інтервал виявлено у дикої форми *L. crepitans*, а найбільш вузький – у сорту Золотистий.
4. Середнє значення інтенсивності пікселів у світлосемянних зразках виявилось вище, ніж у темноссемянних. Виявлено суттєву різницю між середніми значеннями інтенсивності у семян жовтої (около 170 в зеленому і сірому каналі, більше 200 в червоному), горчичній (в межах 140-150 в зеленому і сірому каналі, около 190

в красном) и коричневой (в пределах 95-130 в зеленом и сером канале и в интервале 140-165 в красном) окраски.

5. Данные средних значений, полученные в канале синего цвета, были наименее пригодными для дифференциации генотипов по окраске семян.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ягло М.Н. Маркерные признаки льна / М.Н. Ягло, В.А. Лях // Научно-технический бюллетень ИУК. – Запоріжжя, 2007. – Вип.12. – С. 86-91.
2. Демкин П.П. Об определении типичности образцов пшеницы по цвету зерна / П.П. Демкин, В.В. Пыльнева // Селекция и семеноводство. – 2000. – № 4. – С.18-19.
3. Хохлов О.М. Застосування програми аналізу зображень ImageJ в дослідженнях об'єктів сортовивчення / О.М. Хохлов // Виноградарство і виноробство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Спец. випуск. – Одеса, 2009. – С. 179-185.
4. Цевма В.М. Морфометрическая характеристика зерен пшеницы средствами «Машинного видения» / В.М. Цевма, А.Н. Хохлов // Сборник научных трудов СГИ. – Одесса, 2009. – Вып. 14 (54). – С. 182-189.
5. Коруняк А.П. Морфометрическая и колориметрическая характеристика зерен ячменя их цифровыми изображениями / А.П. Коруняк, В.М. Цевма, А.Н. Хохлов // Сборник научных трудов СГИ - НЦНС. – Одесса, 2011. – Вып. 17 (57). – С. 143-150.
6. Цевма В.М. Инструментальное определение сортоспецифических характеристик цвета зерна пшеницы / В. Цевма, А.Н. Хохлов // Сб. науч. трудов СГИ. – Одесса, 2007. – Вып. 10 (50). – С. 116-135.

REFERENCES

1. Yaglo M.N. Markernye priznaki lna / M.N. Yaglo, V.A.Lyakh // Naucovo-tekhnichniy buleten IUK. – Zaporizhzhya, 2007. – Vyp.12. – P. 86-91.
2. Demkin P.P. Ob opredelenii tipichnosti obrazcov pshenicy po cvetu zerna / P.P. Demkin, V.V. Pylneva // Selekcija i semenovodstvo. – 2000, № 4. – P.18-19.
3. Khokhlov O.M. Zastosuvannya program analizu zobrazhen ImageJ v doslidzhennyakh obektiv sortovyvchennya / O.M.Khokhlov // Vynogradarstvo I vynorobstvo. Mizhvidomchii tematychnyi naukovyi zbirnyk. Spec. vypusk – Odesa, 2009. – P. 179-185.
4. Cevma V.M. Morphometricheskaya kharakteristika zeren pshenicy sredstvami 'Mashinnogo videnia' / V.M.Cevma, A.N. Khokhlov // Sbornik nauchnykh trudov SGI. – Odessa, 2009. – Vyp. 14 (54). – P. 182-189.
5. Korunyak A.P. Morphometricheskaya i colorimetricheskaya kharakteristika zeren yachmenya ikh cifrovymi izobrazheniami / A.P. Korunyak, V.M. Cevma, A.N. Khokhlov // Sbornik nauchnykh trudov SGI – NCNS. – Odessa, 2011. – Vyp. 17 (57). – P. 143-150.
6. Cevma V.M. Instrumentalnoe opredelenie sortospecificheskykh kharakteristik cveta zerna pshenicy / V. Cevma, A.N. Khokhlov // Sb. nauch. trudov SGI. – Odessa, 2007. – Vyp. 10 (50). – P. 116-135.

РОЗДІЛ II. ЗООЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ ТВАРИН

УДК 599.735.31:574.3(477.64-2)

СУЧАСНИЙ СТАН ПОПУЛЯЦІЙ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЕКОЛОГІЇ ОЛЕНЯЧИХ В УМОВАХ ВІЛЬНОГО ІСНУВАННЯ У МЕЖАХ ІНДУСТРІАЛЬНОГО м. ЗАПОРІЖЖЯ (НА О. ХОРТИЦЯ)

Домніч А.В., *Охріменко С.Г., *Свідунівч І.М.

Запорізький національний університет

69600, Україна, Запоріжжя, вул. Жуковського 66,

domvidbio@gmail.com

**Національний заповідник «Хортиця»*

69017, Україна, Запоріжжя, вул. Старого Редуту 9,

svet-lana2006@ukr.net

Чисельність ратичних тварин на острові Хортиця в останні 5 років має тенденцію до збільшення. З 2007 року до вільного існування на острові перейшли 3 інтродуковані види оленячих: олень благородний (*Cervus elaphus* Linnaeus, 1758), олень плямистий (*Cervus nippon* Temminck, 1838) та лань європейська (*Dama dama* Linnaeus, 1758). Результати інтродукції в перші 3 роки були успішні для всіх видів інтродуцентів. На теперешній час з інтродукованих оленячих до умов острова адаптувався тільки олень плямистий. На чисельність оленячих у межах острова Хортиця впливає комплекс чинників, серед яких лімітуючими є хижак та антропогенний вплив. Зараз щільність оленячих центральної та південної частини території острова становить 40,4: ос/1000 га, у тому числі козулі – 30,1, оленя плямистого – 10,31 ос/1000 га.

Ключові слова: динаміка чисельності, інтродукція оленячих, біотопічний розподіл, лімітуючі фактори, кількість екскрецій кг/га.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ И ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ ОЛЕНЬИХ В УСЛОВИЯХ ВОЛЬНОГО ПРЕБЫВАНИЯ В ГРАНИЦАХ ИНДУСТРИАЛЬНОГО г. ЗАПОРОЖЬЕ (НА о. ХОРТИЦА)

Домнич А.В., *Охрименко С., *Свидунувч И.М.

Запорожский национальный университет,

69600, Украина, Запорожье, ул. Жуковского 66

domvidbio@gmail.com

Национальный заповедник «Хортица»

69017, Украина, Запорожье, ул. Старого Редута, 9

svet-lana2006@ukr.net

Численность копытных животных на острове Хортица в последние 5 лет имеет тенденцию к увеличению. С 2007 года к свободному существованию перешли 3 интродуцированных вида оленьих: олень благородный, олень пятнистый и лань европейская). Результаты интродукции в первые 3 года были успешными для всех видов интродуцентом. В данное время из интродуцированных оленьих к условиям острова приспособился только олень пятнистый. На численность оленьих в пределах острова Хортица влияет комплекс факторов, среди которых лимитирующими являются хищники и антропогенное влияние. Плотность оленьих центральной и южной части территории острова составляет 40,4 ос/1000 га. в том числе козули – 30,1 оленя пятнистого – 10,31 ос/1000 га.

Ключевые слова: динамика численности, интродукция оленьих, биотопическое распределение, лимитирующие факторы, количество экскреций кг/га.

MODERN STATE OF POPULATIONS AND PECULIARITIES OF CERVIDAE ECOLOGY UNDER THE FREE-WILLING CONDITIONS IN THE INDUSTRIAL CITY OF ZAPORIZHZHIA (ON THE TERRITORY OF KHORTYTSIA ISLAND)

Domnich A.V., *Okhrymenko S.G., *Svidunovich I.M.

Zaporizhzhya National University

69600, Ukraine, Zaporizhzhya, Zhukovsky Str., 66

domvidbio@gmail.com

*National Reservation "Khortytca"

69017, Ukraine, Zaporizhzhya, Staryj Redut Str., 9

svet-lana2006@ukr.net

In the last century such ungulates as: European fallow deer (*Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758), wild hog (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758), elk (*Alces alces* Linnaeus, 1758) were present on the Khortytisia island [3,4,5]. The populations of European fallow deer and wild hog are observed on the territory of the island by now. The last visual contact with elk happened at the end of October 1994.

According to our information, the abundance of European roe deer varied from year to year and from 1996 to 2013 increased almost 4,5 times. Thus, the abundance of European roe deer increased gradually from 8 animal units in 1996 to 12 units in 1997 and reached 19 animal units in 1999. Later on the reduction in quantity was registered. The abundance of European roe deer didn't outnumber 12 animal units. The minimal abundance of this species was registered in 2004 and it made up at 10 animal units. After 2004 the abundance of European roe deer began to grow step by step. In 2007 it amounted to 14 animal units, in 2010 the quantity of 25 animal units was registered [10], and in 2013 the maximum abundance amounted 35 animal units. The tendency of increasing abundance of European roe deer is observed within last 5 years.

In 2007-2008 the following cervids were brought to the Khortytisia island from the breeding center in Vinnitsa for enclosed keeping: red deer (*Cervus elaphus* Linnaeus, 1758), axis deer (*Cervus nippon* Temminck, 1838), fallow deer (*Dama dama* Linnaeus, 1758). According to the reports we received, such cervids were brought to the breeding center in Vinnitsa from the South of Ukraine within a year before that. During the enclosed keeping on the Khortytisia island less than in half a year these animals damaged the enclosure and made the switch to the free-wheeling existence on the territory of the Khortytisia island.

Analyzing the indicators of abundance dynamics of introduced cervids, i.e. red deer, axis deer and fallow deer within the period of 2007-2013 on the Khortytisia island, we can observe, that the abundance of red deer population varied from 1 to 4 animal units during 2008-2013, the abundance of fallow deer amounted 3-5 animal units during 2008-2010. It is noteworthy, that the reproduction of all introduced cervids was observed in the island conditions.

The abundance of axis deer grew fourfold during 2007-2013, from 3 animal units in 2007 to 12 units in 2013. On the background of stable growing tendency of abundance, the decreasing fluctuations were observed in 2009 and 2012. Decline in abundance in 2009 and 2012 happened due to the reindeer-fawn hunting by stray canines.

It is also noteworthy, that the decrease in red deer and fallow deer abundance took place on the background of the increase in European roe deer, wild hog and axis deer abundance. During 2007-2011 red deer was observed less often and it amounted 2-4 animal units. In 2012 and at the beginning of 2013 took place seldom observations of only 1 red she-deer on the territory of the island. In the second half of 2013 no signs of red deer activity were observed. The reason was the migration of animals to the right bank of the Dnipro river and their possible mortality due to the jacklighter factors.

In 2008 the metering of fallow deer stated the amount of 3 animal units on the Khortytisia island. The abundance grew to 5 animal units in 2009 as a result of reproduction. In 2010 fallow deer began to move freely and actively to the northern part of the island (with high anthropogenic influence), often crossing the driveway. In 2010 the death of an ephobic fallow deer as a result of a car accident was noted. Since 2011 no signs of fallow deer activity were observed. In our opinion, this fact is connected with possible migration or poaching.

During 2009-2013 we observed 7 death incidents among the young cervids of the current year due to the hunting by stray canines and 2 death incidents among ephobic cervids.

Concerning the territory that is most often attended by cervids (southern and central parts of the island, total area 1163 ha), we calculated the density of cervids in 2013 – 40,4 animal units/1000 ha. The density of European roe deer amounted 30,1 animal units/1000 ha, the density of axis deer was 10,3 animal units/1000 ha.

The data of habitat spreading of European roe deer and axis deer according to the seasons of the year. During February-June 2013 we have noted 465 observations of European roe deer and 115 signs of axis deer.

Comparing 4 habitats in the southern part of Khortytisia island as for the amount of excreta on the 20 sites we can note, that the biggest pile amount of axis deer was located in thorny locust (*Gleditsia triacanthos* L. 1753) implantation, total amount 0,88 kg/ha (absolute dry weight - a.d.w.). In the acacia thicket, which is also actively used for feeding by axis deer, the amount of excreta was 0,65 kg/ha. The least amount of axis deer excreta was observed on the hillsides - 0,04 kg/ha.

As for European roe deer, the biggest amount of excreta was observed in thorny locust – 2,27 kg/ha (a.d.w.).

The amount of European roe deer excreta in the acacia thicket was 1,53 kg/ha. A little less amount of excreta was noted on the hillsides and in the apricot garden – 2,38 kg/ha.

Key-words: abundance dynamics; introduction of cervidae; habitat spreading; limiting factors; amount of excreta kg/ha.

ВСТУП

У 1993 р. Державному історико-культурному заповіднику на о. Хортиця було надано статус Національного заповідника «Хортиця» (далі Заповідник) [1]. Із того часу починається поступове виведення з використання земель сільськогосподарського призначення [2], підсилюється охорона території острова, проводяться заходи із заліснення та створення залужених ділянок на порушених територіях. Вважаємо, що на теперішній час до відтворення природних ландшафтів на о. Хортиця треба підходити комплексно – приділяти увагу відтворенню не лише рослинної, а й тваринної компоненти біогеоценозів. У минулому столітті на території острова Хортиця мешкали такі ратичні тварини, як козуля європейська (*Capreolus capreolus Linnaeus, 1758*), дика свиня (*Sus scrofa Linnaeus, 1758*), лось (*Alces alces Linnaeus, 1758*), і на початку ХХІ століття їх чисельність нараховувалась одиницями [3,4,5]. Популяції козулі та кабана мешкають на території острова і до теперішнього часу, а останній візуальний контакт із лосем відбувся наприкінці жовтня 1994 р. В архівних матеріалах літописів природи Заповідника містяться відомості про перебування на території острова Хортиці від 4 до 8 особин лося у 1985-1991 рр. Також були зафіксовані відомості щодо його браконьєрського відстрілу та міграцій з острова.

У 2007-2008 рр. із розплідника м. Вінниця на територію о. Хортиця приватними особами для вольєрного утримання завозилися такі види оленячих: олень благородний (*Cervus elaphus Linnaeus, 1758*), олень плямистий (*Cervus nippon Temminck, 1838*), лань європейська (*Dama dama Linnaeus, 1758*). За отриманими усними повідомленнями за рік-два до завозу на о. Хортиця такі тварини були завезені до розплідника м. Вінниця з півдня України. Під час утримання на о. Хортиця ці тварини пошкодили вольєр, і перейшли до вільного перебування на території заповідника.

Поява нових видів ратичних на території острова та їх пристосування до природних умов острова зацікавили науковців Запорізького національного університету (ЗНУ) та Заповідника. У 2008 р. було укладено договір про співпрацю між установами, і з 2009 р. розпочалися систематичні спільні роботи з дослідження популяцій корінних і інтродукованих ратичних о. Хортиці.

На теперішній час ЗНУ та Заповідник проводять і планують надалі поглиблювати дослідження за такими напрямками: вплив диких ратичних тварин на природні і антропогенні біогеоценози в цілому, їх роль у процесах відтворення порушених сільськогосподарською діяльністю територій, взаємодія зі свійськими ратичними, що вільно пересуваються територією острова; пристосування інтродукованих оленячих та їх вплив на склад ґрунту, рослинність та популяції аборигенних видів ратичних; особливості етології оленячих в умовах існування в заповіднику, розташованому майже в центрі великого, з 700 тисячним населенням, індустріального міста Запоріжжя; визначення запасів доступної кормової рослинності; розробка і проведення біотехнічних заходів.

Мета роботи – дослідження сучасного стану популяцій, біотопічний розподіл, та особливості інтродукції оленячих та проаналізувати зміни їх чисельності і особливості освоєння території о. Хортиця.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для проведення досліджень за зустрічальністю хребетних тварин на території Заповіднику, було розроблено облікову картку зустрічі, на основі методики д.б.н. К.П. Філонова та к.б.н. Ю.Д. Нухімовської (1985) [6].

Дослідження перебування диких ратичних на острові в різних стаціях вивчалось шляхом прямих спостережень на маршрутах, пробних майданчиках, у місцях випасу і за наслідками діяльності [7]. Обліки зустрічей проводяться за стаціонарними маршрутами науковими співробітниками Заповідника та ЗНУ, за рейдовими маршрутами інспекторами відділу режиму Заповідника. Упродовж 2013 р. співробітниками заповідника у кількості від 4 до 30 чоловік, щоденно реєструвалися та заносилися в картку ратичні, що їм зустрілися. Сумарна середня протяжність рейдових маршрутів за один день становить близько 60 км (тобто за місяць близько 1 800 км, за рік близько 20 000 км). Рейдування проводилося пішки (більше 60%), на велосипедах (до 45%) і на автотранспорті (до 5%).

Облік за стаціонарними маршрутами проводився щокварталу в 5 – 6-кратній повторності з перервою в 2–4 дні. Для досліджень закладено 7 стаціонарних облікових маршрутів (у різних біотопах, з урахуванням їх рівномірного розподілу за територією сумарною протяжністю - 108 км) та 16 облікових ділянок для спостережень, 3 трансекти для проведення шумового прогону (сумарний кілометраж проведених обліків за стаціонарними маршрутами за рік становить близько 2 000 км).

Фахівцями ЗНУ у 2008-2013 рр. щорічно проводилися зимові автомобільні обліки, сумарна довжина маршрутів яких склала більше 3 000 км. За методикою П.Б. Юргенсона (1961) [8] та Г.В. Кузнецова (1975) [20] закладено для щорічного весняного обліку екскрецій тварин на 20 експериментальних ділянок (100 м × 20 м кожна) загальною площею 40000 м². Крім того, закладено і проведено дослідження на 71 ділянці для визначення запасів доступної кормової рослинності на території о. Хортиця.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Динаміка чисельності козулі

За матеріалами П.Б. Хоецького (2013) козуля європейська – найбільш поширений, добре пристосований до окультуреного ландшафту вид ратичних. Тому збереження, відтворення і раціональне використання ресурсів сарни вимагає наукового обґрунтування, аналізу динаміки чисельності та сучасного стану популяції, особливостей поширення та впливу чинників середовища на життєдіяльність виду. Далі він підкреслює, що загальноукраїнський період зміни чисельності популяції у козулі становить 10 років [9].

В архівних матеріалах Заповідника 1985-1996 рр. міститься інформація, що популяція козулі у 1989 р. складалася з 30 особин. Також у цих матеріалах наявна інфорація щодо спорадичних зустрічей окремих особин козулі на о. Хортиці, але на основі цих даних на сьогодні ми не можемо робити висновки щодо її чисельності в ті роки. За нашими спостереженнями, на території о. Хортиця чисельність козулі європейської (мал.1). змінювалась з року в рік і з 1996 р. по 2013 р. підвищилася майже в 4,5 разу. Так, чисельність козулі поступово підвищувалася з 8 особин, відмічених у 1996 р. , до 12 голів у 1997 р. , і вже в 1999 р. склала 19 особин. У наступні роки спостерігалось зниження її чисельності. У 2003 р. чисельність козулі не перевищувала 12 особин. Мінімальна чисельність її була зареєстрована у 2004 р. і склала 10 особин. Після 2004 р. чисельність козулі почала поступово зростати. У 2007 р. становила вже 14 особин, у 2010 р. зареєстровано – 25 голів [10], а на 2013 р. максимальна чисельність на острові склала 35 особин. Таким чином тенденція до збільшення чисельності поголів'я козулі спостерігається в останні 5 років.

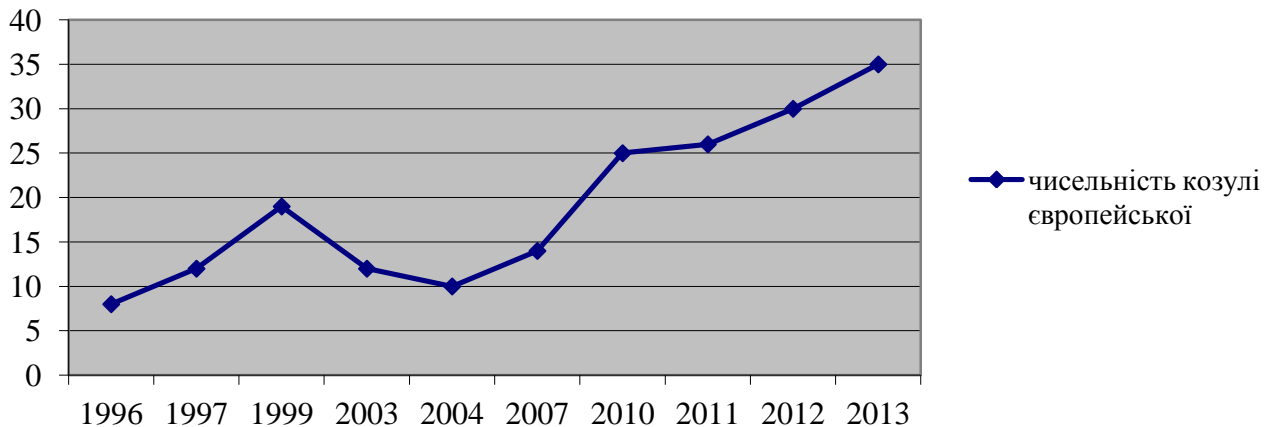


Рис.1 Динаміка чисельності козулі європейської у 1996-2013 рр. на території о. Хортиця.

Як аборигенний представник тваринного компоненту корінних біогеоценозів о. Хортиця популяція козулі потребує ґрунтовних досліджень у контексті сучасного стану поголів'я, відтворення чисельності та взаємовідношення з інтродукованими видами оленячих.

Динаміка чисельності інтродукованих оленячих

Інтродукційні та акліматизаційні заходи є важливим чинником у підвищенні різноманіття ратичних [11].

За роботами О.О. Данілкина (1999) оленів плямистих інтродукували в Україну у 1909 та 1912 рр. Із середини ХХ ст. в Україну був розселений олень благородний [12]. На відміну від оленя плямистого олень благородний історично мешкав на території України і за свідченнями Н.К. Верещагіна (1959) його стада в степах України зустрічались аж до ХVІІ ст. [13].

За матеріалами М.П. Павлова та ін. (1974) у приватних господарствах на лісових дачах і парках центральної частини України, наприклад, в «Асканії-Нова» лань розводили ще у ХІХ ст. Також М. Павлов вказує, що в усіх місцях перебування на Україні вона була знищена невдовзі після 1917 р., і її акліматизацією знову почали займатися в «Асканії-Нова» після жовтневої революції. Ці автори вказують також, що процеси інтродукції та акліматизації ратичних на о. Хортиця проводились ще в 50-х роках минулого століття [14]. Саме з «Асканії-Нова» у 1948 р. на о. Хортиця було інтродуковано 6 ланей у тому числі 4 самиці. Ці тварини 2-3 роки успішно розмножувались на о.Хортиця, у 1953 р. тут було обліковано 10 особин, але потім звірі були витіснені з острова високими паводковими водами Дніпра [14]. У роботі А.А. Салганського (1969) зазначено, що на початку 60-х років декілька особин лані європейської ще збереглося в заплавному лісі острова Хортиця [15].

Розглядаючи динаміку чисельності інтродукованих оленячих, а саме оленя благородного, оленя плямистого та лані європейської за період 2007-2013 рр. по о. Хортиця, відмічаємо, що чисельність оленя благородного за 2008-2013 рр. коливалась від 1 до 4 особин, лані європейської за 2008-2010 рр. знаходилась у межах 3-5 особин (мал.2). Підкреслюємо, що в умовах острова спостерігалось розмноження всіх інтродукованих видів оленячих.

Щодо оленя плямистого – його популяція за 2007-2013 рр. збільшилася в 4 рази з 3 особин (1 доросла самка та напівдорослі самець і самка) з облікованих у 2007 р. до максимальної чисельності відміченої за час спостережень – 12 особин із них 2 дорослих самця (17%), 6 дорослих самок (49%) та 4 цьоголітки (34%) – у 2013 р.

Можливо, початкова група особин плямистих оленів мала надто незначну чисельність, щоб забезпечити генетичну варіабельність і, відповідно, стрімке зростання популяції. Тому приріст поголів'я плямистого оленя відбувався поступово, але стабільно. На фоні цієї тенденції до постійного збільшення популяції спостерігалися коливання чисельності у бік

зменшення у 2009 р. та 2012 р. Зменшення чисельності в ці роки, відбулися через вилучення річників плямистого оленя здичавілими бродячими собаками.

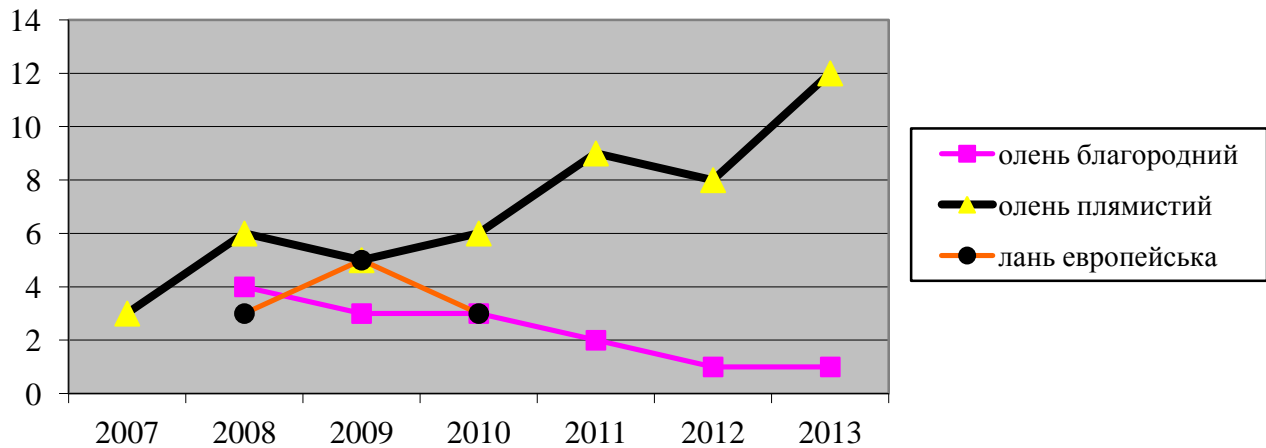


Рис. 2. Динаміка чисельності інтродукованих оленячих на о. Хортиця у 2007-2013 рр.

Одночасно привертає увагу факт – зменшення чисельності оленя благородного та лані на фоні збільшення поголів'я козулі, кабана та оленя плямистого. Упродовж 2008-2011 рр. оленя благородного зустрічали більш-менш постійно в кількості 2-4 особини. Початкова група складалася з дорослого самця та двох дорослих самок. У 2008 році відмічена поява цьоголітка і зафіксована зустріч одночасно усіх 4 оленів благородних. У 2012 та на початку 2013 рр. відмічаються спорадичні зустрічі лише однієї самиці оленя благородного на теренах острова. У другій половині 2013 р. зустрічей оленя благородного та слідів його життєдіяльності не знайдено. Цей факт припускається нами як міграція тварин на правий берег р. Дніпро та їх можлива загибель через фактор браконьєрства. Є відомості щодо зустрічі цього виду на Правому березі Дніпра на відстані 5-8 км від о. Хортиця у 2011 р. Зазначаємо, що на правому березі Дніпра в межах м. Запоріжжя та Запорізького району олень благородний до цього випадку не зустрічався. Враховуємо, що за Е.В.Фадєєвим (1983) олені благородні на відміну від плямистих оленів, далеко переміщуються від місця випуску [16]. У той же час О.О. Данілкин (1999) відмічає, що незважаючи на еміграцію, основна частина інтродуцентів створює мікропопуляції саме в місцях випуску [12].

Лань європейську обліковували на о. Хортиця в кількості 3 особин у 2008 р. (1 дорослий самець та 2 дорослі самки). Її чисельність збільшилась до 5 (зафіксована одночасна зустріч 5 особин серед яких 2 цьоголітки) унаслідок розмноження у 2009 р. У 2010 р. лань почала вільно та активно переміщуватись у північну частину острова (з високим антропогенним впливом) перетинаючи автомобільну магістраль. У 2010 р. зафіксовано випадок потрапляння дорослого самця лані під колеса автомобіля, унаслідок чого тварина загинула. У 2011 р. зустрічей лані не було, проте при проведенні обліків її екскреції були знайдені, що вказувало на її присутність на острові. Відсутність зустрічей лані протягом 2012-2013 рр. та слідів її життєдіяльності на теперішній час на території острова нами пояснюється ймовірною міграцією та браконьєрством.

Отже, збільшення чисельності оленя плямистого вказує на те, що найвищий рівень пристосування до умов острова серед трьох інтродукованих видів виявила саме популяція оленя плямистого. Вслід за М.Н. Євтушевським ми також вважаємо, що в оленя плямистого відсутній міграційний інстинкт та наявна висока пластичність до кормової бази (він легко переходить при відсутності одних кормів на інші і пристосовується до будь-яких нових умов у місцях акліматизації). Крім того, цей олень синантроп, охоче бере підгодівлю і тримається взимку великими стадами [17]. Можливо, саме ці особливості оленя плямистого призвели до того, що цей вид найкраще з усіх інтродукованих пристосувався до умов Хортиці, і за 2007-2013 рр. його чисельність збільшилась в 4 рази.

Фактори, що впливають на динаміку оленячих о. Хортиця

Динаміка чисельності популяції – природне явище, яке кількісно виражає всю сукупність взаємовідносин популяції із середовищем, внаслідок яких популяція змінюється, пристосовується до нової ситуації, що склалася. Тому будь-яке намагання пояснити зміну чисельності популяції до пасивного сприйняття впливу одного або небагатьох «вирішальних» зовнішніх факторів неправильне, воно спрощує та збіднює уявлення про складні біологічні явища [9]. При описі зовнішніх факторів, що впливають на чисельність популяцій оленячих, ми звернули увагу лише на чинники, які найбільше впливають на зміну чисельності оленячих в умовах Хортиці.

О.О. Данілкин (1999) виділяє 3 основні фактори, що впливають на зміни чисельності населення популяцій оленів плямистих: багатосніжні зими, що періодично повторюються і виснаження, великі хижаки та незаконний відстріл [12]. Ці ж фактори позначаються і на острівній популяції козулі.

Як вважає В.Н. Большаков та ін. (2009), козулю добувають три хижаки – вовк, рись та собака. Далі він вказує, що собака добуває більше річників козулі (66,7% з 72 досліджених особин), а з дорослих тварин частіше самок. Собаки відчувають певні труднощі, і намагаються добути більш слабку жертву [18]. Інші автори теж вказують, що бродячі собаки добувають переважно молодняк [19].

При такій невеликій чисельності ратичних на теперішній час із хижаків, здатних добувати оленячих у межах Хортиці, нами поки що зафіксовані тільки здичавілі бродячі собаки. Загибель оленячих на території Хортиці відбувається в першу чергу через їх активну діяльність та браконьєрство. Зграї з 3-11 особини здичавілих бродячих собак на Хортиці фіксуються постійно, іноді по декілька зграй на день. Кількість бродячих собак зростає через відсутність спеціального підприємства у сфері боротьби з безпритульними тваринами в м. Запоріжжя. Наявність надмірної кількості бродячих собак залишається актуальною не тільки для о. Хортиця, а й для м. Запоріжжя в цілому.

Впродовж 2009-2013 рр. нами зафіксовано 7 випадків загибелі річників оленячих через напади бродячих собак та 2 випадки загибелі дорослих особин. Вплив собак на природні комплекси острова Хортиця є надмірним. Був зафіксований випадок у 2011 р., коли зграя із 8 собак переслідувала вплав самицю благородного оленя, через ріку Старий Дніпро в напрямку селищ Нижня Хортиця та Розумовка. Неодноразово нами спостерігалися факти нападу зграй бродячих собак на оленів та козулю, фіксувалися 3 випадки, коли собаки заганяли оленів плямистих у воду у внутрішні озера Хортиці (оз. Осокорове) і тримали їх у воді по декілька годин.

Результати наших досліджень із визначення запасів доступної кормової рослинності дають можливість стверджувати, що кормова база угідь Хортиці на теперішній час не є лімітуючим фактором для оленячих. Загибель козулі від нестачі кормів можлива тільки в періоди тривалого снігового покриву, саме в такі періоди необхідно обов'язково проводити біотехнічні заходи з її підгодівлі. Що стосується оленів, М.Н. Євтушевський (2009) відмічає, що в степовій зоні України, за винятком зими 1986-1987 рр. у східних областях, рівень снігового покриву не є лімітуючим фактором у житті оленів [17].

Дослідження слідів життєдіяльності оленячих

Для того, щоб простежити за роллю диких ратичних в екосистемах о. Хортиця нами закладені майданчики, для спостережень за кількістю екскрецій акліматизованих і аборигенних видів ратичних. Також досліджувався вплив цих тварин на деревно-чагарникову і трав'янисту рослинність, та відповідно ґрунт. Аналогічні роботи вже кілька десятиліть проводилися проф. В.В. Кучеруком [20], Б.Д. Абатуровим [21, 22] та Г.В. Кузнецовим [23]. в різних екосистемах в місцях з високою щільністю ратичних. Багаторічні дані таких досліджень дозволяють розкрити механізми управління популяціями,

з'ясувати їх роль в екосистемах на даній території і в цілому грамотно управляти популяціями ратичних. Починаючи з 2007 р., ще при вельми низькій щільності ратичних, нами розгорнута програма досліджень у цьому напрямку. Якщо спочатку протягом року - двох після першого року акліматизації оленя благородного, лані європейської, оленя плямистого кількість екскрецій була незначною в різних біотопах заповідника, то вже починаючи з 2010 р., кількість їх на облікових майданчиках різко зросла. Наші матеріали за 2013 р. оцінюють не тільки кількісний показник, але і вагу виділених екскрецій у різних біотопах о. Хортиця (табл.1)

Таблиця 1 – Кількість екскрецій оленячих на ділянках обліку (n=20) у весняний період 2013 року

Молодий акацієвий ліс (р-н МТК «Протовче»)			Перелого (біля земляного валу колишньої залізниці та поряд з кінним театром)			Гледичієві полезахисні лісосмуги 40 – 50 річного віку (р-н МТК «Протовче» та земляного валу колишньої залізниці)			Абрикосовий сад		
Показники по ділянках	Кількість куч		Показники по ділянках	Кількість куч		Показники по ділянках	Кількість куч		Показники по ділянках	Кількість куч	
	Олень плямистий	Козуля		Олень плями- стий	Козуля		Олень плями- стий	Козуля		Олень плями- стий	Козуля
	$\frac{5-12^*}{8,5}$	$\frac{21-105^*}{63}$		$\frac{1-3^*}{1,5}$	$\frac{23-43^*}{33}$		$\frac{9-14^*}{11,5}$	$\frac{33-52^*}{42,5}$		0,0	$\frac{23-43^*}{33}$
кг/га (а.с.в.)	Вага		кг/га (а.с.в.)	Вага		кг/га (а.с.в.)	Вага		кг/га (а.с.в.)	Вага	
	0,65	2,27		0,04	2,38		0,88	1,53		0,00	2,38

Примітки: * в чисельнику – кількість куч, у знаменнику – середній показник

Порівнюючи 4 біотопи в південній частині о. Хортиця по кількості виділених екскрецій на 20 площадках (табл.1.), відмічаємо, що найбільша кількість в оленя плямистого виявлена в гледичієвій полезахисній лісосмузі – 11,5 (серед. показ.) та вагою 0,88 кг/га (а.с.в.). У молодому акацієвому лісі, який також активно відвідується оленем, кількість екскрецій склала 8,5 з вагою 0,65 кг/га. Найменше екскрецій оленя плямистого спостерігалось на перелогах – 1,5 та вагою 0,04 кг/га. Окремо відзначаємо, що в біотопі абрикосовий сад екскрецій оленя плямистого не спостерігалось.

Стосовно козулі, найбільше екскрецій відмічено в молодому акацієвому лісі – 63 (серед. показ.) та вагою 2,27 кг/га (а.с.в.). Гледичієві полезахисні лісосмуги також активно відвідуються козулею, і тут було виділено екскрецій 42,5 купок, вагою 1,53 кг/га. Трохи менше відмічається екскрецій козулі в полях і абрикосовому саду – відповідно по 33 купки (в середньому) та з однаковою вагою 2,38 кг/га.

Біотопічний розподіл оленячих

У зв'язку з тим, що за весь час спостережень у північній частині о. Хортиця (північніше автотранспортного коридору) нами було зафіксовано тільки 11 зустрічей оленячих, ми проводимо аналіз зустрічей відмічених тільки в центральній та південній частинах острова. Для цієї території площею 1163 га нами було розраховано щільність для всіх оленячих у 2013 р. на 1000 га – 40,4 ос/ 1000 га. Щільність козулі склала 30,1 ос/1000 га, оленя плямистого – 10,3 ос/1000 га. Нами визначені площі основних біотопів центральної та південної частини о.Хортиця, які відвідують ратичні: байраки – 61 га; фруктові сади – 111 га (абрикосові – 49 га, аличові – 4,3 га, сливові – 6,5 га, черешневі – 20,7 га, персикові – 24,3 га, яблуневі – 6 га); сільськогосподарські поля з ріллею – 348 га; перелого - 179 га; молодий ліс на перелогах – 22 га; заплавні ліси – 375 га (без території водної поверхні озер); полезахисні лісосмуги – 67 га.

Аналізуючи показники динаміки зустрічей козулі за методами П.Б. Хоєцького (2013), ми вважаємо, що величина і структура стад козулі значно змінюється за сезонами під впливом внутрішньо популяційних факторів, зокрема: народження і відселення молодняка; приєднання самців до стада під час гону; смертність протягом року та ін. Найменшу

стадність зареєстровано влітку, вона зростає восени і найбільшого значення досягає в зимово-весняний період [9]. Так, влітку козуль на Хортиці зустрічали по 1-3 особини, а взимку, в лютому 2012-2013 рр., максимальна чисельність стад становила 10-11 тварин.

Нами встановлено закономірне зменшення фактів зустрічей козулі та оленя з травня по жовтень відносно періоду з листопада по квітень. Безумовно, це пов'язано з особливостями поведінки козулі та оленя, а також із сезонними змінами погодних умов і ускладненими умовами проведення обліків по зустрічах у зв'язку з недостатнім їх виявленням через вегетацію рослин. Зменшення в травні-жовтні кількості зустрінутих оленячих на Хортиці жодним чином не пов'язане зі зменшенням чисельності популяції тварин.

Аналізуючи біотопічний розподіл козулі та оленя плямистого за сезонами року, нами встановлено, що всього в лютому-червні 2013 р. нами було зафіксовано 465 зустрічей козулі і 115 зустрічей оленя плямистого. Для козулі щомісяця фіксувалося по 120-150 зустрічей. На основі отриманих даних можна говорити, що в зимові та весняні місяці козуля надає перевагу біотопам перелогів (28%) та фруктових садів (25,4%). Рідше - козулі відвідують сільськогосподарські поля (17,3%) та байраки (14,6%). На третьому місці за обліком є біотопи заплавної (7,4%), молоді ліси (4,3%) та полезахисні лісосмуги – 2,9%, що, очевидно, пов'язано з більш ускладненим проведенням обліку, через вегетуючу рослинність.

У той же час за результатами обліків місць з великою кількістю екскрецій диких парнокопитних, відмічаємо що у полезахисних лісосмугах гледичії трьох колючкової, які розташовані впритул до заплавної лісів, спостерігається найбільша кількість екскрецій ратичних. Це свідчить про те, що олень та лань надають перевагу цим біотопам для відпочинку. Також у цьому біотопі вони поїдають плоди гледичії трьохколючкової, особливо при наявності 5-10 см снігового покриву.

Слід зазначити, що з лютого по квітень 2011–2013 рр. плямисті олені трималися частіше всього в недоступних заплавної лісах і лише у квітні починали переміщуватися в інші біотопи. Цікаво, що із лютого по квітень зустрічі з інтродукованими оленячими не фіксувалися взагалі, а потім навпаки відбувалися щоденно. Особливості цього ми плануємо з'ясувати під час подальших досліджень. Проте вслід за О.О. Данілкиним (1999) ми підкреслюємо, що в інтродукованих оленів чітко виражені сезонні зміни стацій навіть у доволі придатних для життєдіяльності місцевостях. Зимую тварини концентруються в заплавної вербнякових заростях і з появою проталин виходять до галявин лісу, влітку розходяться широко [12].

В інші періоди року плямисті олені на о. Хортиця тримаються в південній частині, переважно біля посту «Протовче» та кінного театру «Запорізькі козаки». М.Н. Євтушевський (2009) зазначає, цьому виду оленя властивий осілий спосіб життя. Вони використовують одні і ті ж ділянки з постійними місцями розмноження, живлення та схованок [17]. О.О. Данілін (1999) також підкреслює, що олень плямистий, напевно, один із самих осілих видів серед оленячих. Окремі особини можуть довго жити на одній і тій же невеликій ділянці площею близько 1-2 км², у груп площа ділянки більша до 4-6 км². Вражаюча осілість цих ратичних виявляється й при акліматизації. Більша частина інтродуцентів та їх потомства постійно перебуває в районах випуску. Розосередження особин по околицях стає помітним лише при значному збільшенні щільності населення популяції [12].

Протягом весни та літа 2013 р. більшість зустрічей оленів плямистих була зафіксована в біотопі молодий акацієвий ліс 41,7% зі 115 зустрічей, прилеглі перелоги, які не вкриті молодим лісом, займають другу позицію по відвідуваності (36,5%), заплавної ліси – третю (16,5%).

За М.Н. Євтушевським (2009) ми вважаємо, що олені вибирають певні стації і залежно від статевікового складу груп. Так, у літній період самиці з маленькими оленятами ховаються

в лісових молодняках або середньовікових насадженнях. У цей же період дорослих самців можна зустріти і в стаціях із підвищеними захисними властивостями, і у відкритих [17].

Як і О.О. Данілкин (1999), ми теж вважаємо, що олені віддають перевагу харчуванню листям, м'якими пагонами дерев та чагарників [12]. На о. Хортиця в біотопі молодий акацієвий ліс багато молодих дерев та паростків в'язу гладкого (*Ulmus laevis* Pall.), акації білої (*Robinia pseudoacacia* L.), дуба звичайного (*Quercus robur* L.), клена ясенелистого (*Acer negundo* L.), шовковиці білої (*Morus alba* L.) та чорної (*Morus nigra* L.). На нашу думку, поєднання в молодому акацієвому лісі добрих умов для переховування та харчування і стало причиною того, що він найчастіше відвідується оленями навесні та влітку.

Територіальну прив'язаність оленя плямистого до південної частини о. Хортиця, на сьогодні, ми пов'язуємо з кількома факторами:

- вольєри для утримання, з яких відбувся перехід до вільного перебування всіх інтродукованих оленячих, розташовувалися в південній частині о. Хортиця біля кінного театру «Запорізькі козаки»;
- у південній частині острова наявні біотопи з привабливою харчовою базою. Поруч із колишніми вольєрами розташовується біотоп молодий ліс на перелогах, із молодими деревами та паростю та заплавної ліс;
- низький рівень рекреаційного навантаження в порівнянні з іншими частинами острова (північну та центральну частину острова щоденно відвідує від 1 500 до 8 000 чоловік);
- високий ступінь охорони – поруч розташовується цілодобовий пост охорони Заповідника.

У зв'язку з тим, що оленячі тварини зараз є важливою складовою біогеоценозів заповідника, необхідно продовжувати всебічні дослідження їх впливу на біогеоценози о. Хортиця.

ВИСНОВКИ

1. Результати інтродукції на території заповідника оленя благородного, оленя плямистого та лані європейської в перші 3 роки були успішні для всіх видів інтродуцентів, а на 5-7 рік існування з інтродукованих оленячих до умов о. Хортиця пристосувався тільки територіально прив'язаний до південної частини острова олень плямистий.
2. Чисельність козулі та оленя плямистого на о. Хортиці має тенденцію до збільшення. Чисельність козулі в останні 5 років збільшилася у 2,5 разу, оленя плямистого – у 4 рази. У той же час лань європейська та олень благородний більше не зустрічаються на теренах острова.
3. Зміни чисельності оленячих у межах Хортиці відбуваються внаслідок сукупного впливу погодних умов, хижаків та антропогенних чинників (зокрема браконьєрство, фактор турбування). Кожна група зазначених факторів потребує регулювання в напрямі мінімізації її негативних наслідків.
4. Для підвищення чисельності оленячих необхідно зменшити кількість здичавілих бродячих собак та проводити систематичні біотехнічні заходи.
5. З метою урахування тваринної компоненти під час реалізації біогеоценотичного підходу до відтворення корінних біогеоценозів о. Хортиця необхідно розглядати можливості науково обґрунтованої інтродукції ратичних в угіддях заповідника.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кабінет Міністрів України; Постанова від 6 квітня 1993 р. № 254 „Про Національний заповідник „Хортиця” [Електронний ресурс]: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/254-93-%D0%BF>.

2. Богомаз Р.В. До відтворення природного середовища Національного заповідника «Хортиця» / Р.В. Богомаз, С.Г. Охріменко, С.В. Василенко // Екологія: наука, освіта, природоохоронна діяльність: Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. – К.: Наук. світ, 2007. – 156 с.
3. «Характеристика и использование природной среды государственного историко-культурного заповедника на о. Хортица» / Дело 04-1-04 отдел охраны природы. (Госархив Запорожской области. Код госархива 3494612, 1985. – 97 с.)
4. Петроченко В.И. Фауна позвоночных животных острова Хортица. / В.И. Петроченко // Природа острова Хортица. Сборник научных трудов Национального заповедника «Хортица» / [под ред. В.И. Петроченко]. – Запорожье, 1993. – Вып. 1. – 162 с.
5. Богомаз Р.В. Систематичний список хребетних тварин о. Хортиця. Заповідна Хортиця. / Р.В. Богомаз Збірка праць співробітників заповідника. – Запоріжжя, 2006. – Випуск 1. – 297 с.
6. Филонов К.П. Летопись природы в заповедниках СССР : метод. пособ. / К.П. Филонов, Ю.Д. Нухимовская. – М: Наука, 1985. – 142 с.
7. Русанов Я.С. О необходимости детализации типологии охотугодий/ Я.С. Русанов // Вопросы лес. охотоведения и побоч. пользования лесом: сб.науч. тр. – Пушкино. 1976. – С. 3-16.
8. Юргенсон П.Б. Учет лосей и оценка их зимней деятельности в лесах средней полосы методом весеннего учета числа дефекаций / П.Б. Юргенсон // Труды Приокско-Тerrasного гос. зап-ка. – 1961. – Вып.3. – 19 – 28 с.
9. Хоєцький П.Б. Сарна європейська (*Capreolus capreolus* L.) в мисливських угіддях Львівщини [Текст]: монографія/ П.Б. Хоєцький. – Львів: СПОЛОМ, 2013. – 224 с.
10. Домніч А.В. Чисельність та середоутворююча роль копитних в заповіднику «о. Хортиця» / А.В. Домніч // Актуальні проблеми та перспективи розвитку природничих наук : зб. матеріалів II університетської наук.-практ. конф. студентів та молодих учених (7-9 квітня 2010, Запоріжжя). – Запоріжжя, ЗНУ, 2010. – С.139 – 140.
11. Домніч В.І. Роль ратичних (*Cervidae*, *Vovidae*) та хижих (*Canidae*) у біогеоценозах окремих районів Палеарктики: автореф. дис. на здобуття ступеня д-ра біологічних наук: спец. 03.00.16 - Екологія / В. І Домніч. – Дніпропетровськ, 2008. – 42 с.
12. Данилкин А.А. Оленьи (*Cervidae*). Млекопитающие России и сопредельных регионов / А.А. Данилкин. - М.: ГЕОС, 1999. - 552 с.
13. Верещагин Н.К. Млекопитающие Кавказа / Н.К. Верещагин. – М. : АН СССР, 1959. – 703 с.
14. Павлов М.П. Акклиматизация охотничье–промысловых зверей и птиц в СССР/ М.П. Павлов, И.Б. Корсакова, Н.П. Лавров. – Киров: Волго-Вятское кн. изд-во, Кировское отделение, 1974. – 460 с.
15. Зоопарк «Аскания-Нова». Опыт акклиматизации диких копытных и страусов / А.А. Салганский, И.С. Слесь, В.Д. Треус, Г.А. Успенский. – К., Сельхозиздат, 1963. – 268 с.
16. Фадеев Е.В. Ареал и численность европейского оленя в СССР / Е.В. Фадеев // Биол. науки, 1983. – № 12. – С. 35 – 40.
17. Євтушевський М.Н. Плямистий олень (*Cervus nippon hortulorum swinhoe*, 1864) в Україні та за її межами./ М.Н. Євтушевський. – К.: Видавничий дім «ЕКО-інформ», 2009. – 192 с.

18. Копытные (Mammalia, Artiodactyla) на Среднем Урале / В.Н. Большаков, Н.С. Корытин, Н.И. Марков, Н.Л. Погодин - Екатеринбург: УрО РАН, 2009. – 159 с.
19. Данилкин А.А. Численность. Европейская и сибирская косули / А.А. Данилкин, П.П. Блузма – М.: Наука, 1992. - С. 247-275
20. Кучерук В.В. Травоядные млекопитающие в аридных экосистемах внетропической Евразии/ В.В. Кучерук. – М: Наука, 1985. – С.166-223
21. Абатуров Б.Д. Млекопитающие как компонент экосистем / Абатуров Б.Д.– М: Наука, 1984. – 286 с.
22. Утилизация фитомассы и отложение экскрементов копытными млекопитающими на степных пастбищах восточной Монголии / [Абатуров Б.Д., Дмитриев И.А., Жаргалсайхан Л. и др.] – Известия РАН : Серия Биологическая, 2008. - №3. – С.350-359.
23. Кузнецов Г.В. Определение потребления растительной продукции лосями по их экскрементам / Г.В. Кузнецов – М: Наука, 1975. – С. 176-177.

REFERENCES

1. Kabinet Ministriv Ukrainy; Postanova vid 6 kvitnya 1993 r. № 254 „Pro Natsionalnyy zapovidnyk „Khortytysya” [Elektronnyy resurs]: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/254-93-%D0%BF>.
2. Bogomaz R.V. Do vidtvorennia pryrodnoho seredovyscha Natsionalnoho zapovidnyka “Khortutsia” / R.V. Bogomaz, S.G. Okhrimenko, S.V.Vasilenko // Ekologia: nauka, osvita, prorodookhoronna diyalnist: materialy mizhnar. nauk.-prakt. konf. - K.: Nauk. svit, 2007. – 156 с.
3. «Kharakterystyka i ispolzovanie prirodnoy srody gosudarstvennogo istoriko-kulturnogo zapovednika na o. Khortytysya» / Delo 04-1-04 otdel okhrany pryrody. (Gosarkhiv Zaporozhskoy oblasti. Kod gosarkhiva 3494612, 1985. - 97 s.)
4. Petrochenko V.I. Fauna pozvonochnykh zhyvotnykh ostrova Khortytysya. / V.I. Petrochenko // Priroda ostrova Khortytysya. Sbornik nauchnykh trudov Natsionalnoho zapovednika «Khortytysya» / [pod red. V.I. Petrochenko]. – Zaporozhe, 1993. – Vyp. 1. – 162 s.
5. Bogomaz R.V. Systematychnyy spysok khrebetnykh tvaryn o. Khortytysya. Zapovidna Khortytysya. / R.V. Bogomaz Zbirka praz spivrobotnykiv zapovidnyka. - Zaporizhzhya, 2006. – Vypusk 1. – 297 s.
6. Filonov K.P. Letopis pryrody v zapovidnykakh SSSR: metod. Posob. / K.P. Filonov, Yu.D. Nukhimovskaya: -. - M: Nauka, 1985. - 142 s.
7. Rusanov YA.S. O neobkhodimosti detalizatsii tipologii okhotugodiy/ YA.S. Rusanov // Voprosy les. okhotovedeniya i poboch. polzovaniya lesom: sb.nauch. tr. – Pushkino. 1976. – S. 3-16.
8. Yurgenson P.B. Uchet losey i otsenka ikh zimney deyatelnosti v lesakh sredney polosy metodom vesennogo ucheta chisla defekatsiy / P.B. Yurgenson // Trudi. Prioksko-Terrasnogo gos. zap-ka.- 1961. – Vyp.3. – 19 - 28 s.
9. Khoetskiy P.B. Sarna evropeyska (Capreolus capreolus L.) v myslyvskykh ugidnyakh Lvivshchyny [Tekst]: monografiya/ P.B. Khoetskiy. – Lviv: SPOLOM, 2013. – 224 s.
10. Domnich A.V. Chyselnist ta seredoutvoryuyucha rol kopytnykh v zapovidnyku «o. Khortytysya»./ A.V. Domnich // Aktualni problemy ta perspektyvy rozvytku pryrodnychuykh nauk: zb. materialiv II universytetskoy nauk.-prakt. konf. studentiv ta molodykh uchenykh (7-9 kvitnya 2010 r. Zaporizhzhya). – Zaporizhzhya, ZNU, 2010. – S.139 – 140.
11. Domnich V.I. Rol ratychnykh (Cervidae, Bovidae) ta khyzhykh (Canidae) u biogeotsenozakh okremykh rayoniv Palearktiki: avtoref. dys. na zdobuttya stupenya d-ra biologichnykh nauk: spets. 03.00.16 – Ekologiya / Domnich Valeriy Ivanovych, – Dnipropetrovsk, 2008. – 42 s.
12. Danilkin A.A. Oleny (Cervidae). Mlekoopitayushchie Rossii i sopredelnykh regionov / A.A. Danilkin. – М.: GEOS, 1999. – 552 s.
13. Vereshchagin N.K. Mlekoopitayushchie Kavkaza / N.K. Vereshchagin. – М. : AN SSSR, 1959. - 703 s.
14. Pavlov M.P. Akklimatyzatsiya okhotniche–promyslovykh zverey i ptits v SSSR / M.П. Pavlov, I.B. Korsakova, N.П. Lavrov. – Kirov: Volgo-Vyatskoe kn. isd-vo, Kirovskoe otdelenie, 1974. – 460 s.

15. Zoopark «Askaniya-Nova». Opyt akklimatyzatsii dykykh kopytnykh i stpausov / A.A. Salganskiy, I.S. Sles, V.D., Treus, G.A. Uspenskiy. – K., Selkhozizdat, 1963. – 268 s.
16. Fadeev E.V. Areal i chislennost evropeyskogo olenya v SSSR / E. V. Fadeev // Biol. Nauky. – 1983. – № 12. – S. 35 – 40.
17. Evtushevskyy M.N. Plyamysyy olen (Cervus nippon hortulorum swinhoe, 1864) v Ukraini ta za yy mezhamy./ M.N. Evtushevskyy. – K.: Vydavnychiy dim «EKO-inform», 2009. – 192 s.
18. Kopytnye (Mammalia, Artiodactyla) na Srednem Urале / V.N. Bolshakov, N. S. Korytin, N.I. Markov, N.L. Pogodin – Ekaterinburg: UrO RA N, 2009. – 159 s.
19. Danilkin A.A. Chislennost. Evronpeyskaya i sibirskaya kosuli / A.A. Danilkin, P.P. Bluzma – M.: Nauka, 1992. – S. 247-275.
20. Kucheruk V.V. Travoyadnye mlekopitayushchie v aridnykh ekosistemakh vnetropicheskoy Evrazii/ V.V.Kucheruk. – M: Nauka, 1985. – S.166-223.
21. B.D.Abaturov / Mlekopitayushchie kak komponent ekosistem – M: Nauka, 1984. – 286 s.
22. Utilizatsiya fitomassy i otlozhenie ekskrementov kopytnymi mlekopitayushchimi na stepnykh pastbsshchakh vostochnoy Mongolii / [Abaturov B.D., Dmitriev I.A., Zharalsaykhan L. i dr.]. – Izvestiya RAN ser.Biologicheskaya, 2008, №3, S.350-359
23. Kuznetsov G.V. Opredelense potreblensya raststelnoy produktyi losyams po ikh ekskrementam / G.V.Kuznetsov – M: Nauki, 1975. – S. 176-177

УДК 598.2

ВЕСЕННЕ-ЛЕТНЕЕ НАСЕЛЕНИЕ ПТИЦ БЕЛЕНЬКО-РОЗУМОВСКИХ ПЛАВНЕЙ (КАХОВСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ, ЗАПОРОЖСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Костюшин В.А., Черничко И.И., ¹Бусел В.А.

*Институт зоологии им. И.И. Шмальгаузена НАН Украины
01601, Украина, Киев, ул. Б. Хмельницкого, 15*

kost@izan.kiev.ua

¹*Национальный природный парк «Великий Луг»
71630, Украина, Запорожской обл., Васильевский р-н, Днепрорудное, ул. Зеленая, 3
hram@ukrpost.ua*

Исследованиями, проведенными в весенне-летний период 2004-2013 гг., было зарегистрировано 144 вида птиц. Достоверно гнездящимися являются 86 видов, из которых 45 видов (52,3%) экологически связаны с древесной растительностью, 31 вид (36,0%) – птицы водно-болотного комплекса, 8 видов (9,3%) – птицы антропогенного комплекса, 2 вида (2,3%) – обитатели с луговых и псаммофитных ценозов. В Красную книгу Украины включен 21 вид (14,6%).

Ключевые слова: Каховское водохранилище, Беленько-Розумовские плавни, авифауна.

ВЕСНЯНО-ЛІТНЄ НАСЕЛЕННЯ ПТАХІВ БІЛЕНЬКО-РОЗУМОВСЬКИХ ПЛАВНІВ (КАХОВСЬКЕ ВОДОСХОВИЩЕ, ЗАПОРІЗЬКА ОБЛАСТЬ)

Костюшин В.А., Черничко Й.І., ¹Бусел В.А.

*Інститут зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України
01601, Україна, Київ, вул. Б. Хмельницького, 15*

kost@izan.kiev.ua

¹*Національний природний парк «Великий Луг»
71630, Україна, Запорізька обл., Васильєвський р-н, Дніпрорудне, вул. Зелена, 3
hram@ukrpost.ua*

Дослідженнями, проведеними у весняно-літній період 2004-2013 рр. було зареєстровано 144 види птахів. Серед 86 видів, які є достовірно гніздовими, 45 видів (52,3%) екологічно зв'язані з деревною рослинністю, 31 вид (36,0%) належить до птахів водно-болотного комплексу, 8 видів (9,3%) –

антропогенного комплексу, 2 види (2,3%) пов'язані з лучними та псамофітними ценозами. До Червоної книги України включений 21 вид (14,6%).

Ключові слова: Каховське водосховище, Біленько-Розомовські плавні, авіфауна.

AVIFAUNA OF BILENKO- RAZUMOVSKIE PLAVNI (KAKHOVSKOE WATER RESERVOIR, ZAPOROZHSKAYA OBLAST) IN SPRING - SUMMER SEASON

Kostiushyn V.A., Chernichko I.I., ¹Busel V.A.

*Institute of zoology NAS Ukraine
10601, Ukraine, Kiev, B. Khmel'nitskogo str.,15
kost@izan.kiev.ua*

¹*National Nature Park «Velikii Lug»
71630, Ukraina, Zaporozhskaya oblast, Vasil'evskiy raion, Dneprorudnoe, Zelenaya str., 3
hram@ukrpost.ua*

Bilenko-Rozumovskie plavi is a part of Kakhovskoe water reservoir established in 50-ies of XX century in the Low Dnieper. Before water reservoir it was part of the left bank of the Dnieper river, covered by riparian forest. Now this is a system of islands, highest of which still are covered by forest, and in some places are covered by meadow and psammophytic vegetation. Islands are surrounded by extensive shallow water with reedbeds and other aquatic vegetation. The total length of the area is about 20 km, and up to 5 km width. Area partly used for recreation. On some island are located small summer buildings (dachas) and local recreation centres. Nearly all year around, excluding April, May and part of June, Bilenko-Rozumovskie is used for fishing, and in autumn - winter for hunting on waterbirds or some mammals, like wild boar, fox, raccoon dog etc. In general level of anthropogenic pressure on the area is average, varying from very low up to quite high, depending on accessibility of the area.

Bilenko-Rozumovskiy plavni is included in a shadow list of Ramsar sites of Ukraine. At the same time until now avifauna of the area was poorly studied. Materials for current paper were collected in the spring – summer season of 2004-2013 years using combination of different methods: helicopter-, motor-boat-, and pedestrian counts. Helicopter bird count was conducted 25.05.2011. Short term visits of the area by motor-boats were regularly conducted in May – July during the whole period of investigation. The most extensive field studies were conducted in 2011-2012. In this time the total length of motor – boat count routes was 104 km and pedestrian count routes – 2,9 km. All routes were registered by GPS. Counts were conducted in morning time between 5-00 and 10-00, as well as in evening between 17-00 and 21-00. Beside this total count of nests was conducted in colonies which were found.

In total in Bilenko-Rozumovskie plavni was found 144 bird species, 86 of them are breeding species and 10 are probably breeding species. Among breeding species 45 (52,3%) are those related to tree and shrub biotopes, and 31 (36,0%) are waterbird species, 8 (9,3%) related to anthropogenic elements of landscape (houses, storage facilities etc.) and 2 species (2,3%) are those related to meadow or psammophytic cenosis.

Podiceps cristatus, *Fulica atra*, *Acrocephalus arundinaceus* are the most numerous non-colonial breeding waterbirds. Very common are *Aythya ferina* and *Gallinula chloropus*. The most numerous non-breeding species in the area are *Phalacrocorax carbo*, *Chlidonias leucopterus* and *Ardea cinerea* which attend this area for feeding.

Bilenko-Rozumovskie plavni are important place for breeding of colonial waterbirds. In total here breed up to 1200 pairs of 8 species. The most numerous is *Chlidonias hybrida* - 8 colonies with 720-800 breeding pairs in total. On the second position is *Larus ridibundus* – 6 colonies with 170-250 breeding pairs. Number of other species is much less: *Sterna hirundo* – 6 colonies with 70-80 pairs, *Chlidonias niger* – 4 small colonies with about 40 pairs, *Larus cachinnans* – small colony with 10-12 pair. Beside this was found mixed colony of about 20 pairs of *Egretta alba*, 10 pairs of *Ardea purpurea* and at least 4 pairs *Ardea cinerea*. In 2011 two small colonies of *Egretta alba* (5 pairs) and *Ardea cinerea* (6 pairs) were found in the northern part of the area.

Among the bird species related to forest and shrub biotopes the most numerous are the following - *Oriolus oriolus*, *Lanius collurio*, *Corvus cornix*, *Sylvia nisoria*, *Sylvia atricapilla*, *Muscicapa striata*, *Turdus merula*, *Turdus philomelos*, *Parus caeruleus*, *Parus major* and *Fringilla coelebs*.

Thus avifauna of Bilenko-Rozumovskie plavni in late spring and early summer time is rich in relation to wetland and forest bird species. Based on obtained data it is possible to suppose that forest avifauna which had been under depression during the first years after creation of Kakhovskiy water reservoir, now is restoring. Some species which have disappeared that time now have started their nesting again – White-tailed eagle, Hobby, owls, woodpeckers, some passerine species.

Big number of wetlands species, location in the area quite big number of bird colonies, big number of rare species confirm importance of this area for supporting of bird diversity and necessity to include it in the list of Ramsar sites.

Key words: Kakhovskoe water reservoir, Bilenko-Rozumovskie plavni, avifauna.

ВВЕДЕНИЕ

Беленько-Розумовская лесная гряда с прилегающими пойменными участками р. Днепр включена в официальный перечень водно-болотных угодий Украины, претендующих на статус водно-болотных угодий международного значения, под названием Беленько-Розумовских плавней (рис. 1). В прошлом, до строительства Каховской ГЭС, лесная гряда была типичным русловым валом левого берега р. Днепр, протянувшегося до впадения в него р. Конка и практически полностью заросшим пойменным лесом, что хорошо видно на картах прошлого века (рис. 2). После ввода в эксплуатацию Каховской ГЭС и подъема уровня воды в водохранилище, большинство периферийных участков гряды были затоплены. Наиболее возвышенные участки лесной гряды превратились в систему отдельных островков, разделенных короткими рукавами, где до настоящего времени сохранился пойменный лес, преимущественно из ивы, серебристого тополя, дуба и вяза. По краю лесной гряды в направлении мелководий водохранилища развивается пойменный комплекс, представленный преимущественно тростниковыми, тростниково-рогозовыми сообществами [1]. Местами сохранились луговые и псаммофитные сообщества.

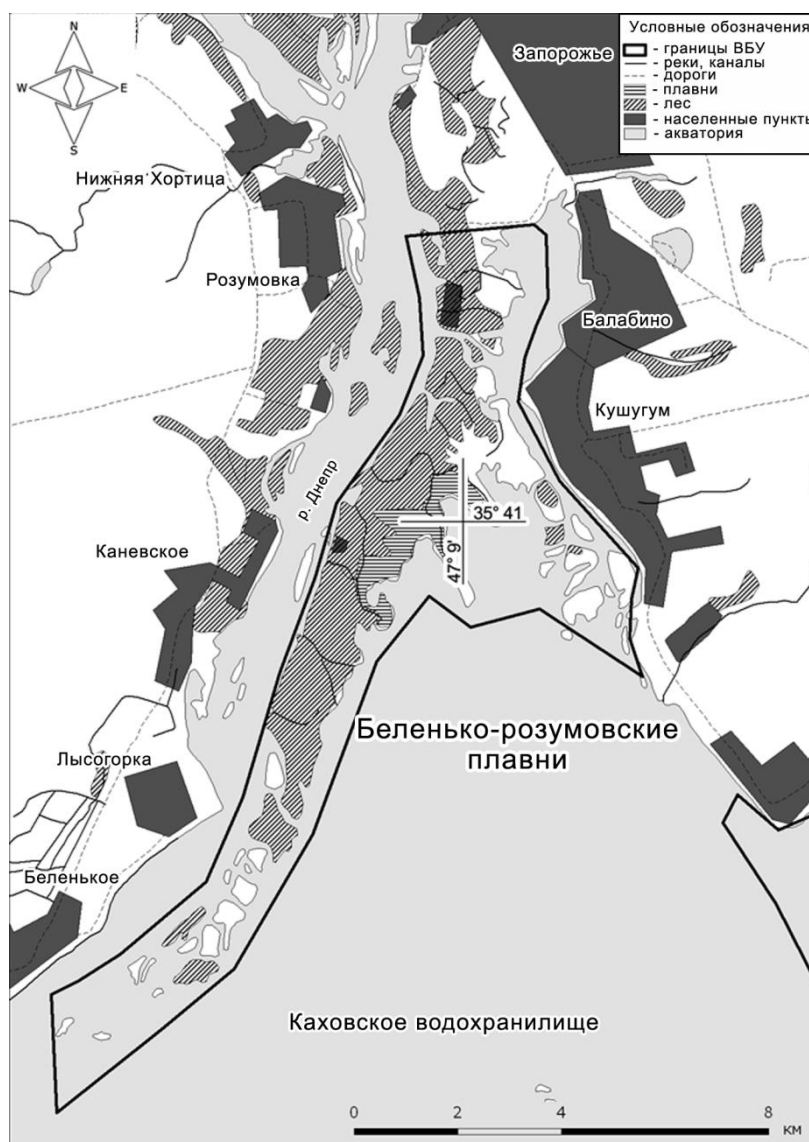


Рис. 1 Схема Беленько-Розумовских плавней, включенных в перечень перспективных рамсарских водно-болотных угодий

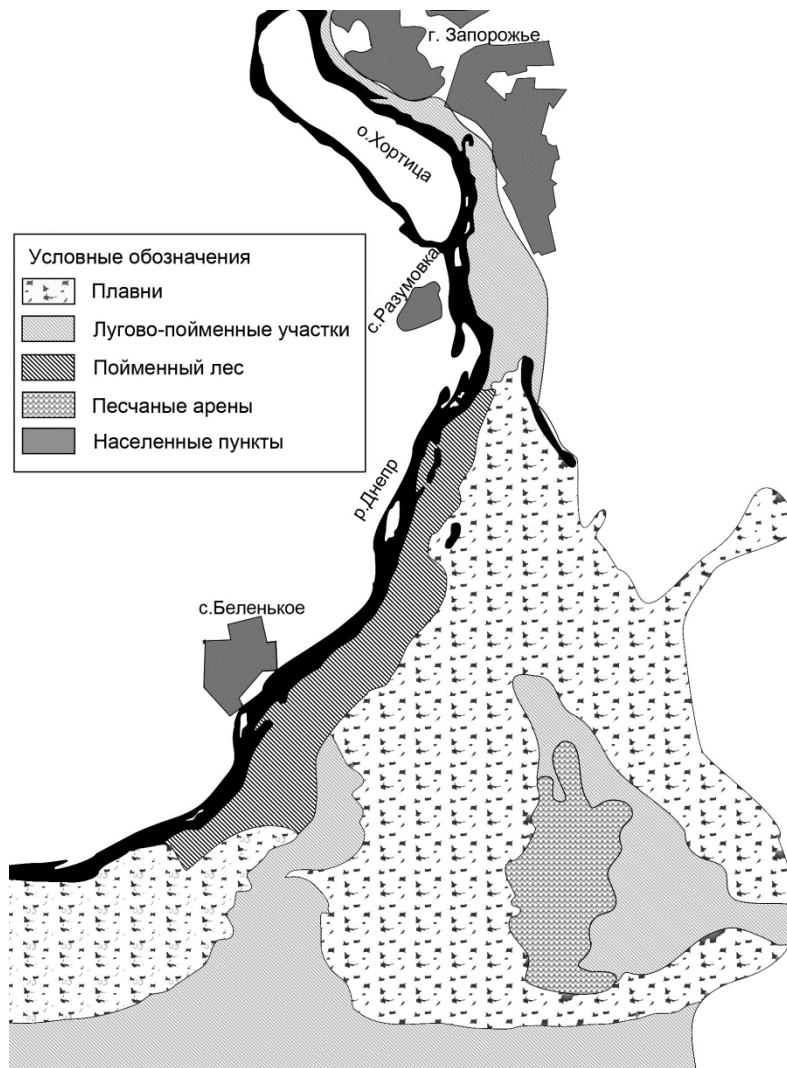


Рис. 2 Ландшафтно-биотопическая структура исследуемой территории до формирования Каховского водохранилища

За счет аккумулятивных процессов, протекающих вдоль исконного русла Днепра, происходит нарастание упомянутой гряды вдоль по течению реки, удлинение гряды, длина которой ныне превышает 20 км отметку. Увеличивается гряда преимущественно за счет дальнейшего разрастания тростниковых и тростниково-рогозовых сообществ, которые в виде отдельных островков закрепляются на постепенно формирующихся новых песчаных валах. На этих же валах, впоследствии, закрепляются одиночные ивы, или небольшие группки деревьев.

Вместе с лесными биотопами, труднодоступные заросли тростника с внутренними плесами и заливами являются удобными местами гнездования, кормления и отдыха различных видов птиц.

В орнитологическом аспекте Беленько-Розумовские плавни почти не изучены. В существующей орнитологической литературе нет даже предварительных оценок населения птиц этой динамичной, с точки зрения геоморфологии гряды.

В свете вышеизложенного, целью данного исследования является изучение современного состояния весенне-летнего аспекта орнитофауны Беленько-Розумовских плавней – видового состава, относительной численности видов, их биотопической приуроченности, обнаружение и локализации колониальных поселений. Собранные данные послужат основой для дальнейшего изучения территории и мониторинга ее состояния, что особенно важно, если

учесть, что Беленько-Розумовские плавни включены в потенциальный список водно-болотных угодий международного значения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Предварительный материал для этого сообщения получен в результате многочисленных кратковременных лодочных выездов в мае-июле 2004-2013 годов, преимущественно охватывавшие урочище «Домаха» в северо-восточной части лесной гряды и Балабинско-Кушугумское урочище, представляющее собой восточную часть Беленько-Розумовских плавней. Основной материал был собран в ходе двух специальных экспедиционных выездов: первый 15-19 июля 2011 г., а второй – 24-29 мая 2012 г. Кроме того, 25.05.2011 г. был проведен авиаучет птиц гряды, с использованием вертолета Ми-2.

Суммарная длина лодочных учетных маршрутов во время экспедиционных выездов 2011 и 2012 гг. составила около 104 км, схема и протяженность которых фиксировалась с помощью GPS-устройств (рис. 3). Кроме того были проведены пешие учеты, общей протяженностью 2,9 км. Учетные лодочные и пешие маршруты выполнялись как в утренние часы (5:00 – 10:00), так и в вечерние часы (17:00 – 21:00).

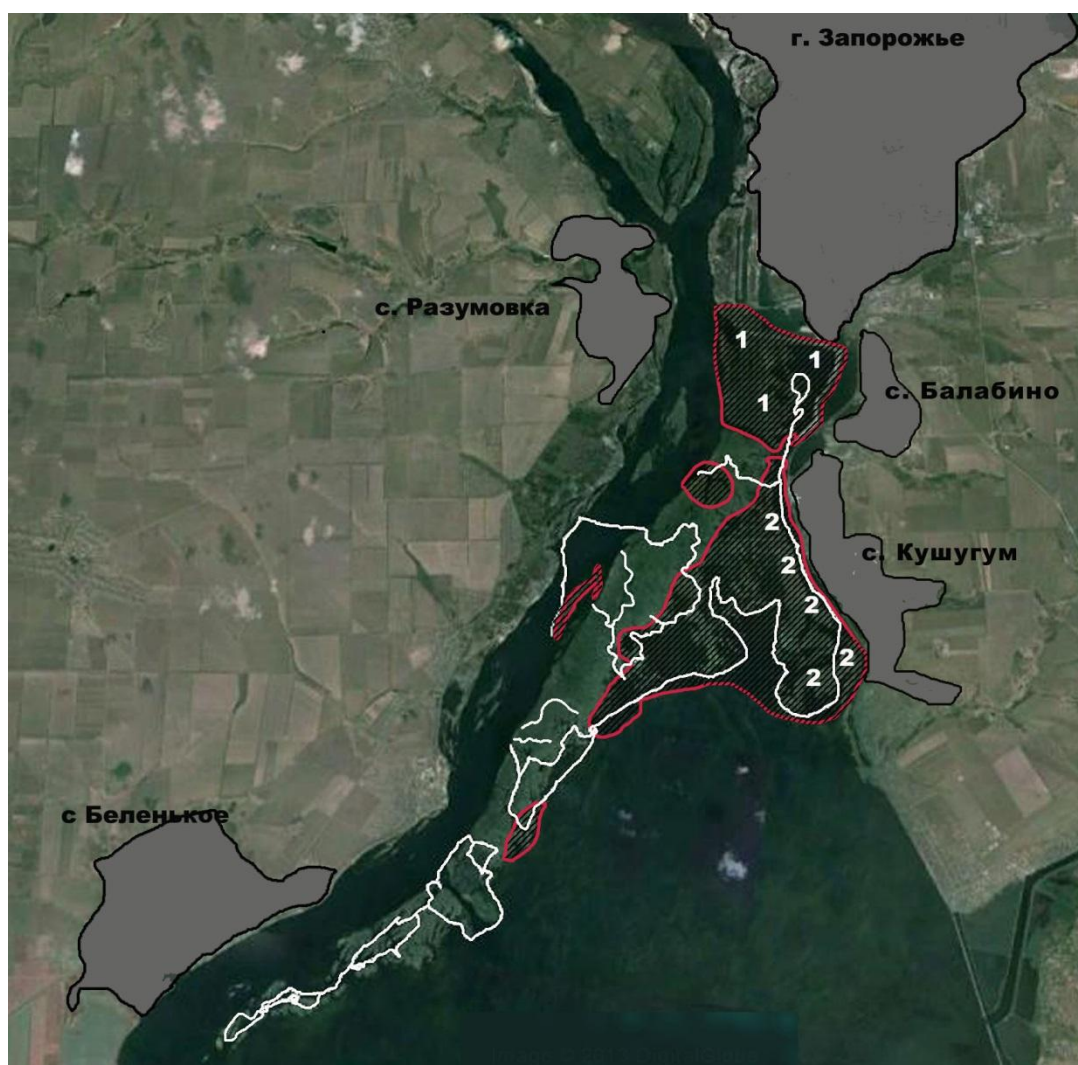


Рис.3 Карта района исследований
 Заштрихованные участки – территории, охваченные кратковременными выездами с коренного берега в 2004-2013 гг.;
 белая линия – основные учетные маршруты (лодочные и пешие)
 во время экспедиционного обследования в 2011-2012 гг.; 1 – урочище «Домаха»;
 2 – урочище «Балабинско-Кушугумские плавни»

Совпадение границ обследованных участков при лодочных маршрутах в 2011 и 2012 гг. составило свыше 85%. В 2012 году южная часть гряды была обследована до самого ее основания.

За исключением учета в гнездовых колониях, где использован метод абсолютного подсчета пар (гнезд), на всех лодочных и пеших маршрутах использован подсчет всех птиц в видимой полосе учета, без фиксированной ее ширины. Численность птиц соотносилась с длиной маршрута, на основании чего определялась относительная численность на 1 км маршрута. Места расположения колоний чайковых птиц, цапель, а также гнезда орлана-белохвоста фиксировались с помощью GPS.

Достоверно гнездящимися видами считали тех, у которых отмечены кладки, гнезда, слетки выводки, а также тех, чье поведение (птица с кормом, территориальные «позывки», пение, и др.) и типичная гнездовая станция не позволяли сомневаться в вероятности гнездования. Последнее касалось, преимущественно, воробьинообразных видов птиц. Предположительно гнездящимися считали птиц, встреченных в свойственном биотопе, но кратковременность наблюдения не позволяла оценить статус вида по особенностям поведения птицы. Целенаправленный поиск гнезд не проводился. Отдельный статус получили виды, которые встречены в гнездовое время в границах исследуемой территории, являются гнездовыми для Приднепровья, но точный статус определить было невозможно. Виды, отмеченные лишь во время кормовых кочевок, поздних миграций или случайно залетевших относили к соответствующим категориям

В отдельных случаях в список включены виды, отмеченные ранее сопровождавшим нас егерем И.В. Медуновым, и охотоведом В.В. Кирилюком, хорошо знающим местную орнитофауну, особенно водно-болотных и охотничьих видов птиц.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Всего за период исследования в Беленько-Розумовских плавнях нами зарегистрировано 144 вида, преимущественно неворобьиных птиц. Меньшее число видов воробьиных птиц, по отношению к общему числу видов, отмеченных во время учетов, вероятно связано с небольшой протяженностью пеших маршрутов, обусловленной трудностью их прокладывания в условиях лесной гряды, пересекаемой протоками, а также необходимостью проведения повторных учетов на тех же самых маршрутах. В связи с этим видовой состав гнездящихся воробьиных птиц требует уточнения в ходе будущих исследований, с использованием более широкого спектра учетных методик (голосовой стимуляции, отловов и др.).

Достоверно гнездящихся видов отмечено 86, из которых немногим более половины – воробьиные виды (46) птиц. Предположительно гнездящихся видов – 10, из которых 4 – воробьиные птицы. К периодически гнездящимся птицам было отнесено 7 видов, из которых 5 – не воробьиные. Еще 6 видов, встреченных в гнездовой период без проявлений гнездового поведения, очевидно, составляют популяционный резерв не размножающихся птиц. Птиц, использующих плавни и лесную гряду во время кормовых полетов и летних кочевок – 28 видов, преимущественно не воробьиных птиц. Залетных и поздно мигрирующих не воробьиных видов птиц отмечено по 3 вида. Более детальный анализ указан в кратких видовых очерках, представленных ниже.

1. Поганка малая *Tachibabtus ruficollis* – рідкий, предположительно гнездящийся вид внутренних мелководных хорошо прогреваемых плесов. Одиночная птица держалась 12-16.06.2008 г. на озере Кушугум урочища «Домаха». Также отмечалась в мае 2012 года. Возможность тщательно обследовать мелководные участки была исключена из-за низкого уровня воды, из-за чего лодкой проникнуть в подходящие станции вида было невозможно. Ранее, поганка малая была известна в качестве гнездящейся птицы для Конских плавней [2].

2. Поганка серошекая *Podiceps grisegena* – редкий гнездящийся вид. До создания водохранилища, многочисленный гнездящийся вид Конских плавней [3]. Нами пара с 3 подросшими птенцами встречена на озере Кушугум урочища «Домаха» 22.05.2006 г. Одиночная птица также была отмечена 6.06.2008 г. в Балабинско-Кушугумском урочище.
3. Поганка черношейная *Podiceps nigricollis* – редкий вид, очевидно, встречается только во время летних кочевок. 27.06.2004 года встречена одиночная особь в Балабинско-Кушугумском урочище. Группа птиц из 4 птиц были встречена 12.06.2008 на заболоченной части плавень близ рыбколхоза напротив села Кушугум. Видимо этих же птиц отмечали в последующие дни в небольшом заливе близ села Балабино. Во время экспедиций 2011-2012 гг., нами не отмечена, однако, по словам егеря И.В. Медунова, в июле 2010 г. им была встречена группа из 5-7 особей на открытых к водохранилищу заливах.
4. Поганка большая или чомга *Podiceps cristatus* – многочисленный гнездящийся вид всех внутренних заливов и плесов, слабо или сильно заросших кубышкой и водяным орехом. Всего учтено свыше 1500 особей и более 150 выводков, при средней относительной численности в 12,0 ос./км. В отдельных внутренних заливах, относительная численность вида достигала 26-52 ос./км. Послегнездовые скопления могут быть значительными, так скопление чомг, состоящее из 2,5 тысяч особей отмечено 6.07.2009 г. в заливе у с. Балабино.
5. Пеликан розовый *Pelecanus onocrotalus* – редкий вид, периодически встречался во время послегнездовых кочевок в конце июля. Так, 25.07.2010 г. В.А. Бусел наблюдал 3 кормящихся особей на акватории Балабинско-Кушугумского урочища.
6. Баклан большой *Phalacrocorax carbo* – гнездится на соседней территории – островах Большие и Малые Кучугуры, откуда регулярно залетает кормиться на внутренние озера и плесы. Относительная численность баклана в июле оказалась значительно выше, чем в мае (0,2-15,6 ос./км). Это связано с разлетом молодых птиц близлежащих колоний, так мелководья юго-восточной части гряды – один из наиболее привлекательных кормовых участков для баклана в верховьях Каховского водохранилища.
7. Баклан малый *Phalacrocorax pygmaeus* – редкий вид, периодически встречается во время послегнездовых кочевок. Залеты этого вида могут быть с гнездовых колоний «нижнеднепровского» поселения [4]. Одна особь была отмечена 27.06.2002 г. в Балабинско-Кушугумском урочище. Группа из 3 особей встречена 12.06.2008 г. на акватории водохранилища, в километре от южной оконечности гряды. Еще одна особь несколько дней держалась у с. Кушугум в первых числах июня 2010 г.
8. Выпь большая *Botaurus stellaris* – малочисленный гнездящийся вид тростниковых зарослей в средней и нижней частях гряды (единичные встречи и вокализация). Гнездо с кладкой из 5 не насиженных яиц найдено 27.05.2008 г.
9. Выпь малая *Ixobrychus minutus* – обычный гнездящийся вид. Встречался практически на всех маршрутах. В июле относительная численность более чем в 2 раза оказалась выше, чем в мае (0,3 - 0,85 ос. /км), за счет вылета молодых особей и послегнездового распределения птиц за пределы гнездовых стадий.
10. Кваква *Nycticorax nycticorax* – обычный вид плавней (0,4-0,6 ос./км), однако доказательства гнездования отсутствуют. В июле 2011 года относительная численность кваквы была выше, чем в мае 2012 года. Скорее всего, кваква из гнездовых колоний о-вов Малые и Большие Кучугуры и плавневой части острова Хортица использует удобные кормовые станции гряды.
11. Цапля желтая *Ardeola ralloides* – малочисленный вид (в среднем 0,22 ос./км), и как кваква использует лишь кормовые станции гряды, преимущественно после гнездования. В связи с этим в июле частота встреч желтой цапли была немного выше, чем в мае. Ближайшее место

гнездования вида – острова Малые Кучугуры, а также островок «Гусиный», входящий в систему Больших Кучугур.

12. Цапля большая белая *Egretta alba* – малочисленный гнездящийся вид. В 2011 году при проведении авиаучета в тростниковых крепях Балабинско-Кушугумского урочища была обнаружена небольшая колония большой белой цапли, численностью около 5 пар. Смешанную колонию цапель удалось обнаружить в 2012 году в середине тростникового островка в южной оконечности гряды (рис.4), где гнездились не менее 20 пар большой белой цапли. В северной части гряды летние встречи птиц связаны с разлетом подросших птенцов колонии расположенной в плавневой части острова Хортица.

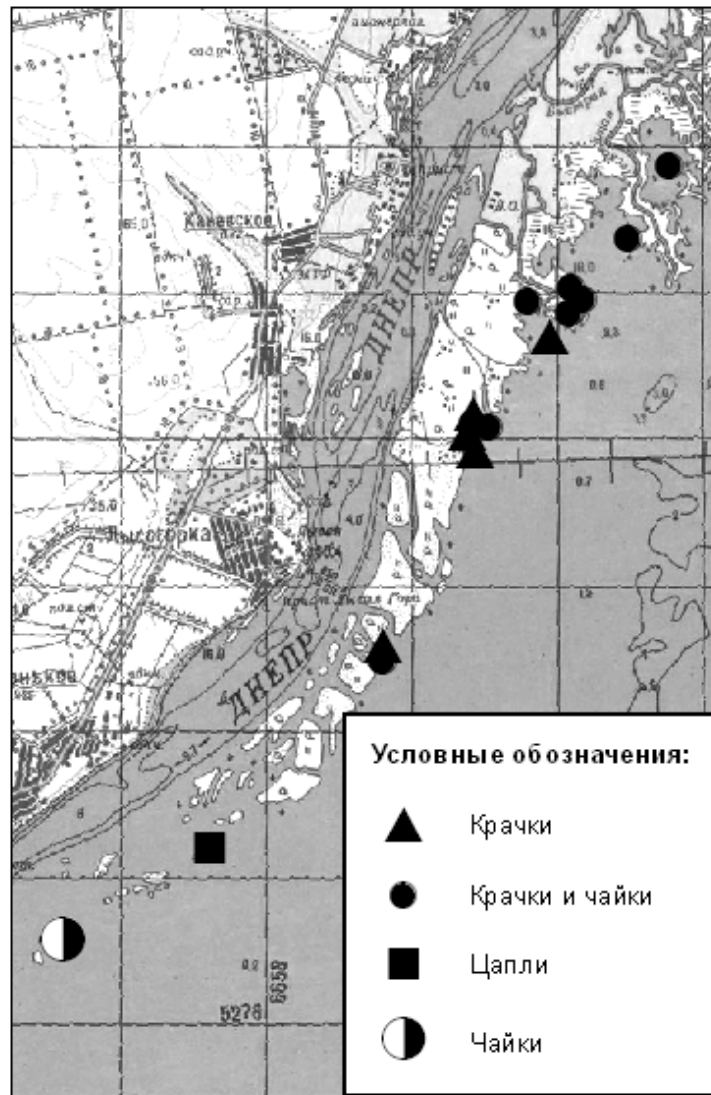


Рис.4 Расположение колониальных гнездовий цапель, чаек и крачек в Беленько-Розумовских плавнях

13. Цапля малая белая *Egretta garzetta* – редкий не гнездящийся вид, спорадически встречается на внутренних плесах гряды. Одиночные бродячие птицы ежегодно встречаются на озере Кушугум и в заливах на окраине села Балабино.

14. Цапля серая *Ardea cinerea* – малочисленный гнездящийся вид. При проведении авиаучетов в мае 2011 года небольшая колония, около 6 пар, отмечена в зарослях тростника, в северной части гряды. В упомянутой выше смешанной колонии (см. *E. alba*) гнездились не менее 4-х пар этих птиц. Однако можно предположить, что численность местной гнездовой

группировки насчитывает десятки пар, благодаря чему относительная численность колеблется в пределах 0,74-0,96 ос./км.

15. Цапля рыжая *Ardea purpurea* – малочисленный гнездящийся вид. Обнаруженное нами поселение в смешанной колонии (см. *E. alba*) насчитывало не менее 10 пар, возможно, что отдельные пары гнездятся также и за пределами колоний. Относительная численность учтенных птиц колебалась в пределах 0,46-0,63 ос./км. Одиночные птицы, кормящиеся в северной части гряды, могут быть связаны с послегнездовым разлетом молодых птиц из колонии, расположенной в плавневой части острова Хортица и низовой реки Конка.

16. Колпица *Platalea leucordia* – впервые на гнездовании в верховьях Каховского водохранилища найдена 10.07.2013 года на островке «Гусином» (система островов Большие Кучугуры). Встречу одиночной птицы 8.08.2013 года на мелководье в Балабинско-Кушугумском урочище мы относим к этой же гнездовой паре.

17. Каравайка *Plegadis falcinellus* – редкий вид, очевидно, спорадически встречается во время кормовых перелетов, так как указан в числе редких охраняемых видов на этой территории в публикациях [1]. Одна особь отмечена нами 06.07.2010 г. на мелководье возле с. Кушугум. Еще одна встреча зарегистрирована 12.05.2011 г. на акватории Каховского водохранилища в районе острова Малые Кучугуры. Птица пролетала транзитом в сторону Беленько-Розумовской гряды [5].

18,19. Аисты белый *Ciconia ciconia* и черный *Ciconia nigra* являются редкими видами Беленько-Розумовской гряды. Белый аист использует территорию в качестве кормовой станции в гнездовой период, залетая сюда с прилегающих участков материка. Ближайшее место гнездования село Приморское. Черный аист – посещает пойму во время летне-осенних миграций и кочевков.

20. Гусь серый *Anser anser* – спорадически гнездящийся вид плавней. Егерем охотхозяйства И.В. Медуновым выводки гусят отмечены один раз в конце 90-х годов прошлого века и второй раз в начале нынешнего века. После этого в гнездовое время серого гуся не встречали, а отмечали лишь во время осенних миграций. Ежегодно в акватории верховий Каховского водохранилища держится стая холостых особей серого гуся в количестве 15-20 особей. Мы предполагаем, что это молодые, не гнездящиеся птицы. Ф. Нойбауер пишет о сером гусе, как обычном гнездящемся виде Конских плавней [6].

21. Лебедь шипун *Cygnus olor* – редкий вид. Группа птиц из 8 особей отмечена нами 23.06.2004 года на территории протоки Кушугум. Одиночная птица держалась несколько дней в начале мая 2006 года в акватории восточной части гряды. Группа из 15 особей была отмечена нами 27.05.2012 года, большая часть из которых (10) одной стаей перелетели с открытой акватории водохранилища на внутренние плесы гряды.

22. Огарь *Tadorna ferruginea* – залетает на плесы гряды во время кормления. Две птицы встречены 17.05.2013 г. в юго-восточной части гряды. Одиночная птица держалась несколько дней на протоке у села Кушугум в начале июля 2013 года. В последние годы замечена тенденция продвижения местной гнездовой популяции в низовья рек верховий Каховского водохранилища.

23. Кряква *Anas platyrhynchos* – малочисленный, несомненно гнездящийся вид гряды, но довольно позднее время проведения учетов не позволило обнаружить выводки.

24. Утка серая *Anas strepera* – П.П. Орлов указывал о находке выводка 29 августа 1939 года между селами Беленькое и Вышетарасовка [7]. Нами она включена в список редких предположительно гнездящихся видов, исходя из встречи одиночной самки 17.07.2011 г. в типичном гнездовом биотопе данного вида. В прилегающих районах это редкий, гнездящийся вид (острова «Большие и Малые Кучугуры»).

25. Чирок-трескунок *Anas querquedula* – немногочисленный, периодически гнездящийся вид. В середине мая 2008 года на небольшом сухом лугу в восточной части урочища «Домаха» было найдено гнездо чирка – трескунка, разрушенное енотовидной собакой. В кладке находилось 7 слабо насиженных яиц. За время экспедиционных учетов 2011-2012 гг. этот вид не отмечен, но по устному сообщению егеря И.В. Медунова, чирок-трескунок спорадически появляется в плавневой части во второй половине лета. Чирок-трескунок указан в качестве гнездящегося вида на о-ве Хортица [8] и островах «Большие и Малые Кучугуры».
26. Широконоска *Anas clypeata* – редкий залетный вид. Нами встречен 12.06.2007 г. взрослый самец в брачном наряде. А.Б. Кистяковский указывает этот вид в качестве немногочисленного гнездящегося для Конских плавней [3].
27. Нырок красноголовый *Aythya ferina* – обычный (4,5-5,0 ос./км) гнездящийся вид. В середине июля 2011 г. нами учтено 6 выводков с 3-5 птенцами (всего – 21), старше недельного возраста. Более высокая относительная численность красноголового нырка в июле объясняется не только выходом на открытые акватории подросших птенцов, но и взрослых уток, в том числе и неразмножавшихся.
28. Нырок белоглазый *Aythya nyroca* – малочисленный (0,67 ос./км) гнездящийся вид. В мае 2012 года на краевых плесах гряды встречены 2 пары в подходящей стадии, а в июле 2011 большинство нырков (в том числе и с молодыми птицами) встречены нами на кормовых участках водоемов, заросших плавающей водной растительностью. Две пары с выводками отмечены 26.05.2013 г. в северной части Балабинско-Кушугумского урочища.
29. Чернеть хохлатая *Aythya fuligula* – малочисленный кочующий вид уток. Нами не встречен, но по сообщению егеря в середине июля встречаются на крупных плесах гряды.
30. Гоголь *Vucephala clangula* – до затопления Конских плавней – обычный гнездящийся вид [3, 9]. Последнее гнездо гоголя у села Верхнетарасовка, которое располагалось в дупле огромного тополя у паромной переправы через р. Днепр было разрушено в 20-х числах мая 1954 года [2]. Нами летующая пара встречена 7.06.2006 г. на небольшом заливе Балабинско-Кушугумского урочища. Одиночная птица зарегистрирована 23.05.2013 в протоке «Быстрик».
31. Крохаль средний *Mergus serrator* – малочисленный кочующий вид уток. Нами не встречен, но по сообщению егеря в середине июля встречается на крупных плесах гряды, а также приводится в качестве охраняемого вида птиц в описании водно-болотного угодья [1].
32. Крохаль большой *Mergus merganser* – одиночную птицу мы встретили 16.07.2011 г. на берегу Днепра у входа в боковой рукав. Птица была без видимых повреждений, и, скорее всего, это случайно задержавшаяся после миграции особь.
33. Скопа *Pandion haliaetus* – редкий вид, изредка встречается во время летних кочевок, во время которых был неоднократно отмечен егерем И.В. Медуновым над внутренними озерами. На акватории Каховского водохранилища нами встречена одиночная особь 8.07.2006 г. Птица летела вдоль прибрежной полосы в сторону села Балабино.
34. Осоед *Pernis apivorus* – редкий вид. Пара птиц встречена среди высокоствольного подтопленного леса 29.05.2012 г. Поиски гнезда были невозможны из-за труднодоступности захламленного ветками и поваленными стволами деревьев участка леса. Гнездование вида на данной территории возможно. Известен на гнездовании на правом берегу Днепра у с. Беленькое [8].
35. Черный коршун *Milvus migrans* – до затопления был многочисленным гнездящимся видом Конских плавней [3]. В летнее время Ф. Нойбауэр отмечал скопления до 16 особей кормящихся птиц [6]. В первый год после затопления отмечались попытки гнездования черного коршуна на свалах спиленного леса. Здесь птицы иногда устраивали необычные для

вида сильно уплотненные гнездовые поселения. В 1955 году гнездование черного коршуна уже не отмечалось [2]. Нами в первых числах июня 2009 года встречена одиночная, вероятно кочующая птица, которая держалась в небольшом лесном массиве восточной части урочища «Домаха».

36. Лунь луговой *Circus pygargus* – одиночную бродячую птицу встретили над грядой 26.05.2012 г. Возможно, что этот вид луней гнездится где-то среди луговых стадий поймы Днепра, но в границах гряды таких стадий мы не обнаружили.

37. Лунь болотный *Circus aeruginosus* – малочисленный (0,17-0,43ос./км) гнездящийся вид. В мае относительная численность птиц была выше, но во время маршрутов встречались чаще самки.

38. Тетеревятник *Accipiter gentilis* – редкий гнездящийся вид. Жилое гнездо с кладкой из 3-х не насиженных яиц найдено нами 3.04.2006 г. на старом участке тополевого леса в восточной части урочища «Домаха». В течение апреля 2009 года вероятно гнездовую пару мы неоднократно встречали в небольшом лесном массиве там же, на побережье озера Кушугум урочища «Домаха». Одиночную птицу вспугнули 27.05.2012 г. вблизи пустого гнезда в пойменном лесу, в урочище «Вербички».

39. Канюк обыкновенный *Buteo buteo* – одиночную птицу видели в р-не рукава «Быстрик» 27.05.2012 г., где чередуются открытые поляны с группами древесной растительности. Вероятно, канюки периодически залетают во время охоты на территорию гряды с материковых участков.

40. Орлан-белохвост *Haliaeetus albicilla* – редкий, не ежегодно гнездящийся вид. Известны три гнезда орлана (рис. 5), но в период исследований (май, 2012 г.) два из них были пустыми, хотя взрослые орланы держались рядом. Вероятно, в границах водно-болотного угодья гнездятся две пары орланов. Гнездование на указанной территории известно с конца 80-х годов прошлого века [8]. В летнее время в пределах гряды держится не менее 6 особей молодых, не гнездящихся орланов.

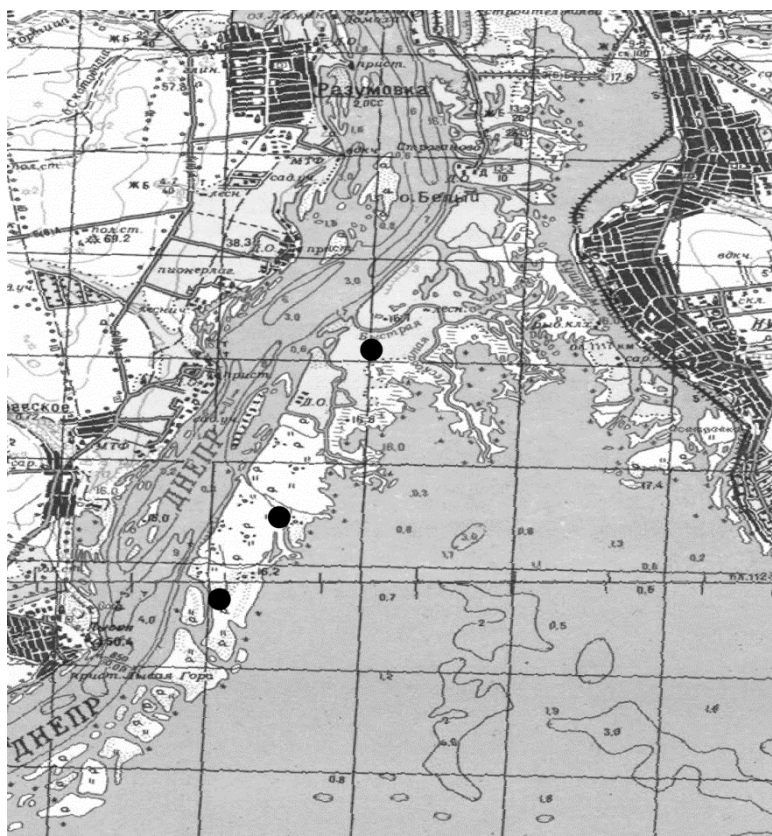


Рис.5 Расположение гнезд орлана-белохвоста в центральной части лесной гряды

41. Чеглок *Falco subbuteo* – редкий гнездящийся вид высокоствольных участков леса, преимущественно вдоль русла реки. Численность нами оценена в 2-3 пары. Гнезда отмечены на двух участках плавней.
42. Кобчик *Falco vespertinus* – изредка на территорию гряды залетают гнездящиеся кобчики из материковых колоний с целью кормления в вечерние часы. Нами отмечены две особи 28.05.2012г. При проведении учетов 23.05.2013 г. в северо-восточной части озера Кушугум (урочище «Домаха») нами зарегистрирован взрослый самец.
43. Балобан *Falco cherrug* – залетную птицу во время кормления мы наблюдали 24.05.2013 г. в районе урочища «Домаха». Ближайшее место гнездования - окраина села Беленькое.
44. Пустельга *Falco tinnunculus* – редкий гнездящийся вид урбанизированных участков гряды, а также мозаичных участков, где лес чередуется с вырубками и полянами. Нами учтена одна пара в р-не рукава «Быстрик» 27.05.2012 г. Еще две гнездовые пары нами отмечены в урочище «Домаха» в конце мая 2013 года.
45. Куропатка серая *Perdix perdix* – предположительно редкая гнездящаяся птица открытых участков северо-восточного участка урочища «Домаха». Нами одна пара этих птиц встречена 14.05.2007 г. на заросшей кустарником большой вырубке.
46. Фазан *Phasianus colchicus* – немногочисленный гнездящийся вид возвышенных лесных участков. По сообщению охотоведа В.В. Кирилюка фазана выпускали один раз в течение последних 10 лет, но успешность его гнездования на гряде низкая из-за высокой численности енотовидной собаки. В летнее время выводки этих птиц встречены нами в сухих тростниковых крепях в районе железнодорожного полотна в восточной части урочища «Домаха».
47. Пастушок водяной *Rallus aquaticus* – гнездящийся вид гряды, но уровень численности оценить сложно, так как по отдельным крикам территориальных самцов это сложно сделать. Время проведения маршрутных учетов не совпадало с максимальной активностью территориальных самцов, а специальных магнитофонных записей голосов птиц на учетных точках мы не применяли.
48. Коростель *Crex crex* – крики самца зарегистрированы 12.05.2006 г. на открытых участках в районе озера Кушугум, однако эта встреча, очевидно, результат запоздалой миграции вида.
49. Погоныш *Porzana porzana* – как и в случае с пастушком, оценить уровень численности этого гнездящегося вида невозможно. Крики территориальных погонышей мы слышали в северной части гряды, где ивняки чередуются с зарослями рогоза.
50. Погоныш малый *Porzana parva* – гнездится в подходящих стациях, но численность вида не определена. Одиночную птицу, кормившуюся вдоль мелководной протоки видели 18.07.2011г.
51. Камышница *Gallinula chloropus* – обычный гнездящийся вид, однако численность камышницы оценить не удалось. В мае нами отмечались территориальные крики самцов. В июле относительная численность птиц составляла 0,18 ос./км, хотя надо принять во внимание, что в учтены были только камышницы, расширившие радиус своих послегнездовых перемещений.
52. Лысуха *Fulica atra* – многочисленный (4,6-6,2 ос./км) гнездящийся вид плесов и заросших озер. В южной части плавней плотность гнездования лысухи выше, где относительная численность составляла 7-10 ос./км. В интервале 16-8 июля 2011г. на маршрутах нами учтено свыше 70 выводков, с 4-6 птенцами различного возраста, но преимущественно старше 15 дней.
53. Кулик-сорока *Haematopus ostralegus* – в течение лета одиночные птицы и небольшие группы до 5 особей встречаются на песчаных косах в северо-восточной части гряды и

урочища «Домаха». Ближайшее место гнездования вида острова «Большие и Малые Кучугуры».

54. Малый зуек *Charadrius dubius* – очень редкий, периодически гнездящийся вид. Кладка из 4 яиц найдена 12.06.2004 г. на песчаной косе в районе села Кушугум. Пара птиц встречена 23.05.2007 г. в этом же месте, но гнездо найдено не было. В последующие годы коса заросла высоким разнотравьем и птицы здесь больше не встречались. По данным А.Н. Гудины 8.06.1997 г. в смешанной колонии с речной крачкой на той же песчаной косе учтено до 15 пар малого зуйка [10].

55. Камнешарка *Arenaria interpres* – единственная летующая птица отмечена нами 16.07.2004 г. на небольшой песчаной косе, возле с. Кушугум.

56. Черныш *Tringa ochropus* – до затопления поймы – редкий гнездящийся вид Конских плавней [3]. В настоящее время одиночные кочующие особи черныша изредка встречаются в летнее время на мелководных участках гряды. Следует так же отметить, что при осмотре оологической коллекции Б.Я. Гордта была обнаружена кладка из трех яиц черныша. По сведениям сборщика, она была доставлена 20.06.1971 г. с Беленько-Розумовской гряды. На момент изъятия из гнезда кладка, находившаяся в старом вороньем гнезде, была уже сильно насиженной [10].

57. Травник *Tringa totanus* – гнездование этого вида в Конских плавнях предполагал Ф. Нойбауер [6]. В настоящее время одиночные летующие особи изредка встречаются на заболоченных участках урочища «Домаха».

58. Перевозчик *Actitis hypoleucos* – редкий и не ежегодно гнездящийся вид гряды. В протоке «Быстрик» 12.06.2007 г. нами встречены две птицы. 3-х птиц мы учли 16.07.2011 г. на песчаном берегу намытых грив. По словам егеря И.В. Медунова перевозчик гнезвился на искусственных гривах в первые годы после их намывки. После зарастания грив древесной растительностью численность перевозчиков сократилась.

59. Турухтан *Philomachus pugnax* – одиночные птицы во время летних (23.05.2007 – 2 особи, 17.07.2011 г. – 3 особи) кочевков встречаются на сплавинах плесов и других подходящих стациях.

60. Хохотун черноголовый *Larus ichthyaetus* – одиночные холостые особи посещают кормовые станции пойменных озер и плесов. Одна птица встречена 3.05.2004 г. в пределах акватории западной части гряды. Пара не гнездящихся птиц встречена 23.05.2007 г. на озере Кушугум. Одиночный хохотун отмечен также 26.05.2012 г. Ближайшее место гнездования острова «Большие и Малые Кучугуры».

61. Чайка озерная *Larus ridibundus* – обычный гнездящийся вид заросших плавающей растительностью озер. При обследовании восточной части гряды на окраине села Балабино в июне 2004 года существовала колония, численностью около 50 пар. За время экспедиционных исследований в 2011-2012 гг. нами обнаружено 6 гнездовых колоний с суммарной численностью 170-250 пар (рис. 4). В майский период обследования в гнездах были еще неполные кладки, а в июле – преимущественно находились подросшие птенцы.

62. Чайка-хохотунья *Larus cachinnans* – малочисленный гнездящийся и обычный кочующий вид. Единственную колонию чаек обнаружили (28.05.2012 г.) на маленьком тростниковом островке (рис.4), где в центральной части на сплаvine гнезвилось 10-12 пар, активно охранявших гнездовые участки. Летние встречи птиц это результат разлета молодых особей с ближайших колоний, расположенных на островах «Большие и Малые Кучугуры» и скалистых островов нижнего бьефа Днепрогэса.

63. Крачка черная *Chlidonias niger* – малочисленный гнездящийся вид. В смешанных колониях чайковых птиц отмечены 4 поселения, численностью не менее 40 пар (рис.4).

64. Крачка светлокрылая *Chlidonias leucopterus* – встречается на территории гряды преимущественно во время послегнездовых кочевков. Поэтому эти крачки отмечены нами только в июле (5,7 ос./км).
65. Крачка белошекая *Chlidonias hybrida* – многочисленный гнездящийся вид, обычно формирующий гнездовые колонии, вместе с озерной чайкой. Нами за время исследований обнаружено 8 колоний (рис.4), с суммарной численностью в 720-800 пар.
66. Крачка речная *Sterna hirundo* – малочисленный гнездящийся вид в смешанных колониях. Нами за время исследований обнаружено 6 колоний, с суммарной численностью в 70-80 пар.
67. Крачка малая *Sterna albifrons* - гнездящийся вид песчаных кос северо-восточной части гряды. Здесь небольшая колония была найдена А.Н. Гудиной 8.06.1997 [10]. По нашим данным птицы периодически здесь гнездились на протяжении нескольких лет, последняя находка из 4 гнезд отмечена в июле 2004 года.
68. Вяхирь *Columba palumbus* – малочисленный гнездящийся вид. Гнездо с полной не насиженной кладкой найдено 26.05.2004 г. в западной части урочища «Домаха». Оно располагалось в густом кустарнике бузины черной. Дважды отмечен нами во время экспедиционных исследований 2011-2012 гг. в северной части гряды, где преобладает высокоствольный, старый лес.
69. Горлица кольчатая *Streptopelia decaocto* – малочисленный обитатель небольших баз отдыха. Горлица гнездилась на территории охотничьей базы, которую мы избрали в качестве опорного пункта для наших учетов.
70. Горлица лесная *Streptopelia turtur* – малочисленный (в среднем 0,34 ос./км) гнездящийся вид отдельных участков пойменного леса, преимущественно в северной части гряды, где на пеших маршрутах его относительная численность достигает 2,2 ос./км.
71. Кукушка обыкновенная *Cuculus canorus* – немногочисленный (в мае – 0,24 ос./км) гнездящийся вид. Учитывая приуроченность «майских» встреч кукушки к пойменным комплексам, паразитирует она на воробьинообразных видах птиц тростниковых биотопов. По данным специальных исследований одного из авторов статьи, В.А. Бусела, из 43 найденных гнезд с яйцами кукушки – 70% были гнездами дроздовидной камышевки.
72. Сова ушастая *Asio otus* – редкий гнездящийся вид. Весной 2003 года нами отмечен выводок в районе турбазы «Коммунар» урочища «Домаха». Во время маршрутных учетов в 2011-2012 гг. сова нами не была отмечена, но ее крики в ночные часы слышали дважды в районе охотничьей базы.
73. Сплюшка *Otus scops* – редкий гнездящийся вид. Одна территориальная пара отмечена 16.06.2006 г. в Балабинско-Кушугумском урочище, напротив с. Кушугум. Ее характерные крики в ночные часы также постоянно слышали в окрестностях охотничьей базы в период учетов 2011-2012 гг.
74. Сыч домовый *Athene noctua* – редкий гнездящийся вид. Во время учетных маршрутов сыч не был отмечен, но его слышали в темное время суток несколько раз в мае и в июле 2011-2012 гг. на территории охотничьей базы.
75. Козодой *Caprimulgus europaeus* – редкий гнездящийся вид. Во время как майских, так и июльских учетов голос козодоя неоднократно слышали в темное время суток.
76. Стриж черный *Apus apus* обычный вид, кормовые кочевки которого над пойменными участками плавней в отдельные дни майских учетов были многочисленными (до 100 особей).
77. Сизоворонка *Coracias garrulus* – изредка посещает регион во время кормовых кочевков. Нами в первых числах июля 2013 г. неоднократно регистрировалась по восточному краю лесной гряды, а также на прилегающих к с. Балабино участках.

78. Зимородок обыкновенный *Alcedo atthis* – малочисленный гнездящийся вид участков обрывистых берегов боковых рукавов в северной части лесной гряды. Частота встреч зимородка в южной части лесной гряды значительно ниже (0,06 ос./км маршрута), чем в северной (0,29 ос./км). Большинство птиц (8 из 10 особей) были отмечены вблизи гнездовых нор.
79. Щурка золотистая *Merops apiaster* изредка залетает в поисках корма с гнездовых территорий, расположенных на обрывах правого высокого берега Днепра.
80. Удод *Upupa epops* – малочисленный (0,61 ос./км) гнездящийся вид (в середине июля еще были встречены взрослые птицы с кормом в клюве) преимущественно краевых участков пойменного леса в северной части гряды. В южной части гряды удода нами отмечены не были.
81. Вертишейка *Jynx torquilla* – малочисленный гнездящийся вид. На лесистых участках урочища «Домаха» в июне 2008 года выявлено 3 гнездящихся пары. Одна пара учтена в северной части гряды, в пределах гнездовой территории у старого белого тополя.
82. Дятел седой *Picus canus* – обычный гнездящийся вид. Численность сильно разнится на разных участках леса. На отдельных участках высокоствольного леса во время пешеходных маршрутов плотность превышала 3 ос./км, на прочих учетах вдоль руслового вала плотность колебалась от 0,06 до 0,8 ос./км.
83. Дятел большой пестрый *Dendrocopos major* – обычный гнездящийся вид и как седой дятел тяготеет к участкам старого пойменного леса, где его плотность достигала 3,29 ос./км. На прочих участках его плотность редко превышала 0,3 ос./км.
84. Дятел сирийский *Dendrocopos syriacus* – редкий гнездящийся вид окультуренных садовых участков вокруг небольших баз отдыха и лагерей вдоль лесного берега Днепра. Этот вид дятла отмечен нами всего дважды во время целенаправленных учетов. Обычен в районе баз отдыха урочища «Домаха».
85. Дятел малый *Dendrocopos minor* – малочисленный гнездящийся вид пойменного леса северных участков гряды. Нами отмечены только во время пеших маршрутных учетов (три пары на гнездовых территориях).
86. Ласточка береговая *Riparia riparia* – гнездовые колонии этих ласточек на самой гряде отсутствуют, но с коренного берега Днепра, где ласточки гнездятся очень большими колониями, регулярно залетали кормиться над плавневыми территориями района исследований.
87. Ласточка деревенская *Hirundo rustica* – обычный гнездящийся вид большинства используемых и заброшенных построек на берегу лесной гряды. Только на территории охотничьей базы, внутри брошенного здания мы насчитали 15 жилых гнезд ласточек.
88. Ласточка городская *Delichon urbica* – отмечена нами только во время кормления над плавнями, в небольшом количестве (единичные особи), преимущественно в вечерние часы (июль, 2011 г.)
89. Жаворонок полевой *Alauda arvensis* – редкий, предположительно гнездящийся вид открытых полей в северной части гряды. В мае 2012 г., над обширной поляной, поросшей травянистой растительностью, был отмечен поющий самец.
90. Конек лесной *Anthus trivialis* – малочисленный гнездящийся вид пойменного леса, одиночные пары отмечались в мае 2012 г. в северной части гряды.
91. Трясогузка желтая *Motacilla flava* – редкий, гнездящийся вид. Одиночный поющий самец отмечен в подходящей гнездовой станции – обширной луговине в северной части гряды. Территориальные пары отмечены на открытых участках напротив села Балабино.

92. Трясогузка черноголовая *Motacilla feldegg* – две гнездовые пары отмечены в июне 2008 года на заросшей кустарником косе напротив села Балабино. Один самец трясогузки отловлен 12.05.2013 г в паутинную сеть, на территории Балабинско-Кушугумского урочища.
93. Трясогузка белая *Motacilla alba* – малочисленный вид, гнездящийся в двух типах станций: корневых сплетениях поваленных деревьев, а также в сооружениях человека – под крышами зданий, под причалами и т.п.
94. Сорокопуд жулан *Lanius collurio* – обычный гнездящийся вид кустарниковых участков по краю пойменного леса, в «забурьяненных» участках мелких проток. Внутри таких частей леса плотность сорокопудов достигает 4,29 ос./км, а на прочих участках гряды средняя плотность колеблется в пределах 0,12-0,48 ос./км.
95. Сорокопуд чернолобый *Lanius minor* – редкий гнездящийся вид отдельных опушечных зон пойменного леса в северной части гряды. Нами отмечена одна пара в районе рукава «Быстрик». Обычен в северной части урочища «Домаха».
96. Иволга *Oriolus oriolus* – обычный гнездящийся вид высокоствольных участков пойменного леса в северной части гряды. Плотность на разных маршрутах колебалась от 0,16 до 1,09 ос./км
97. Скворец *Sturnus vulgaris* - обычный гнездящийся вид древесных «колков» в центральной и южной частях гряды. Иногда образует групповые поселения на участках подтопленного леса.
98. Сойка *Garrulus glandarius* – малочисленный гнездящийся вид пойменного леса в северной части гряды, где плотность сойки колеблется в пределах 0,10-0,33 ос./км.
99. Сорока *Pica pica* – редкий гнездящийся вид, в южной части гряды предпочитает строить гнезда на одиночных ивах, одно гнездо обнаружено в густых зарослях тростника.
100. Галка *Corvus monedula* – одиночные особи спорадически встречаются во время летних кочевок. Гнездится в бетонных столбах электрических опор на прилегающих участках побережья. Галка использует исследуемую территорию для кормления.
101. Грач *Corvus frugilegus* – отдельные небольшие стайки, скорее всего, не размножающихся грачей отмечены нами в плавневой части лимана и вдоль руслового вала Днепра.
102. Ворона серая *Corvus cornix* – обычный гнездящийся вид лесной гряды на всем ее протяжении, но плотность колеблется от 0,54 ос./км в южной части до 3,7 ос./км в северной части гряды.
103. Ворон *Corvus corax* – редкий вид, спорадически залетает на исследуемую территорию. Нами отмечен один раз в мае 2012 г. в северной части гряды.
104. Сверчок соловьиный *Locustella luscinioides* – относительно малочисленный гнездящийся вид обширных тростниковых зарослей по краям внутренних озер и заливов, средняя плотность составила 0,4 ос./км. Более обычен в северной части гряды, где он гнездится на сухих участках тростниковых крепей.
105. Сверчок речной *Locustella fluviatilis* – статус вида не установлен. Один раз, в мае 2012 г. был отмечен голос поющего сверчка в центральной части плавней.
106. Барсучек *Acrocephalus schoenobaenus* – малочисленный гнездящийся вид (плотность от 0,2 до 0,8 ос./км), численность в кустарниковой части плавней заметно выше. Во время июльских учетов (2011 г.) барсучек встречался на маршруте чаще за счет подвижности взрослых птиц с выводками в послегнездовой период.
107. Индийская камышевка *Acrocephalus agricola* – редкий гнездящийся вид. При обследовании зарослей рогаза узколистного нами найдено гнездо в районе протоки

«Быстрик» 18.06.2013 г. В этот же день учетов две территориальные пары отмечены в районе озера Кушугум.

108. Камышевка болотная *Acrocephalus palustris* – малочисленный гнездящийся вид. Групповое поселение болотной камышевки (6 гнезд) обнаружено 23.05.2004 г. на обмелевшем озере в северо-восточной части гряды. В конце мая 2012 г. песню болотной камышевки слышали один раз во время пеших учетных маршрутов.

109. Камышевка тростниковая *Acrocephalus scirpaceus* – обычный гнездящийся вид тростниковых и тростниково-рогозовых зарослей по краю центральной части гряды, где ее плотность достигает 0,44 ос./км. В других частях плавней ее плотность колеблется от 0,06 до 0,29 ос./км.

110. Камышевка дроздовидная *Acrocephalus arundinaceus* – многочисленный гнездящийся вид тростниковых зарослей как вдоль русловых валов протоков и р. Днепр, так и по краям озерных плесов. Плотность изменчива: от 0,73 до 1,48 ос./км, что связано с неоднородностью зарослей тростника.

111. Пересмешка зеленая *Hippolais icterina* – малочисленный гнездящийся вид пойменного леса в центральной части гряды. В подходящих для вида биотопах его плотность превышала 1,0 ос./км, в прочих – составляла в среднем 0,29 ос./км.

112. Славка ястребиная *Sylvia nisoria* – обычный гнездящийся вид пойменного леса. Плотность по данным пеших маршрутов составляет 0,84-1,09 ос./км.

113. Славка черноголовая *Sylvia atricapilla* – обычный гнездящийся вид пойменного леса. Плотность по данным пеших маршрутов составляет 0,63-1,12 ос./км.

114. Славка садовая *Sylvia borin* – относительно других славок, малочисленный гнездящийся вид, но в отдельных участках разреженного пойменного леса с кустарниками плотность славки достигала 1,0 ос./км.

115. Славка-завирушка *Sylvia curruca* – гнездящийся вид открытых участков с редкой кустарниковой растительностью. Поющие самцы и гнезда нами встречены во время учетов в 2008 и 2010 годах, в северной части гряды.

116. Славка серая *Sylvia communis* – редкий гнездящийся вид разреженных участков пойменного леса с полянами в северной части гряды. Средняя плотность не превышает 0,16 ос./км.

117. Пеночка-теньковка *Phylloscopus collybita* – редкий гнездящийся вид центральной и реже северной части лесной гряды, где в конце мая 2012 г. мы встречали одиночных поющих самцов, а во время июльских учетов – кормящихся птиц.

118. Мухоловка-белошейка *Ficedula albicollis* – редкий гнездящийся вид островных участков леса. Средняя плотность в учетах северной и южной частей гряды оказалась близкой и составила 0,18 ос./км.

119. Мухоловка-пеструшка *Ficedula hypoleuca* – редкий гнездящийся вид. В конце мая 1994 года жилое гнездо обнаружено в 20-м квартале урочища «Домаха». Появление самца на гнездовом участке отмечено 16 апреля [11].

120. Мухоловка серая *Muscicapa striata* – обычный гнездящийся вид пойменного леса. Плотность по данным пеших маршрутов составляла 2,52 ос./км, а средняя по всем учетам – 1,0 ос./км.

121. Чекан луговой *Saxicola rubetra* – редкий гнездящийся вид. Молодые птицы встречены 3.06.2007 г. на небольшом сухом лугу в окрестностях озера Кушугум урочища «Домаха».

122. Каменка обыкновенная *Oenanthe oenanthe* – статус вида для Беленько-Розумовской гряды точно установить не удалось. Одиночную птицу в конце мая 2012 г. видели среди построек на одной из баз отдыха на берегу Днепра.
123. Горихвостка обыкновенная *Phoenicurus phoenicurus* – редкий гнездящийся вид отдельных загущенных участков пойменного леса. Нами отмечен один поющий самец в северной части гряды. В прошлом, до затопления поймы, горихвостка гнездилась в Конских плавнях [9].
124. Горихвостка-чернушка *Phoenicurus ochruros* – гнездящийся вид баз отдыха и разрушенных зданий. Одно гнездо было найдено 18.06.2013 г. в районе Балабинско-Кушугумского урочища, в старом гнезде деревенской ласточки.
125. Соловей обыкновенный *Luscinia luscinia* – малочисленный гнездящийся вид загущенных участков пойменного леса. По данным учетов поющих самцов в конце мая 2012 г., средняя плотность птиц составила 0,28 ос./км.
126. Зарянка *Erithacus rubecula* – малочисленный гнездящийся вид. Предпочитает пойменный лес с кустарниковым подлеском. Поющие территориальные самцы нами встречены в начале мая 2013 г. в северной части гряды.
127. Рябинник *Turdus pilaris* – редкий, инвазионно-гнездящийся вид. В 1993 г. 3 гнезда с птенцами было обнаружено в северной части урочища «Домаха». В 1994-1995 гг. колония из 3-4 пар существовала в южной части этого урочища [11].
128. Дрозд черный *Turdus merula* – обычный гнездящийся вид пойменного леса. Плотность по данным пеших маршрутов составляла 2,52 ос./км, а средняя по всем учетам – 0,7 ос./км.
129. Дрозд певчий *Turdus philomelos* – как и предыдущий вид дрозда, певчий дрозд является обычным гнездящимся видом пойменного леса, и его распространение более равномерное, чему черного дрозда. Средняя плотность по данным всех учетов составила 0,91 ос./км.
130. Синица усатая *Panurus biarmicus* – обычный гнездящийся вид больших по площади тростниковых зарослей, поэтому в южной части гряды, где доля таких биотопов выше, плотность по данным учетов составила 2,0 ос./км, на прочих территориях, особенно в северной части гряды, плотность колебалась в пределах 0,05-0,37 ос./км.
131. Ремез *Remiz pendulinus* – малочисленный гнездящийся вид, максимальная плотность которого отмечена на мелких островках в южной части гряды, где на одиночных ивах находилось несколько гнезд. Плотность птиц в этих участках гряды составила 1,27 ос./км. В пойменных биотопах северной части гряды ремез нами не зарегистрирован.
132. Синица лазоревка *Parus caeruleus* – обычный гнездящийся вид, больше связанный с краевыми участками пойменного леса, выходящими в тростниковые заросли. Плотность птиц колебалась в пределах 0,39-1,68 ос./км.
133. Синица большая *Parus major* – обычный гнездящийся вид пойменного леса. Плотность по данным пеших маршрутов составила 2,19-3,36 ос./км, а средняя по всем учетам – 0,8 ос./км.
134. Воробей домовый *Passer domesticus* – в силу синантропных привязанностей вида, его гнездование связано только с постройками человека и численность его нами не оценивалась.
135. Воробей полевой *Passer montanus* – в природных компонентах ландшафта, полевого воробья можно отнести к редким гнездящимся видам, так как птицу с кормом отмечали у старых полуразрушенных ив в глубине пойменного леса. В северной части гряды вид гнездится в дуплах высохших тополей.

136. Зяблик *Fringilla coelebs* – обычный гнездящийся вид высокоствольных участков леса, где его плотность может достигать 10 ос./км, но в среднем для всей территории плотность составила 0,72 ос./км.

137. Зеленушка обыкновенная *Chloris chloris* – малочисленный гнездящийся вид пойменного леса. Плотность по данным пеших маршрутов составила 1,02 ос./км, а средняя по данным всех учетов – 0,43 ос./км.

138. Щегол черноголовый *Carduelis carduelis* – редкий гнездящийся вид разреженных участков пойменного леса. Предположительно гнездовые пары отмечены дважды. Одно гнездо найдено 19.05.2007 г. на территории Балабинско-Кушугумского урочища, напротив села Кушугум.

139. Коноплянка *Acanthis cannabina* – малочисленный гнездящийся вид. Гнездовая пара отмечена 12.05.2013 г. в лесных массивах северной части гряды, в урочище «Домаха».

140. Дубонос обыкновенный *Coccothraustes coccothraustes* – редкий гнездящийся вид преимущественно северной части гряды. Средняя плотность на маршрутах составила 0,19 ос./км.

141. Просьянка *Emberiza calandra* – редкий гнездящийся вид. Нами отмечены поющие самцы только на открытых участках с редкой кустарниковой растительностью в восточной части урочища «Домаха».

142. Овсянка тростниковая *Emberiza schoeniclus* – учитывая относительную редкость встречи этой овсянки на маршрутах в подходящих биотопах, статус вида определен нами - как малочисленный гнездящийся, плотность – 0,19 ос./км.

143. Овсянка обыкновенная *Emberiza citrinella* – редкий гнездящийся вид участков старого пойменного леса (один раз отмечен поющий самец).

144. Овсянка садовая *Emberiza hortulana* редкий гнездящийся вид разреженных участков пойменного леса. Предположительно гнездовую пару отметили в северной части гряды (рукав «Быстрик») во время майских учетов 2012 г.

Как видно из приведенных данных, видовой состав орнитофауны Беленько-Розумовских плавней в летний период богат гнездящимися водно-болотными птицами, что характерно как для Каховского водохранилища, так и близлежащих (Днепродзержинского), после их затопления и преобразования [12,13,14].

Значительна роль Беленько-Розумовских плавней и в поддержании популяций редких видов птиц, включенных в Красную Книгу Украины. В составе летнего населения птиц отмечено 21 вид (14,6% от общего числа) редких птиц, включенных в национальную Красную Книгу [15], из которых 5 видов (серая утка, нырок белоглазый, орлан-белохвост, сплюшка и малая крачка) гнездятся регулярно или периодически, еще 14 видов (цапля желтая, колпица, каравайка, аист черный, огарь, гоголь, крохаль длинноносый, скопа, балобан, черный коршун, луговой лунь, кулик-сорока, хохотун черноголовый, сизоворонка) используют плавни и лесную гряду во время кормления, отдыха кочевков, и два вида (пеликан розовый, баклан малый) изредка посещают территорию и являются случайными элементами летнего населения.

Следует подчеркнуть, что в список гнездящихся видов нами не включены некоторые виды птиц, в регистрации которых мы не были уверены, например лесной жаворонок *Lullula arborea*, голос которого в течение короткого времени слышали один раз в конце мая 2012 года на участке разреженного леса в р-не рукава «Быстрик». Также не были включены некоторые виды, упоминавшиеся в публикациях. Так, например, литературные источники свидетельствуют о том, что в районе с. Беленькое в начале прошлого века были известны случаи гнездования савки *Oxyura leucocephala* [12,16], а в Конских плавнях были обычными гнездящимися видами обыкновенный гоголь *Vucephala clangula*, и хохлатая чернеть *Aythya*

fuligula, филин *Bubo bubo* и серая неясыть *Strix aluco* [3, 6, 7, 16, 17, 18, 19, 20]. Эти и другие факты позволяют надеяться, что при будущих, более продолжительных исследованиях, перечень гнездовой орнитофауны Беленько-Розумовских плавней будет существенно дополнен.

Перспективы дальнейшего орнитологического исследования Беленько-Розумовских плавней связаны прежде с тем, что данная территория включена в перспективный список рамсарских водно-болотных угодий Украины. В последние годы Министерство экологии и природных ресурсов, в тесном сотрудничестве с научными организациями Украины, подготовило и передало в секретариат Рамсарской конвенции описание ряда ценных водно-болотных угодий, часть из которых уже получило официальный статус водно-болотных угодий международного значения. В случае получения такого статуса Беленько-Розумовскими плавнями, в соответствии с требованиями Рамсарской конвенции, на этой территории должен будет вестись постоянный мониторинг состояния этих угодий, в том числе и мониторинг орнитофауны. В этом случае осуществление мониторинга, по крайней мере, в его орнитологической части, будет возложено на национальный природный парк «Великий луг», который фактически граничит с Беленько-Розумовскими плавнями, и уже принимает участие в данных исследованиях.

Данная территория также будет оставаться в сфере внимания расположенной неподалеку Азово-Черноморской орнитологической станции (г. Мелитополь), которая создала и координирует программу Регионального экологического мониторинга (РОМ), охватывающую все ключевые водно-болотные азово-черноморского региона, и сопредельных территорий.

ВЫВОДЫ

Видовой состав орнитофауны Беленько-Розумовских плавней в весенний период включает не менее 144 видов птиц, 86 из которых являются достоверно гнездящимися.

Облик гнездовой орнитофауны, как и всего летнего населения птиц, обеспечивает в большей степени существовавший здесь и ранее пойменный лес. Это доказывается тем, что 45 видов из 86 достоверно гнездящихся (52,3%) экологически связаны с древесной растительностью. Водно-болотный комплекс, включающий 31 гнездящийся вид (36%), относительно моложе, так как сформировался благодаря развитию мелководных плавневых биотопов вдоль лесной гряды. Этим поясняется также высокая численность двух гнездящихся видов болотных крачек: белошекой и черной. Еще 8 видов птиц (9,3%) связаны с антропогенным преобразованием береговой зоны и строительством временных или постоянных жилых строений, а также гидротехнических (причалы и др.) сооружений. Всего 2 вида (2,3%) связаны с луговыми и псамофитными ценозами, что хорошо иллюстрирует редкость луговых и прочих открытых мест обитания в границах исследуемой территории.

Современный видовой состав исследуемой территории дает основания предполагать постепенное восполнение гнездового лесного орнитокомплекса за счет отдельных видов хищных птиц (чеглок, орлан-белохвост), дятлов (седой дятел, малый пестрый дятел), сов (сплюшка), воробьиных птиц (конек лесной, славка черноголовая, горихвостка обыкновенная и др.), которые исчезали из состава гнездовой орнитофауны водохранилищ сразу после их заполнения.

Богатый видовой состав гнездящихся птиц, высокая численность гнездовых колоний чаек и крачек, а также регионально редких и охраняемых видов, включенных в Красную Книгу Украины, подтверждает справедливость включения данного водно-болотного угодья в список потенциальных рамсарских территорий.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность Покатову Олимпию Валериановичу за содействие в проведении авиаучетов в районе исследований в мае 2011 г. Особую благодарность выражают Владимиру Васильевичу Кирилюку, исполнявшему во время проведения экспедиционных исследований в 2011-2012 гг. обязанности начальника общественной организации Запорожского райсовета УООР (ОО ЗРО), за возможность проживать на охотничье-рыболовной базе ОО ЗРО, и егерю этой организации Игорю Владимировичу Медунову за содействие в проведении исследований на территории Беленько- Розумовских плавней, а также за предоставленные многочисленные ценные сведения о встречах птиц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Водно-болотні угіддя України. Довідник / [Під ред. Марушевського Г. Б., Жарук І. С.]. – К.: Чорноморська програма Ветландс Інтернешнл, 2006. – 312 с.
2. Орлов П. П. Изменения в орнитофауне нижнего Днепра в районе строительства Каховского гидроузла / П. П. Орлов // Тр. НИИ биологии и биол. факультета ХГУ. Харьков. – 1959. – Т. 28. – С. 101-114.
3. Кістяківський О.Б. Фауна птахів району Каховського водоймища / О.Б. Кістяківський // Збірник праць Зоол. музею. – 1957. – № 26. – С. 20-48.
4. Москаленко О.О. Малый баклан в дельте Днепра / О.О. Москаленко // Вестник зоологии. – 2000. – Т. 34, № 4-5. – С. 114.
5. Бусел В.А. Состояние популяций водоплавающих видов птиц островных водно-болотных угодий НПП «Великий Луг» / В.А. Бусел // Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: Матеріали VII Міжнародної наукової конференції (Днепропетровск, 22 – 25 октября 2013 г.). – Дніпропетровськ: Адверта, 2013. – С. 198 – 200.
6. Neubaur F. Beiträge zur Vogelwelt der Süd-Ukraine. Jahrbuch des Nassauischen Vereins für Naturkunde / F. Neubaur. -Wiesbaden, 1951. – Bd. 89. – P. 46 - 102.
7. Орлов П.П. Замітки про птахів Великого Лугу / П. П. Орлов // Наук. Зап. Черкаськ. держ. пед. інст. – 1941. – Т. 1. – С.103-116.
8. Гудина А.Н. Конспект авифауны Запорожской области / А. Н. Гудина // Природа острова Хортица. Сб.научных трудов / [Под ред. В.И. Петроченко]. – Запорожье, 1993. – Вып.1. – С. 102-146.
9. Петров В.С. К орнитофауне поймы Нижнего Днепра / В. С. Петров // Труды НИИ биол. и биол. факультета ХГУ. – 1954. – Т. 20. – С. 105-131.
10. Гудина А.Н. Редкие и малоизученные птицы Восточной Украины / А. Н. Гудина. – Изд. 2-е испр. и доп. – Запорожье: Днепровский металлург. – 2007-2009. – Т. 1-3. – 606 с.
11. Гудина А.Н. О редких и малоизученных птицах верховий Каховского водохранилища / А. Н. Гудина // Праці Українського орнітологічного товариства. – 1996. – С. 218-219.
12. Орлов П.П. О формировании орнитофауны Каховского водохранилища / П. П. Орлов // Экологія та історія хребетних фауни України. – К.: Наукова Думка, 1966. – С. 118-125.
13. Булахов В.Л. Формирование орнитофауны Днепродзержинского водохранилища / В.Л. Булахов // Орнитология. – 1968. – Вып. 9. – С. 178-187.
14. Клестов Н.Л. Особенности формирования и современное состояние населения птиц Днепродзержинского водохранилища / Н. Л. Клестов, А. В. Лепешков // Орнитология. – 1985. – Вып. 20. – С. 113 - 119.
15. Червона книга України. Тваринний світ / [Під загал. ред. І.А. Акімова]. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 624 с.

16. Вальх Б. С. Материалы для орнитологии Екатеринославской губернии. Наблюдения 1892-1897 гг. / Б. С. Вальх // Тр. Об-ва испыт. природы при Харьков. ун-те. – 1900. – Т. 34. – С. 1-90.
17. Вальх Б.С. Материалы для орнитологии Екатеринославской губернии. Перечень птиц, найденных в губернии с 1892 по 1910 гг. / Б. С. Вальх // Орнитолог. вестник. – 1911. – № 3-4. – С. 242-271.
18. Данилович А.П. Гнездование гоголя и лутка в низовьях Днепра / А. П. Данилович // Природа. – 1939. – № 4. – С. 128.
19. Данилович А. П. Заметки о птицах низовьев Днепра / А. П. Данилович // Природа и соц. хоз-во. – 1941. – Т. 8. – С. 463-467.
20. Попов Б. М. Матеріали до орнітофауни порожистої частини р. Дніпра / Б.М. Попов // Зб. пр. Зоол. муз. АН УРСР. – 1937. – Т. 20. – С. 41-64.

REFERENCES

1. Vodno-bolotni ugidnya Ukrainy. Dovidnyk / [Pid red. Marushevskogo G. B., Zharuk I. S.]. – K.: Chornomorska programma Vetlands Ynterneshnl, 2006. – 312 s.
2. Orlov P. P. Izmeneniya v ornitofaune nizhnego Dnepra v rajone stroitelstva Kakhovskogo gidrouzla / P. P. Orlov // Tr. NII biologii i biol. fakulteta HGU. Kharkov. – 1959. – Т. 28. – S. 101-114.
3. Kistyakivskiy O.B. Fauna ptakhiv rayonu Kakhovskogo vodoymishcha / O.B. Kistyakivskiy // Zbirnik prac Zool. muzeyu. – 1957. – № 26. – S. 20- 48.
4. Moskalenko O.O. Maliy baklan v delti Dnipro / O.O. Moskalenko // Vestnik zoologii'. – 2000. – Т. 34, № 4-5. – S. 114.
5. Busel V.A. Sostoyanie populyacii' vodoplavayushchikh vidov ptits ostrovnykh vodno-bolotnykh ugodiy NPP «Velikiy Lug» / V.A. Busel // Bioriznomanitnya ta rol tvarin v ekosistemakh: Materiali VII Mizhnarodnoi' naukovoii' konferencii' (Dnepropetrovsk, 22-25 oktyabrya 2013 g). – Dnipropetrovsk: Adverta, 2013. – S. 198-200.
6. Neubaur F. Beiträge zur Vogelwelt der Süd- Ukraine. Jahrbuch des Nassauischen Vereins für Naturkunde / F. Neubaur. -Wiesbaden, 1951. – Bd. 89. – P . 46-102.
7. Orlov P.P. Zamitki pro ptakhiv Velikogo Lugu / P. P. Orlov // Nauk. Zap. Cherkask. derzh. ped. inst. – 1941. – Т. 1. – S.103- 116.
8. Gudina A. N. Konspekt avifauny Zaporozhskoy oblasti / A. N. Gudina // Priroda ostrova Khortica. Sb.nauchnykh trudov / [Pod red.V.I.Petrochenko]. – Zaporozhe, 1993. – Vyp.1. – S. 102- 146.
9. Petrov V.S. K ornitofaune poymy Nizhnego Dnepra / V. S. Petrov // Trudy NII biol. i biol. fakulteta KHGU. – 1954. – Т. 20. – S. 105-131.
10. Gudina A.N. Redkie i maloizuchennye ptitsy Vostochnoy Ukrainy / A. N. Gudina. – Izd. 2-e ispr. i dop. – Zaporozhe: Dneprovskiy metallurg. – 2007-2009. – Т. 1- 3. – 606 s.
11. Gudina A.N. O redkikh i maloizuchennykh ptitsakh verkhoviy Kakhovskogo vodokhranilishcha / A. N. Gudina // Praci Ukrain'skogo ornitologichnogo tovaristva. – 1996. – S. 218 - 219.
12. Orlov P.P. O formirovanii ornitofauny Kakhovskogo vodokhranilishcha / P. P. Orlov // Jekologiya ta istoriya khrebetnikh fauny Ukraini. – K.: Naukova Dumka, 1966. – S. 118 - 125.
13. Bulakhov V.L. Formirovanie ornitofauny Dneprodzerzhinskogo vodokhranilishcha / V.L. Bulahov // Ornitologiya. – 1968. – Vyp. 9. – S. 178- 187.
14. Klestov N.L. Osobennosti formirovaniya i sovremennoe sostoyanie naseleniya ptits Dneprodzerzhinskogo vodokhranilishcha / N. L. Klestov, A. V. Lepeshkov // Ornitologiya. – 1985. – Vyp. 20. – S . 113 - 119.
15. Chervona kniga Ukraini. Tvarinniy svit / [Pid zagal. red. I. A. Akimova]. – K : Globalkonsalting, 2009. – 624 s.
16. Valkh B. S. Materialy dlya ornitologii Ekaterinoslavskoy gubernii. Nablyudeniya 1892-1897 gg. / B. S. Valkh // Tr. Ob-va ispyt. prirody pri Kharkov. un-te. – 1900. – Т. 34. – S. 1- 90.
17. Valkh B.S. Materialy dlya ornitologii Ekaterinoslavskoy gubernii. Perechen ptits, naydennykh v gubernii s 1892 po 1910 gg. / B. S. Valkh // Ornitolog. vestnik. – 1911. – № 3 - 4. – S. 242 - 271.

18. Danilovich A.P. Gnezdovanie gogolya i lutka v nizovyakh Dnepra / A. P. Danilovich // Priroda. – 1939. – № 4. – S. 128.
19. Danilovich A. P. Zametki o ptitsakh nizovev Dnepra / A. P. Danilovich // Priroda i soc. hoz-vo. – 1941. – Т. 8. – S. 463 - 467.
20. Popov B. M. Materiali do ornitofauni porozhstoi' chastini r. Dnipra / B. M. Popov // Zb. pr. Zool. muz. AN URSR. – 1937. – Т. 20. – S. 41-64.

УДК 57.081.598.2(477.7)

ПЕРСПЕКТИВИ РАДАРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ МІГРАЦІЙНИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ ПТАХІВ В УКРАЇНІ

Мацюра О.В., Сіохін В.Д., Горлов П.І., Осадчий В.В.

*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького,
72312, Україна, Мелітополь, вул. Леніна, 20*

amatsyura@gmail.com

Уперше для України дослідження з міграційних переміщень птахів ґрунтуються на новітніх технологіях. Дослідження базуються на інтегруванні спеціального технічного пристрою – мобільної радіолокаційної станції – для вивчення трансконтинентальних міграцій птахів на основі документальної кількісної оцінки на ключових ділянках Азово-Чорноморського узбережжя України. Важливим методичним завданням є інтегрування схеми та методик радарних досліджень процесу міграцій в розроблену раніше регіональну систему орнітологічних спостережень за міграціями птахів, що дасть можливість створення Атласу структури трансконтинентальних міграційних шляхів птахів та географічних зв'язків мігруючих птахів за даними новітніх кількісних характеристик міграцій на ключових ділянках регіону.

Створення комплексу програмних продуктів на базі клієнт-серверної технології дозволить сформувати інформаційну базу даних з міграції птахів в Азово-Чорноморському регіоні України, на основі якої за допомогою комп'ютерного моделювання можна оцінити вплив птахів на ВЕС, їх епідеміологічне значення, потенційну небезпеку для авіаційних польотів у межах інтенсивної міграції птахів.

Ключові слова: радар, орнітологія, міграція птахів, Україна

ПЕРСПЕКТИВЫ РАДАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ МИГРАЦИОННЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ПТИЦ В УКРАИНЕ

Мацюра А.В., Сіохин В.Д., Горлов П.И., Осадчий В.В.

*Мелитопольский государственный педагогический университет имени Богдана Хмельницкого,
72312, Украина, Мелитополь, ул. Ленина, 20*

amatsyura@gmail.com

Впервые для Украины исследования миграционных перемещений птиц основываются на новейших технологиях. Исследования базируются на интегрировании специального технического устройства - мобильной радиолокационной станции, которая используется для изучения трансконтинентальных миграций птиц на основе документальной количественной оценки на ключевых участках Азово-Черноморского побережья Украины.

Важной методической задачей является интегрирование схемы и методик радарных исследований процесса миграции в разработанную ранее региональную систему орнитологических наблюдений за миграциями птиц, что даст возможность создания Атласа трансконтинентальных миграционных путей птиц и географических связей мигрирующих птиц по новейшим данным количественных характеристик миграций на ключевых участках региона.

Создание комплекса программных продуктов на базе клиент-серверной технологии позволит сформировать информационную базу данных миграции птиц в Азово-Черноморском регионе Украины, на основе которой с помощью компьютерного моделирования можно оценить влияние птиц на участки ВЭС, эпидемиологическую роль и потенциальную опасность для авиационных полетов в зоне интенсивной миграции.

Ключевые слова: радар, орнитология, миграция птиц, Украина

POTENTIALS OF RADAR RESEARCH OF BIRD MIGRATION IN UKRAINE

Matsyura O.V., Siokhin V.D., Gorlov P.I., Osadchiy V.V.

Bogdan Khmelnytskyi Melitopol State Pedagogical University,

72312, Ukraine, Melitopol, Lenin St. 20

amatsyura@gmail.com

We provide comprehensive overviews of the advantages of different types of radars for biological study. The first question to consider is the type of data required by the user. Of primary concern to most radar users are the maximum range at which a target needs to be detected and the minimum size (more correctly, the radar cross section; see Larkin 2005 for details) of a biological target that can be detected at a given range. Estimation of these values requires use of the radar equation and depend on at least three parameters: the gain of the antenna, the power output of the radar and wavelength of the radar signal. In choosing a radar system, it is important to consider the non-linear relationships among key variables: e.g. doubling radar power will not double the maximum range at which a given target can be detected. In fact, the radar equation implies that power received from a given target at a fixed distance grows only linearly with the power of the transmitter, whereas it grows with the square of the antenna gain. Thus, choosing an antenna with a 40% higher gain has approximately the same effect on target detection range as doubling radar power. Moreover, to a first approximation, either measure will only increase maximum detection range for the given target by 19%, due to the inverse fourth power dependency of returned power on range.

The two main antenna types that have been used with marine radars for biological studies are the parabolic dish and the open array or "t-bar". A parabolic dish produces a conical beam – depending on the focal length, for wavelengths of 2.5-3.75 cm (X band) a dish with an outside diameter of ~ 0.5 m usually produces a beam width of ~ 4°. The angular diameter of the beam decreases as the diameter of the dish increases (for a given focal length). When a beam produced by a parabolic dish is pointed at an angle above the horizon and spins through 360° ('scanning mode') the user can determine the geographic position of targets (x, y co-ordinates) and height (z) of targets using simple trigonometry. At low beam angles, relative error in x and y are low and relative error in z is high; at higher angles, the reverse is true. In contrast, an open array antenna generates a fan shaped beam that is narrow on the horizontal axis (~1-2°) and wide on the vertical axis (~20°). The horizontal narrowness of the beam is largely a function of antenna length, with longer antennas producing narrower beams. The open array provides positional information on targets but because the target may be anywhere within the wider span (~20°) it does not provide direct information on height (z) when used in its normal horizontal orientation.

Open array antennas are the standard equipment for boats, and thus can be readily purchased from any radar manufacturer. There are few commercial manufacturers of parabolic dish antennas, and usually these must be custom made or bought from secondary markets (e.g. military surplus). It should be borne in mind that large antennas can be cumbersome to manage, more expensive, and more susceptible to wind disturbance.

The peak power output of a marine radar, measured in kilowatts, influences the maximum detection range of a target. More powerful radars often have larger motors, which means that larger antennas can be used. In practice, over a large range of radar powers, this means that detection range scales with the most commonly employed units ranging between 10 kW and 25 kW, and within this range, the discussion about selecting a radar and antenna (above) applies: doubling the peak output power only increases the detection range by roughly 19%.

There are tradeoffs between open array and parabolic antennas due to the widths and different shapes of the beams. For both antennas, the accuracy of positional information increases as the beam width narrows, but motor size and wind-loading means that the maximum size of parabolic dishes is about 0.75 m and the maximum length of an open array antenna is about 2.5 m. Because they usually have smaller horizontal beam widths, open array antennas will usually provide better azimuth resolution and so can resolve targets that are closer together in azimuth. Because the beam is wide in the 'vertical' dimension, open array antennas cannot resolve targets that are at the same azimuth and range, but at different altitudes. Target discrimination is also a function of pulse length (see below), the resolution of the digitizing card and the angle of the antenna above the horizon and the user must consider all of these factors when interpreting the data acquired from any particular setup. Finally, open array antennas also scan a greater volume of sky due to the larger vertical beam width; parabolic dishes on the other hand, allow for easier positioning of the beam to scan particular heights or areas of interest, and provide better estimates of target height along with reasonable estimates of geographic position.

The height of a radar beam influences the accuracy of height estimates (z) (thicker beams have less accuracy). For a dish antenna, this also varies with the angle of the antenna axis from the horizontal – height error decreases as the angle of the beam increases and is minimal when the beam is in the vertical position. For example, a conical beam with a quoted beam width of 4°, pointed at 45° off the horizontal, will produce estimates of z that are ~25 m higher or lower than the true z, when a target at 1000 m range is detected at the lower or upper "edges" of a beam, respectively. To acquire height information with minimal error, some users use open array antennas tilted at an angle, or on their sides; thus, an object detected in a ~20° beam

pointed straight up, will, at the half power points be about 10° off the vertical and at a range of 1000 m, introduce an approximate maximum error of ~15 m in z.

Both height and spatial information are sometimes obtained by operating a vertically scanning radar simultaneously with a horizontal scanning radar or alternating between the two positions with one antenna, but the user cannot readily acquire simultaneous information on a single target in this way. Much more sophisticated methods of recovering information from targets and tracks, and combining information from multiple radars are possible; details can be found in various radar texts. Like any specialized piece of equipment, a radar must be set up and tuned for optimal data collection. The place to start is the manual for the particular radar you are using, but there are general considerations that should be taken into account when using a radar for biological surveys. We highlight what we feel are the most important here.

Key words: radar, ornithology, bird migration, Ukraine

ВСТУП

Із метою створення максимально релевантної системи технічні елементи радіолокаційної установки повинні бути налаштованими та відкаліброваними для селекції птахів на тлі інших цілей. Комплексні огляди радіолокаційної техніки та її застосування у вивченні диких тварин були зроблені в працях [1-5]. Низка практичних аспектів застосування радара (зокрема, стосовно вивчення міграції птахів) добре подана в [6]. У роботі [7] надано відмінний огляд використання радіолокаційних методів для біологічних досліджень, а праця [8] містить багато корисних практичних перспектив. Ми вважаємо, що це є необхідною теоретичною базою.

Є три основні технічні обмеження при проведенні радіолокаційного дослідження птахів за допомогою невеликого морського радара:

- 1) Вибір радара і антени;
- 2) Налагодження та налаштування радара;
- 3) Алгоритм отримання, селекції та обробки сигналів від радара.

Вибір радара і антени. Дослідники [6, 8-10] надали комплексні огляди переваг різних типів радарів для біологічного дослідження. Перше питання, що необхідно розглянути, є тип даних, необхідних користувачу. Основний інтерес для більшості користувачів радіолокаційних систем являє максимальна відстань, на якій ціль повинна бути виявлена, і мінімальний розмір (вірніше, поперечний перетин) біологічної цілі [11], які можуть бути виявлені в заданому інтервалі. Оцінка цих значень потребує використання радіолокаційного рівняння [6, 12] і залежить, щонайменше від трьох параметрів: коефіцієнта посилення антени, вихідної потужності радара та довжини хвилі сигналу радара.

Під час вибору системи радіолокаційного спостереження важливо розглянути нелінійні відносини між ключовими змінними: наприклад, з подвоєнням потужності радара не подвоїться максимальний діапазон, при якому дана ціль може бути виявлена.

Справді, радарне рівняння припускає, що потужність радара, який приймає сигнал від даного птаха на фіксованій відстані, зростає лінійно тільки відносно потужності передавача, в той час як вона також зростає пропорційно квадрату посилення антени.

Таким чином, обираючи антенну, скажімо з 40 % більш високим коефіцієнтом посилення, це буде мати приблизно такий же вплив на дальність виявлення цілі, як подвоєння потужності радара.

Крім того, в першому наближенні ми можемо підвищити максимальну дальність виявлення даної цілі лише на 19 %, за рахунок зворотного зв'язку четвертого ступеня, виходячи із залежності між потужністю та дистанцією реєстрації цілі.

Тип антени і розмір. Міра здатності антени зосередити своє випромінювання у вузькому промені, називається посиленням [7, 13]. Посилення пропорційне квадрату розміру (ширина, довжина або діаметр) антени. Високе посилення (і більший розмір) антен сприяє виявленню цілі на великих відстанях [10]. Найпростіші радіолокаційні антени продукують промені, які

характеризуються як «головний пелюсток» (з основної енергії радару) і кількох «бічних пелюсток» (див., наприклад, [14]). Основною особливістю антени є ширина променя і форма, де ширина променя визначається як кутовий проміжок між точками половинної потужності головної пелюстки [15]. Важливо відзначити, що, залежно від діапазону і відбивної здатності, деякі цілі будуть виявлені за межами цих половинних точок, і, можливо, в межах бічних пелюстків радару, даючи будь-якій конкретній антені більш широку емпіричну ширину променя. Ці ефекти не можуть бути враховані з великою точністю [11].

Два основні типи антен, які можуть бути використані з морськими радарми для біологічних досліджень, є параболічними антенами і відкритими "т-подібними". Параболічні антени продукують конічні промені: залежно від фокусної відстані, для хвиль довжиною 2,5-3,75 см (X діапазон) антена з зовнішнім діаметром $\sim 0,5$ м, як правило, виробляє промінь шириною $\sim 4^\circ$. Кутовий діаметр пучка зменшується із збільшенням діаметра антени для даної фокусної відстані. Коли промінь, за допомогою параболічної антени, наводиться на ціль під кутом над горизонтом та обертається на 360° (т.н. режим сканування), користувач може визначити географічне положення цілі (X, Y координати) і висоту (r) цілі, використовуючи прості рівняння тригонометрії.

При невеликих кутах, відносна похибка x і y є низькою, проте відносна похибка r – є високою; при більш високих кутах, стан змінюється на зворотний. На противагу цьому, відкрита антенна формує віяловий пучок, який є вузьким по горизонтальній осі ($\sim 1-2^\circ$) і широким по вертикальній осі ($\sim 20^\circ$). Горизонтальна вузькість пучка значною мірою залежить від довжини антени, тобто більш довгі антени виробляють більш вузькі промені. Відкрита антена надає позиційну інформацію про цілі, але завдяки тому, що ціль може бути де завгодно в рамках більш широкого діапазону ($\sim 20^\circ$), вона не забезпечує пряму інформацію про висоту (r) при використанні в нормальному горизонтальному положенні.

Вихідна потужність. Максимум вихідної потужності морського радару, що вимірюється в кіловатах, впливає на максимальну дальність виявлення цілі. Більш потужні радары часто мають більші двигуни, а це означає, що більші антени можуть бути використані для покращення реєстрації птахів.

На практиці, у великому діапазоні радіолокаційних вимірювань, це означає, що дальність виявлення цілі залежить від антени, ніж від пікової вихідної потужності. Однак зоологи та орнітологи схильні використовувати менші портативні радары з потужністю від 3 кВт [7, 13, 14] до 50 кВт [9]. Найбільш часто використовується діапазон 10 кВт [13, 14, 16, 17] та 25 кВт [18-20].

У межах цього діапазону ми вважаємо, що подвоєння піку вихідної потужності тільки збільшує дальність виявлення цілі приблизно на 19 %.

Довжина хвилі. Bruderer [3] стверджує, що виявлення дрібних птахів досягає максимуму на довжинах хвиль 3,8-15 см, які утворюють C діапазон (3,8-7,5 см) і нижню частину S діапазону (7,5-15 см).

Проте навіть невеликі довжини хвиль X-радарів (2,5-3,75 см) краще виявляють маленькі цілі, такі як комахи [8]. Сигнали від довгих хвиль, з іншого боку, менше залежать від впливу опадів [12] і можуть бути кращими для спостереження біологічних цілей (птахів) в умовах дощу або снігу [10]. На нашу думку, принциповим моментом є те, що ймовірність виявлення дрібних цілей, що представляють інтерес для орнітологів, є нижчою при використанні більш довгих хвиль (S діапазону); наслідки цього в польових умовах вимагають значних подальших досліджень.

Наша мета полягала в забезпеченні додаткових деталей для конкретного завдання створення відносно недорогого комплексу із застосуванням невеликого морського радару для використання в орнітологічних дослідженнях із застосуванням програмного забезпечення RADR.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Фільтрація та подання інформації. На першому етапі для реєстрації експериментальних даних планується використовувати веб-камеру, за допомогою якої фотографувати екран радіолокатора. Ураховуючи те, що на екрані радіолокатора одночасно спостерігаються сигнали від усіх відбивачів, зокрема від птахів, хмар, горбів, нам необхідно знайти простий спосіб розпізнання на фотографіях сигналів від птахів.

Із цією метою буде зроблено секвенцію знімків впродовж 3 хвилин. Промінь радіолокатора за цей час, при швидкості обертання антени 6 обертів за хвилину, встигне зробити 18 обертів. При цьому точкові сигнали від птахів будуть перетворюватися на відрізки ліній, утворюючи певну систему векторів.

Точкові або площинні сигнали, які не змінили свого положення в часі, не відносяться до віддзеркалень від птахів. Віддзеркалення від літаків у часі, через велику швидкість їх переміщення, перетворюються на пунктирні лінії, що дозволяє таким простим способом їх легко ідентифікувати.

Введення інформації радіолокації в комп'ютер і виділення сигналів від птахів на фоні інших віддзеркалень буде проводитися за такою схемою. Відеосигнали з виходів приймачів першого і другого каналів поступають на вхід 8-розрядного (8-бітного) аналого-цифрового перетворювача (АЦП), де проводиться перетворення аналогового сигналу в цифровий. Перетворення інформації починається після утворення запускаючого сигналу "Запуск" на виході синхронізатора *Fuguno* і закінчується після перетворення 512 відліків. Одержані 8-розрядні цифрові відліки сигналів поступають у кільцевий буфер (див. рис), де запам'ятовуються у вигляді N векторів D_i об'ємом 512 байт кожен. Одночасно в цьому буфері запам'ятовуються значення поточних відліків азимута ($A3$) і кута місця (KM). Кожен запис буфера може бути позначений $V_{i,j}$, де $i=1..512$ (номер відліку за відстанню); $j=1..16$ (номер імпульсу в кожному осередку за часом).

Цифрова фільтрація сигналів від птахів на фоні сигналів від інших об'єктів на даному етапі включає такі прийоми:

- вимірювання рівня шуму обох приймачів протягом 10-20 секунд;
- розрахунок постійної радіолокатора C_λ ;
- перетворення відносних відліків АЦП в значення сигналу, виражене в дБ;
- розрахунок змінних по дистанції рівнів чутливості каналів, виражених дБ;
- розрахунок середніх значень сигналу для кожного середнього буфера $V_{i,j}$ (методом змінного середнього);
- виділення в кожному осередку буфера середніх значень сигналу, що перевищують поріг шуму та рівень чутливості;
- маркування сигналів, що мають просторові характеристики, властиві точковим цілям (кутові та лінійні розміри менше встановленого порогу).

Для отримання повної інформації про розташування, координати та кількість птахів необхідно виконувати кругові огляди антени в півсфері в масштабі від місцезнаходження станції до 15-25 км (робоча дальність *Fuguno*). Огляд складається з m кругових сканувань антени для заданих табличних значень положень антени відповідно до кута місця $U_m = 0,7$.

У процесі обороту антени навколо вертикальної осі (по азимуту) відбувається введення та фільтрація інформації з метою виділення сигналів від птахів. Інформація кожного сканування залишається в пам'яті буфера ОЗП і після закінчення сканування запам'ятовується у файлі. Після проведення m сканувань антени при всіх вище вказаних положеннях по куту місця одержуємо 4 файли інформації, з яких 2 файли - дані про птахів на двох довжинах хвиль та 2 файли - дані про хмарність.

Із досвіду та аналізу інших досліджень можна виділити такі найбільш важливі властивості сигналів від птахів:

Величина радіолокаційної змінної η на $\lambda = 3$ см для нічних птахів не перевищує значення 10^{-10} см⁻¹. Для зручності, при оперативній оцінці інформації для заданих відстаней цілі від радіолокатора, можна користуватися значенням радіолокаційної змінної в дБ. При цьому, на відстані до 25 км, значення радіолокаційної змінної в 95% випадків не перевищує 18 дБ.

У випадках спостереження сигналів з радіолокаційною величиною 30 дБ на віддаленні до 35 км, всі сигнали, які перевищують вказані значення, можуть бути відфільтровані. Такий фільтр вилучить значну частину сигналів, відбитих від місцевих предметів, хмар, літальних апаратів і атмосферних неоднорідностей.

Фільтрація верхнього рівня радіолокаційного відображення дозволить виключити значну частину майданних радіосигналів, перетворивши їх структуру із суцільної в точкову.

Характерною ознакою для сигналів від птахів взагалі, а від нічних птахів особливо, є флуктуація їхньої амплітуди в часі [6, 7]. Вона відрізняється частотою та різницею амплітуд від відповідних характеристик будь-яких інших сигналів, наприклад, від сигналів, відбитих від місцевих об'єктів рельєфу, хмар, опадів, літальних апаратів. Причому, параметри флуктуації сигналів від нічних птахів мають більшу частоту, ніж відповідні параметри сигналів від денних птахів. Параметрами флуктуації можуть служити частота зміни амплітуди $f_1/\text{хв}$ (частота коливань амплітуди за хвилину) та різниця між найбільшою і найменшою величиною сигналу за одну хвилину, ΔA .

Попередній аналіз спектрів цих сигналів показав, що їхні частотні характеристики від птахів мають особливості, які можуть стати основною селекційною ознакою. Більш того, крім селекції сигналу від птахів, цей спосіб дозволить приступити до оцінок видів птахів за характером роботи крил під час польоту. Флуктуація сигналів від птахів, в основному пов'язана з трьома змінними, зокрема зміною положення птаха в просторі, тобто зміною напряму його польоту, кількістю птахів в досліджуваному об'ємі радіолокації та рухами крил.

Якщо на будь-якому фіксованому короткому проміжку часу вилучити дві складові змінні (а це завдання реальне), то можна одержати флуктуаційну характеристику сигналу, як функцію тільки однієї змінної – рухів крил. Сигнали від птахів, як правило, не мають характерних для площадкових радіосигналів від місцевих предметів та хмар форми і розмірів [6].

У ряді випадків, коли птахів багато, ці точки розташовуються близько одна від одної. Проте загальна картина радіосигналу має точковий вигляд. Радіосигнали від денних перелітних птахів нерідко мають форму ліній, які найчастіше складаються з дискретних точок, розташованих одна за одною в певному напрямі.

Іншими словами, характерною ознакою для ідентифікації точкових сигналів від птахів є їх зсув. При цьому напрям зсуву цих сигналів найчастіше не збігається з напрямом вітрового перенесення, тобто напрямом і швидкістю вітру на відповідній висоті. У випадках міграційних потоків птахів зсув радіосигналів від них майже односпрямований і має навесні північну, а восени південну складову [6, 18, 19].

У роботі буде також використано трекінг-режим поодиноких птахів, за його допомогою ми можемо реєструвати основні параметри радіосигналів у режимі стеження: радарну відбиваючу, висоту польоту, напрямок і швидкість польоту, які були оброблені та об'єднані в спеціальну базу даних.

Для отримання розрахункових даних радарного поперечного перетину радіосигнали птахів будуть спостерігатися від однієї до двох хвилин в трекінг-режимі, за допомогою якого нами буде точно встановлений аспект птаха по відношенню до радарного променя.

Поперечний перетин птахів буде розрахований, виходячи з головного рівняння радіолокації

$$P_r = \frac{P_t G \sigma A}{(4\pi R^2)^2}, \quad (1)$$

де: P_r – потужність зондуючого сигналу; R - відстань між антеною локатора та ціллю; P_t – імпульсна потужність випромінювання; G - коефіцієнт посилення антени; σ - радарний поперечний перетин цілі; A – площа поверхні приймальної антени.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Визначення цілі та тип антени. Ми проаналізували переваги щодо недоліків відкритих і параболічних антен з точки зору ширини і форми радарних променів. Для обох антен точність позиційної інформації зростає в міру звуження ширини променя. За нашими розрахунками, з точки зору потужності двигуна і вітрового навантаження, максимальний розмір параболічних антен повинен становити близько 0,75м, а максимальна довжина антени повинна становити близько 2,5 м. Ці антени, як правило, мають менші горизонтальні ширини променя, тому вони забезпечують кращий розподіл по азимуту.

Оскільки промінь є відносно широким у «вертикальному» режимі, відкриті антени не можуть вирішити завдання визначення цілей, які знаходяться в одному азимуті й дальності, але на різних висотах. Цільова дискримінація також є функцією тривалості імпульсу (див. нижче), здатністю цифрової плати і куту над горизонтом відносно антени. На нашу думку, необхідно враховувати всі ці фактори при інтерпретації даних, отриманих з радіолокаційної установки. Нарешті, відкриті антени здатні сканувати більший обсяг через більшу вертикальну ширину променя. Діскові антени більш придатні для сканування певних висот або областей, що представляють інтерес, і здатні забезпечити більш точні оцінки висоти цілі з оцінками географічного положення.

Заявлені ширини променя від виробників антен є дуже приблизними, і, з різних причин, не дозволяють точно відтворювати обсяги простору вибірки. Є, принаймні, три важливі моменти. По-перше, паспортна ширина є кутом відстані між «половиною потужності» - крапок по обидві сторони від променя, де відбите радіолуна становить половину пікової потужності [12]. Отже, на цій відстані, цілі з великих радіолокаційних перетинів (тобто тих, що відбивають більше енергії) будуть продукувати більш великі ширини променя. Ці відношення ще більше ускладнюються тим, що радарний поперечний перетин не змінюється, як проста лінійна залежність, від розміру об'єкта [10].

По-друге, сила повернення радіолуна зменшується через залежність четвертого ступеню відстані до цілі, однак ефективна ширина пучка зменшується зі збільшенням діапазону, тому виявлення цілі потребує відлуння сильніше, ніж фон або місник. По-третє, оскільки сила зворотного радіолуна залежить від атмосферних умов [12], ці умови також впливатимуть на ширину променя. У сукупності ці міркування означають, що очікувані відносини між ймовірністю виявлення цілі заданого розміру з відстанню не лінійні, і повинні бути відкалібровані для будь-якої території та радара.

Крім того, метод, за допомогою якого цілі можуть бути визначені та відокремлені від фону (наприклад, за допомогою особливого налаштування програмного забезпечення або метод, який використовується для виявлення цілей), додатково вплине на ці показники визначення цілей. У роботі [16] представлено деякі деталі для калібрування РЛС для даного радара, а в [17] надано деталі реалізації калібрування для великого радара стеження. Більш детальну інформацію можна знайти в різних радіолокаційних довідниках (наприклад, [11, 13, 17]).

Розрахунок положення в просторі (x, y, r). Висота променя радара впливає на точність оцінок висоти (Z) - більш товсті пучки мають меншу точність.

На підставі власних розрахунків, для параболічної антени це також залежить від горизонтального кута осі антени - помилка висоти зменшується у міру збільшення кута пучка, і є мінімальною, коли промінь знаходиться у вертикальному положенні. Наприклад, конусний пучок шириною променя 4° під кутом 45° , буде робити оцінку висоти r , яка на ~ 25 м вища або нижча істинної r , коли ціль знаходиться на відстані 1000 м у діапазоні від нижнього або верхнього краю променя відповідно. Для отримання інформації по висоті з мінімальною помилкою деякі користувачі використовують відкриту антену, нахилена під кутом, або розташовану на боці авто- чи трейлеру [15]. Отже, виявлений об'єкт у пучку $\sim 20^\circ$, спрямованому точно вниз, буде в реальності близько 10° від вертикалі та на відстані 1000 м, зареєстрований з приблизною максимальною помилкою ~ 15 м. Слід зазначити, що помилкою в таких діапазонах нехтують, з точки зору на розмір птахів.

На практиці, дозволений діапазон, обмежений частотою дискретизації та здатністю програмного забезпечення до оцифровки (наприклад, $+ / - 5$ м при 15 МГц), є додатковим джерелом помилок. Інформація по висоті може бути також отримана за допомогою відкритої антени для низки цілей або треку та припущення про постійну висоту щодо висотного діапазону [21], але невизначеність, пов'язана з цією оцінкою, поки не відома.

Якщо антена нахилена під досить великим кутом (наприклад, якщо вона формує конус), то той факт, що верхня (внутрішня) частина пучка формує конус меншого діаметра, ніж у нижній частині пучка, може бути використаний для визначення позиції в пучку (з різним і маловивченим рівнем помилок), які можуть бути використані для отримання приблизного значення координати z .

Висотну і просторову інформацію іноді отримують шляхом приведення в дію вертикального сканування радара одночасно з горизонтальним радарним скануванням [22] або зміною між двома позиціями з однією антеною. Наразі вважається, що користувач не може легко отримати одночасну інформацію стосовно однієї цілі таким чином. Набагато складнішими методами отримання інформації щодо цілей і шляхів є об'єднання інформації з декількох радарів; подробиці можна знайти в різних радіолокаційних дослідженнях [7, 9, 11, 12].

Розташування радара. Радар повинен бути розміщений у місці, де антена може сканувати повний обсяг простору, щодо якого користувач зацікавлений в отриманні інформації. Оскільки радарна енергія добре відображається від води й металу, користувачі повинні розташувати радари подалі від металевих будівель і уникнути направлення променя на занадто низький кут поруч з відкритою водою (особливо в умовах морських хвиль).

Деякі варіанти розташування радарного комплексу представлені на рис. 1.

Вертикальний режим роботи радара. Принципово новим кроком у радіолокації із використанням морського радара буде його застосування у вертикальному режимі, тобто перпендикулярно поверхні землі.

Це дасть можливість отримати дані щодо висотного розподілу птахів у просторі та надасть змогу побудувати зони та коридори з мінімальним та максимальним орнітологічним навантаженням.

Мобільність створюваного мобільного радарного комплексу дозволить розташовувати радар в напрямку, перпендикулярному до очікуваного напрямку польоту перелітних птахів. Це максимізує шанси на записи кожної групи птахів як одного треку.



Рис. 1. Варіанти монтажу мобільного радарного комплексу, зовнішній вигляд монітору та робоче місце оператора

Крім того, обчислення потоків птахів у певному місці спирається на основне припущення, що радіолокаційні сканування проводяться перпендикулярно середньому напрямку польоту. Якщо це припущення не виконується, площа сканованого повітря (A) має бути скорегована з урахуванням різниці між орієнтацією радіолокаційного імпульсу (R_{DIR}) і середнього напрямку польоту (F_{DIR}). Виходячи з формули, описаної van Gasteren [23], ця корекція може бути виконана таким чином: $A_c = A * \sin(R_{DIR} - F_{DIR})$, де A_c являє собою скореговану площу сканованого простору.

Згодом вимірюваний електромагнітний імпульс потребує корегування на $1/A_c$, щоб наблизитись до більш точних значень. Без цієї поправки, обчислення можуть привести до недооцінки. Виходячи з формули, найбільші поправочні коефіцієнти повинні застосовуватися, коли середній напрямок польоту паралельний радіолокаційному променю, але вони повинні швидко знизитися з напрямком польоту, розташованому більш діагонально до радіолокаційного імпульсу.

Наприклад, коли середній напрямок польоту 45° стосовно радіолокаційної діаграми, імпульс повинен бути виправлений з коефіцієнтом 1,41.

Іншими за словами, якщо від орієнтації радарного променя, середній напрямок польоту відхиляється на 50%, то буде проходити недооцінка 41% без корекції для напрямку польоту.

З іншого боку, якщо перпендикуляр напрямку польоту відхиляється на 25% (тобто радар орієнтований убік на 67,5% по відношенню до середнього напрямку польоту), то необхідно виконати корекцію на 8,2%. Якщо відхилення менше 8° (8,9%), недооцінка буде менше 1%.

Проте всі ці розрахунки поправочних коефіцієнтів на основі Gasteren (2002) припускають, що потік, виміряний через вертикальну поверхню, вище гіпотетичної лінії шириною 0 міс.

Оскільки вертикальний радар має конкретну ширину променя і, отже, запису імпульсний потік в обсязі, а не вздовж лінії (рис), то недооцінка принаймні менше, а в багатьох випадках

близька до виміряного потоку (А), тому що треки, записані за допомогою тривимірного променя проектується на двовірному екрані радара.

Це означає, що деякі треки, що не перетинають уявну лінію з шириною 0 м, все одно записуються. Принцип, як це працює, наведено на рисунку.

Хоча ефективна ширина діаграми не є постійною для всіх видів і на всіх висотах, ступінь впливу недооцінки, ймовірно, обмежується тільки дрібними видами птахів. Проте, хоча в праці [22] теоретичні ефективні ширини променя були розраховані, ступінь цього впливу не може бути виміряна кількісно, оскільки радар не може відрізнити види птахів (або групи видів). На закінчення порівняння потоків птахів у різних місцях можливо тільки якщо напрямки польотів схожі. Для того, щоб пост-контроль перпендикулярності позиції радара відповідав головному маршруту польоту і, щоб перевірити, чи відрізняються напрямки польотів в різних місцях роботи радара, необхідно виконати порівняння довжини записаних треків. У разі, коли багато птахів пролітає паралельно променя радара, ми очікуємо доволі довгі треки. Чим більше середній напрямок польоту наближається до 90° по відношенню до променя радара, тим більш короткі довжини треків ми очікуємо (рис. 2 а,б).

Як правило, середні довжини треків мають бути навколо 34 пікселів з максимально можливих 1024 пікселів, що визначається шириною екрану радара (тобто 3,3 % і 3,1 % від загально можливої довжини). Статистичне порівняння медіани треків може бути проведено за допомогою парного критерію Стьюдента.

На рис. 2б зліва – під кутом в 90° , а справа - діагональний політ птахів, прямокутники орієнтовано під кутом 0° . Дистанція між стрілками однакова, мається на увазі, що всі характеристики польоту однакові, крім напрямків. На рисунку справа переривчасті стрілки означають недооцінених птахів через діагональний проліт, ширина променя приймається як 0 метрів. У випадку більш широкого променя (домальований прямокутник) всі треки реєструються радаром, практично не потрібна корекція. Однак слід мати на увазі, що ширина прямокутника залежить від типу радара та виду птахів.

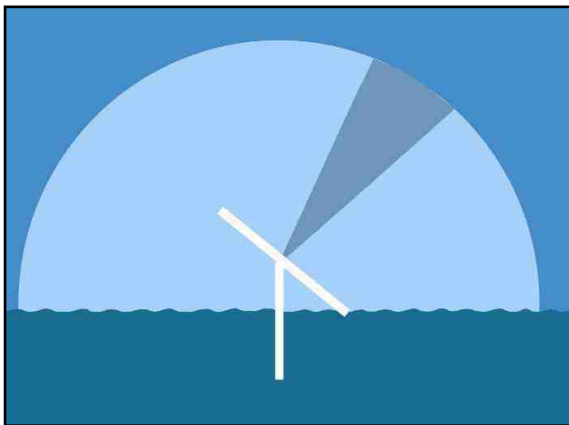


Рис. 2а. Схема вертикального режиму роботи радара.

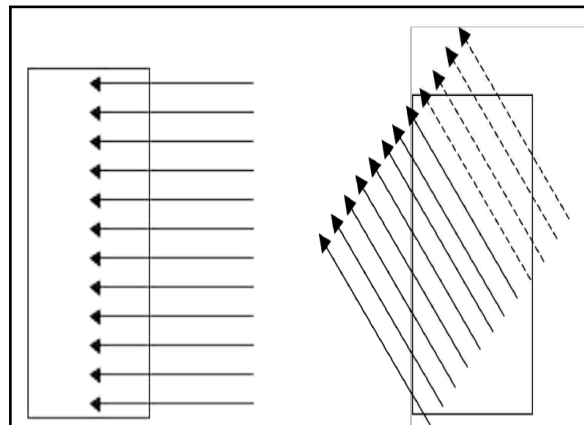


Рис. 2б. Схема польоту птахів під різними кутами відносно діаграми антени в режимі вертикального сканування.

Кілька методів збору радіолокаційних даних були використані в минулому, в тому числі використання фото [12], застосування радара [15] та захват за допомогою програмного забезпечення інформації від екрану з наступним перетворенням його на відео. Однак, щоб отримати максимальну кількість інформації з радіолокаційного сигналу, необхідно використовувати спеціалізований аналого-цифровий перетворювач, з'єднаний з комп'ютером. Такі перетворювачі вже були виготовлені дослідниками (наприклад VSU), також доступні комерційні продукти, що називають радарними цифровими платами [8, 10].

Вони працюють, використовуючи чотири аналогові сигнали від радара:

- (1) "відео", що є аналоговим сигналом, напруга являє собою потужність сигналу радіолуна назад до радара від цілей.
- (2) тригер або пусковий імпульс, який вказує точно момент часу, коли кожен радарний імпульс залишає радар, щоб забезпечити точку відліку для синхронізації відбиття від цілей.
- (3) напрям (або імпульс установки азимуту (ARP), який відзначає що раз, коли радар завершив поворот на 360 градусів і починає цикл знову.
- (4) курс (або імпульси змін азимуту (АКТ), що роблять позначки відносно фіксованої кутової швидкості при обертанні антени та дозволяють роботи корекцію змін антенної швидкості при обертах відносно змін напруги та сили вітру.

Захоплення і обробка вихідного сигналу дозволяє користувачеві отримати значно більше інформації про біологічні цілі, ніж зазвичай відображається на стандартному радіолокаційному екрані PPI.

Типовий дисплей комерційного радара в змозі надати тільки сім рівнів інтенсивності радіолуни, у той час як комерційні моделі радарних цифрових карток можуть надати більше, ніж 4096 рівнів інтенсивності (12 біт) з того ж сигналу. Ми зробили аналіз радіолокаційних цифрових карт, що доступні від декількох виробників, серед яких Сигма S6 карти від Rutter Technologies, (Сент-Джонс, Ньюфаундленд, Канада), XIR3000 виробництва Russel Technologies, (North Vancouver, Британська Колумбія, Канада).

Для наших орнітологічних завдань, враховуючи інтеграцію з Фуруно та Radr програмою, вважаємо, що найбільш адекватним є використання USPR-1 від Ettus Research, USA. Використання такої карти не буде вимагати спеціального програмного забезпечення та в комбінації з пристроєм захвату сирого відеосигналу від екрану радара надасть унікальні можливості для обробки та інтерпретації сигналів від птахів.

Отримання трекових, замість точкових, радіосигналів від птахів може бути здійснено простим способом. Із цією метою об'єктив фотоапарата, що знімає екран радіолокатора, залишається відкритим протягом заданого проміжку часу (3 хвилини). Розгортка радіолокатора в цей час обертається зі швидкістю 6 обертів за хвилину. Точковий радіосигнал від птаха встигає переміститися на екрані 18 разів. Оскільки швидкість рухомого птаха щодо швидкості обертання антени і відповідно щодо швидкості обертання розгортки на екрані невелика, точковий радіосигнал утворює лінію, яку ми називаємо.

Такий прийом дозволить одержати треки радіосигналів від птахів, і є спрощеним алгоритмом селекції радіосигналів від птахів на фоні інших відбивачів.

Зйомки екрана радіолокатора повинні перед заходом сонця виконуватися з періодичністю 10 хвилин з послідовним підйомом кута місця антени від 0 до 6 градусів через 1,5 градуса. Підйом антени має виконуватися на величину, що дорівнює ширині її діаграми для довжини хвилі 3 см. У більш пізній нічний час ці зйомки бажано проводити за тією ж технологією, але з проміжком 30 хвилин, а після проходження пікового періоду – через годину. Ряд експериментів проводився всю ніч до 7.00 ранку.

Як добові параметри нами пропонується обрати характеристики, що прийняті в астрономії, а саме: час заходу сонця, час настання цивільних сутінків (час настання цивільних сутінків визначається як час, коли центр сонця геометрично розташований на рівні шести градусів нижче горизонту), час настання ночі та час сходу сонця. Як часові параметри радіолокації в нашому дослідженні пропонується:

- момент вечірнього часу, коли на екрані радіолокатора з'являється помітне число правильно орієнтованих радіосигналів у вигляді треків (смужок) від птахів;

- момент нічного часу з максимальною кількістю радіосигналів у вигляді вищезгаданих треків;
- момент часу, коли кількість радіосигналів зменшується, а їх орієнтація стає хаотичною.

Як експериментальні одиниці дослідження нами пропонується визначати час початку польотів t_1 , час максимальної інтенсивності t_2 і час завершення польотів птахів t_3 у добовому діапазоні.

Час початку (старту). Станція радіолокації Furuno 2127 за своїми технічними характеристиками здатна реєструвати всі зміни кількості сигналів радіолокації від птахів, зокрема їх розподіл за висотою в денний та нічний час незалежно від стану погоди. За початок нічних польотів нами буде обрано час, коли на екрані радіолокатора радіосигнали від птахів у радіусі огляду (для нічного часу 15-20 км) набувають вигляду треків, спрямованих у відносно близькому напрямі. Інтенсивність прольоту птахів на екрані радара в цей момент повинна складати не більше 1-2 бали за восьмибальною шкалою наповненості екрана [21], а потім швидко зростати.

Час максимальної (пікової) інтенсивності польотів t_2 . За час максимальної інтенсивності польотів будемо приймати час, коли кількість смуг радіосигналів від птахів сягатиме максимуму.

Час завершення польотів t_3 . За час завершення польотів рекомендуємо прийняти час, коли число смуг радіосигналів від птахів зменшується до мінімуму, а їх орієнтація в просторі стане хаотичною.

Ми плануємо дотримуватися шкали інтенсивності міграції, запропонованої в роботі [21], для визначення часу початку нічної міграції. Згідно з цією шкалою, інтенсивність польотів (за даними екрана радіолокатора) складає не більше ніж 1-2 пункти за восьмибальною шкалою, а потім швидко зростає.

На жаль, певні труднощі виникають із дрібними видами птахів, оскільки при використанні 3-см радара великі комахи здатні давати значення, схожі з показниками дрібних птахів. Величини радарних поперечних перетинів можуть відрізнятися в 10 разів, залежно від положення тулуба птаха щодо променя радара [12]. Подальші варіації викликаються помахами крил, які збільшують значення в 10 разів щодо середнього або знижують їх майже до нуля на частотах 2-24 Гц під час активного польоту європейських видів птахів, залишаючись на середніх значеннях при паузах між помахами [14].

У роботі E. Eastwood (1967) наведено дані величин ефективної поверхні розсіювання (ЕПР) для різних видів птахів, одержаних шляхом підвішування їх на нитці. У Радянському Союзі діаграми ЕПР птахів були одержані в безлуновій камері [1]. У цих експериментах максимум луна-сигналу знаходився між 65-м і 115-м градусами, що відповідає бічній поверхні птаха. Наприклад, перо та пух голуба, поміщені в пластиковий пакет, мали ЕПР $5 \times 10^{-5} \text{ м}^2$. Проте величину ЕПР пакета без пір'я не вказано.

Експерименти з птахами без пір'я давали ту ж форму діаграми ЕПР, що й живі птахи. Нижче наводяться результати класичної роботи з вимірювання величини ЕПР для деяких видів птахів (табл. 1).

Таблиця 1 – Величини ЕПР різних видів птахів зі складеними крилами [1]

Вид	Поперечний перетин, см ²	
	Мінімальний	максимальний
Corvus frugilegus	6	48
Cygnus olor	58	228
Phalacrocorax carbo	21	92
Milvus korshun	24	248

Anas platyrhynchos	17	214
Anser anser	32	225
Corvus cornix	8	47
Passer montanus	0.3	8
Sturnus vulgaris	1.9	23
Larus ridibundus	7	52
Ciconia ciconia	77	287
Vanellus vanellus	9	54
Cathartes aura	24	250
Columba livia	2	100
Passer domesticus	0.2	8

У табл. 2 і 3 відображено значення радарного поперечного перетину птахів, що реєструються радаром з різною довжиною хвилі та за умовами різних аспектів птахів (їх положення відносно променя радару).

Таблиця 2 – Значення поперечного перетину птахів, що реєструються радаром з променями різної довжини [1]

Вид	Середній поперечний перетин, см ²	
	5-см радар	10-см радар
Sturnus vulgaris (боковий аспект)	16	27
Sturnus vulgaris (фронтальний аспект)	15	23
Passer domesticus (боковий аспект)	1.9	15
Passer domesticus (фронтальний аспект)	1.3	12
Columbia livia (боковий аспект)	15	80

Таблиця 3 – Варіації радарного поперечного перетину птахів залежно від їх аспекту (5-см радар) [1]

Вид	Аспект	Радарний поперечний перетин, см ²
Sturnus vulgaris	Фронтальний	1.8
	Боковий	25
	Хвостовий	1.3
Columbia livia	Фронтальний	1.1
	Боковий	100
	Хвостовий	1.0
Passer domesticus	Фронтальний	0.25
	Боковий	7.0
	Хвостовий	0.18
Corvus frugilegus	Боковий	250

Радарний поперечний перетин птаха дозволяє розрахувати деякі розмірні характеристики птаха, а саме довжину і радіус його тулуба за формулою:

$$\sigma \text{ (радарний поперечний перетин)} = K^2 \pi a^4 / b^2, \quad (2)$$

де K – довжина хвилі радару;

a – довжина тулуба птаха;

b – радіус тулуба птаха;

$$b = 0,723 \sqrt{p}, \quad (3)$$

де p – вага птаха;

$$b = 1,97a, \quad (4)$$

де a – довжина тулуба;

$$\sigma_{\text{макс}} = \pi b^2; \quad (5)$$

$$\sigma_{\text{мін}} = \pi b^2 / 16; \quad (6)$$

$$\sigma_{\text{сер}} = 0,11\pi b^2, \quad (7)$$

де b - радіус тулуба птаха.

У дослідженнях В. Bruderer і F. Liechti [3] усі реєстровані птахи були поділені на групи відповідно до флуктуацій сигналу, що визначалося характером помахів крил. Були виділені такі класи:

- безперервні помахи, від 5 до 9 Гц (в основному великі кулики і водоплавні);
- безперервні помахи, швидше 9 Гц (дрібні кулики і водоплавні);
- переривисті помахи, повільніше 12 Гц (крупні горобцеподібні);
- переривисті помахи, швидше 12 Гц (дрібні горобцеподібні).

Як приклад розглянемо алгоритм, що використовується при обробці сигналів від птахів на доплеровських радарях типу NEXRAD [14, 16]. За допомогою програми обробка виконується в 5 етапів. На першому - застосовується контроль чутливості, який компенсує спотворення до відстані 3 км від цілі. Відстань вибирається емпірично, оскільки за наявними даними величезна кількість птахів дає сигнал, який добре реєструється.

На другому етапі реєструються сигнали від місцевих об'єктів рельєфу і вилучаються із загальної картини. На третьому етапі віддзеркалення від рухомих явищ (дощ) віднімаються оператором в інтерактивному режимі. За цим слідує автоматичне визначення кількості й амплітуди всіх сигналів у розрахунковому квадраті. Ці квадрати перевіряються скануванням уздовж променя відповідно до кута підйому антени. Сигнали нижче певного рівня фільтруються програмою. Останній етап містить визначення сусідніх піків і підрахунок реєстрованих цілей [15].

У дослідженнях L. Vuurta (усне повідомлення) для обробки сигналів від птахів використовувався і використовується в даний час програмний продукт ROBIN, що складається з системи обробки сигналу (безпосередньо у радара) і приймальної частини, розташованої в Гаазькій штаб-квартирі військово-повітряних сил. Система дозволяє показати цифрове відображення радарної інформації у вигляді кольорового розподілу отриманих сигналів.

Кількість сигналів на одиницю відстані ділиться на усереднену можливість визначення птаха на кожній відстані (спеціальна програма) для переходу від початкових даних до визначення щільності птахів. Базуючись на припущенні, що пропорція птахів з різними розмірами однакова на всіх висотах, визначається кількість птахів на різних висотах (номінальна ширина променя - 2.2 градуса). Збільшення ширини променя і зменшення розмірів сигналу компенсується спеціальною програмою. Проте із збільшенням кута огляду кількість реєстрацій збільшується, що пояснюється зростанням радіуса огляду при тій же кутовій швидкості. Для компенсації одержані дані перемножуються на косинус кута підйому. Також застосовується спосіб, що дозволяє врахувати просторове положення реєстрованого птаха (вигляд з хвоста, з голови). Густота птахів визначається на відрізках у 200 м (виходячи з характеристик пульсуючого об'єму). Для підтвердження результатів використовується інфрачервона відеокамера з високою роздільною здатністю. Одержані дані свідчать про те, що операційна ширина променя вища, ніж номінальна, особливо на малих відстанях [18, 21].

L. Vuurta [15] поряд із програмою обробки радарних сигналів застосовував програму аналізу руху, яка сполучає відповідні сигнали від 10 обертань. Згідно з напрямом, швидкістю й величиною сигналів кластери відповідних сигналів аналізуються і згідно з алгоритмом програми об'єднуються як вектори руху птахів. Підсумкове надання інформації включає географічні координати, розмір сигналу та середнє значення відображення, напрям, швидкість, варіації для всіх даних величин і кількість усіх сигналів. Для аналізу векторів напрямку мігруючих птахів широко застосовується непараметричний дисперсійний аналіз та Rayleigh-test [21].

Перспективи подальших досліджень

Для накопичення первинних матеріалів моніторингових даних з міграції птахів вже створена система накопичення даних, яка складається з WEB-серверу на базі Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького та WEB-додатку на основі мобільних технологій.

Створена інформаційна база даних буде забезпечувати надійне зберігання інформації, яка отримана в результаті моніторингових робіт в Азово-Чорноморському регіоні України та оперативний її аналіз за такими напрямками:

- стан і чисельність птахів;
- стан і чисельність міграційних птахів, внесених до Червоної книги України;
- оцінка динаміки чисельності птахів;
- оцінка функціонального (місця ночівель, відпочинку, годування, водопою) і сезонного (місця гніздування, міграційних зупинок, зимівлі) розподілу птахів на регіональному рівні та моніторингових полігонах.

Впровадження цієї системи дозволить удосконалити процес візуального моніторингу міграції птахів в Азово-Чорноморському регіоні України шляхом оперативної передачі первинних матеріалів до комп'ютерної інформаційної бази завдяки використанню мобільних технологій.

При подальших дослідженнях будуть вирішені такі завдання:

1. Створення мобільного радіолокаційного комплексу та комп'ютеризованої радіолокаційної системи селекції та обробки радіосигналів від птахів.
2. Обґрунтування основних моніторингових пунктів (полігони) спостережень для подальших радарних досліджень трансконтинентальних міграцій, які будуть репрезентативними для всього Азово-Чорноморського регіону в цілому.
3. Отримання оперативних даних щодо міграційних потоків із метою контролю за пташиним грипом та іншими штамами грипу;
4. Отримання даних з різноманіття, чисельності та стану трансконтинентальних міграцій для інформаційної підтримки виконання міжнародних угод та конвенцій;
5. Обґрунтування створення площадок вітрових електростанцій та здійснення моніторингу міграційних комплексів на них;
6. Отримання репрезентативних даних з міграцій птахів у Азово-Чорноморському екологічному коридорі з метою надання рекомендацій щодо безпеки польотів цивільної та військової авіації.

ВИСНОВКИ

1. Ми проаналізували переваги щодо недоліків відкритих і параболічних антен з точки зору ширини і форми радарних променів. Для обох антен точність позиційної інформації зростає в міру звуження ширини променя. За нашими розрахунками, з точки зору потужності двигуна радара та вітрового навантаження, максимальний розмір параболічних антен повинен становити близько 0,75 м, а максимальна довжина антени повинна становити близько 2,5 м.
2. Оскільки промінь є відносно широким в «вертикальному» режимі, відкриті антени не можуть вирішити завдання визначення цілей, які знаходяться в одному азимуті й дальності, але на різних висотах. Цільова дискримінація є функцією тривалості імпульсу, здатністю цифрової плати і кута над горизонтом відносно антени. Відкриті антени здатні сканувати більший обсяг через більшу вертикальну ширину променя.

Дискові антени більш придатні для сканування певних висот або областей, що представляють інтерес, і здатні забезпечити більш точні оцінки висоти цілі з оцінками географічного положення.

3. Для біологічних досліджень, що повинні включати пост-обробку радіолокаційного сигналу, налаштування посилення повинне бути дуже високим (якомога вищим, збільшуючи інформацію, що повертається від цілей, але в кінцевому рахунку це буде функція конкретного радара по відношенню до фабричних налаштувань посилення). Усі системи типу антидощ повинні бути вимкнені, натомість інформація стосовно відбитого сигналу буде змінюватися в невідомому напрямку. Для збільшення ефективності радарних спостережень потрібно максимізувати кількість інформації між мінімальним і максимальним рівнями потужності, яка формується радаром, та цифрувати це лінійним (або принаймні простим і досить відомим) засобом.
4. Радар повинен бути розміщений у місці, де антена може сканувати повний обсяг простору, щодо якого користувач зацікавлений в отриманні інформації. Оскільки радарна енергія добре відображається від води й металу, користувачі повинні розташувати радари подалі від металевих будівель і уникнути направлення променя на занадто низький кут поруч з відкритою водою (особливо в умовах морських хвиль).
5. Ефективна ширина діаграми не є постійною для всіх видів птахів і на всіх висотах, ступінь впливу недооцінки, ймовірно, обмежується тільки дрібними видами птахів. Порівняння потоків птахів у різних місцях можливе тільки, якщо напрямки їхніх польотів схожі. Для того, щоб пост-контроль перпендикулярності позиції радара відповідав головному маршруту польоту і, щоб перевірити, чи відрізняються напрямки польотів у різних місцях роботи радара, необхідно виконати порівняння довжини записаних треків.
6. У разі, коли багато птахів пролітає паралельно до променя радара, ми очікуємо доволі довгі треки. Чим більше середній напрямок польоту наближається до 90° по відношенню до променя радара, тим більш короткі довжини треків ми очікуємо. Як правило, середні довжини треків мають бути близько 34 пікселів з максимально можливих 1024 пікселів, що визначається шириною екрану радара (тобто 3,3 % і 3,1 % від загальної можливої довжини). Статистичне порівняння медіани треків може бути проведено за допомогою парного критерію Стьюдента.
7. Олівцеві радари в оглядовому режимі можуть використовуватися для визначення напрямку польотів птахів за умови, що птах, який перетинає оглядовий простір, реєструється на трьох поворотах антени. Основна складність полягає у варіації сигналу із зміною кута реєстрації птаха.
8. Удосконалена версія луна-екстрактора надасть можливість проводити аналіз руху і розділення птахів за групами відповідно до положення птахів відносно променя радара.
9. Нічна міграція, яка проходить широким фронтом і часто складається з дрібних поодиноких птахів, може бути повністю невидимою при попутному або фронтальному положенні птахів відносно променя радара.
10. Навіть при бічному положенні певна частина птахів залишається за межею реєстрації. При дуже малій висоті польотів птахи реєструються краєм променя, що призводить до отримання слабких сигналів. Недолік, коли птахи реєструються тільки при бічному положенні, може бути виправлено шляхом вимірювання кута між потенційним і реальним напрямом польоту (у поєднанні з поправкою на вітер).

ПОДЯКИ

Дослідження було виконано в рамках проекту «Розробка системи радіолокаційних спостережень за трансконтинентальними міграціями птахів в ключових міграційних

коридорах Азово-Чорноморського регіону України та адаптація даних до потреб відповідних соціально-економічних сфер» (номер держреєстрації 0113U006100).

ЛІТЕРАТУРА

1. Eastwood E. Radar Ornithology / E. Eastwood. – London: Methuen & Co., 1967. – 278 p.
2. Williams T.C. An ornithological radar // Williams T.C., Settel J., O'Mahoney P., Williams J.M. / American Birds. – 1972. – 26. – P. 555-557.
3. Bruderer B. The study of bird migration by radar - Part 1. / Bruderer B. – The technical basis. Naturewissenschaften, 1997. – P. 1-8.
4. Gauthreaux S.A. Wind and the direction of nocturnal songbird migration / S.A. Gauthreaux // Nature. – 1970. – Vol. 228. – P. 476-477.
5. Larkin R.P. A method for automatically detecting birds on radar // Larkin R.P., Eisenberg L. / Bird-Banding. – 1978. – Vol. 49. – P. 172-181.
6. Ruth J.M. Applying radar technology to migratory bird conservation and management: strengthening and expanding a collaborative / Ruth J.M. - U.S. Geological Survey 2007. Report number. – 2007. – 86 p.
7. Richardson W.J. Autumn landbird migration over the western Atlantic Ocean as evident from radar // Richardson W.J./ Proceedings of the 17th Int. Ornithological Congress. – Berlin. – 1978. – P. 501-506.
8. Peckford M.L. Within night correlations between radar and ground counts of migrating songbirds // Peckford M.L., Taylor P.D. / Journal of Field Ornithology. – 2008. – Vol. 79. – P. 207-214
9. Harmata A.R. A vehicle-mounted radar for dual-purpose monitoring of birds // Harmata A.R., Leighty G.R., O'Neil E.L. / Wildlife Society Bulletin. – 2003. – Vol. 31. – P. 882-886.
10. Harmata A.R. Using marine surveillance radar to study bird movements and impact assessment // Harmata A.R., Podruzny K.M., Zelenak J.R., Morrison M.L. / Wildlife Society Bulletin. – 1999. – Vol. 27. – P. 44-52.
11. Tulp I. Nocturnal flight activity of sea ducks near the windfarm Tuno Knob in the Kattegat. Prepared for Novem, Utrecht, Netherlands / Tulp I., Schekkerman H., Larsen J.K., van der Winden J., van der Haterd R.J., van Horssen W.P., Dirsken S., Spaans A.L. – Bureau Waardenburg bv: Culemborg, Netherlands, 1999. – P. 43-48.
12. Petersen I.K. Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark. NERI report for DONG energy and Vattenfall A/S / Petersen I.K., Christensen T.K., Kahlert J., Desholm M., Fox A.D. – Rønde, Denmark, 2006. – P. 50-57.
13. Desholm M. How much do small-scale changes in flight direction increase overall migration distance? // Desholm M / Journal of Avian Biology. – 2003. – Vol. 34. – P. 155-158.
14. Kahlert J. Investigations of birds during construction and operation of Nysted offshore wind farm at Rodsand. Annual status report 2003. NERI report for Energy E2 A/S. / Kahlert J., Petersen I.K., Fox A.D., Desholm M., Clausager I. – Rønde, Denmark, 2004. – P. 32-38.
15. Huppopp O. Bird migration studies and potential collision risk with offshore wind turbines // Huppopp O., Dierschke J., Exo K., Fredrick E., Hill R. / Ibis. – 2006. – Vol. 146. – P. 90-109.
16. Cohen B. Short-range corrections for migrant bird tracks on search radars // Cohen B., Williams T.C. / J. Field Ornith. – 1980. – Vol. 51. – P. 248-253.

17. Krijgsveld K.L. Baseline studies North Sea wind farms: fluxes, flight paths and altitudes of flying birds 2003-2004 / Krijgsveld K.L., Lensink R., Schekkerman H. – Netherlands: Bureau Waardenburg bv, Culemborg, 2005. – P. 22-34.
18. van Gasteren H. Kwantificering van vogelbewegingen langs de kust bij IJmuiden: een radarstudie / van Gasteren H., J.van Belle, L.S. Buurma. – Koninklijke Luchtmacht, Den Haag, 2002. – P. 37-51.
19. Ганя И.М. Радиолокационная орнитология / Ганя И.М., Зубков Н.И., Котяцы М.И. – Кишинев: Штиинца, 1991. – 218 с.
20. Nisbet I.C.T. Measurements with radar of the nocturnal migration over Cape Cod, Massachusetts / I.C.T. Nisbet // *Bird Banding*. – 1963. – P. 57-67.
21. Nisbet I.C.T. Quantitative study of migration with 23-centimeter radar / I.C.T. Nisbet // *Ibis*. – 1963. – P. 435-460.
22. Мацюра А.В. Использование различных типов радаров в орнитологических исследованиях / А.В. Мацюра // *Вісник ДНУ. Сер. Біологія. Екологія*. - 2005. – Вип. 13, т. 1. – № 3/1. – С. 159-164.

REFERENCES

1. Eastwood E. Radar Ornithology / E. Eastwood. – London: Methuen & Co., 1967. – 278 p.
2. Williams T.C. An ornithological radar // Williams T.C., Settel J., O'Mahoney P., Williams J.M. / *American Birds*. – 1972. – 26. – P. 555-557.
3. Bruderer B. The study of bird migration by radar – Part 1. / Bruderer B. – The technical basis. *Naturewissenschaften*, 1997. – P. 1-8.
4. Gauthreaux S.A. Wind and the direction of nocturnal songbird migration / S.A. Gauthreaux // *Nature*. – 1970. – Vol. 228. – P. 476-477.
5. Larkin R.P. A method for automatically detecting birds on radar // Larkin R.P., Eisenberg L. / *Bird-Banding*. – 1978. – Vol. 49. – P. 172-181.
6. Ruth J.M. Applying radar technology to migratory bird conservation and management: strengthening and expanding a collaborative / Ruth J.M. – U.S. Geological Survey 2007. Report number. – 2007. – 86 p.
7. Richardson W.J. Autumn landbird migration over the western Atlantic Ocean as evident from radar // Richardson W.J./ *Proceedings of the 17th Int. Ornithological Congress*. – Berlin. – 1978. – P. 501-506.
8. Peckford M.L. Within night correlations between radar and ground counts of migrating songbirds // Peckford M.L., Taylor P.D. / *Journal of Field Ornithology*. – 2008. – Vol. 79. – P. 207-214
9. Harmata A.R. A vehicle-mounted radar for dual-purpose monitoring of birds // Harmata A.R., Leighty G.R., O'Neil E.L. / *Wildlife Society Bulletin*. – 2003. – Vol. 31. – P. 882-886.
10. Harmata A.R. Using marine surveillance radar to study bird movements and impact assessment // Harmata A.R., Podruzny K.M., Zelenak J.R., Morrison M.L. / *Wildlife Society Bulletin*. – 1999. – Vol. 27. – P. 44-52.
11. Tulp I. Nocturnal flight activity of sea ducks near the windfarm Tuno Knob in the Kattegat. Prepared for Novem, Utrecht, Netherlands / Tulp I., Schekkerman H., Larsen J.K., van der Winden J., van der Haterd R.J., van Horsen W.P., Dirksen S., Spaans A.L. – Bureau Waardenburg bv: Culemborg, Netherlands, 1999. – P. 43-48.
12. Petersen I.K. Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark. NERI report for DONG energy and Vattenfall A/S / Petersen I.K., Christensen T.K., Kahlert J., Desholm M., Fox A.D. – Rønde, Denmark, 2006. – P. 50-57.
13. Desholm M. How much do small-scale changes in flight direction increase overall migration distance? // Desholm M / *Journal of Avian Biology*. – 2003. – Vol. 34. – P. 155-158.
14. Kahlert J. Investigations of birds during construction and operation of Nysted offshore wind farm at Rodsand. Annual status report 2003. NERI report for Energy E2 A/S. / Kahlert J., Petersen I.K., Fox A.D., Desholm M., Clausager I. – Rønde, Denmark, 2004. – P. 32-38.
15. Huppop O. Bird migration studies and potential collision risk with offshore wind turbines // Huppop O., Dierschke J., Exo K., Fredrick E., Hill R. / *Ibis*. – 2006. – Vol. 146. – P. 90-109.

16. Cohen B. Short-range corrections for migrant bird tracks on search radars // Cohen B., Williams T.C. / J. Field Ornith. – 1980. – Vol. 51. – P. 248-253.
17. Krijgsveld K.L. Baseline studies North Sea wind farms: fluxes, flight paths and altitudes of flying birds 2003-2004 / Krijgsveld K.L, Lensink R., Schekkerman H. - Netherlands: Bureau Waardenburg bv, Culemborg, 2005. – P. 22-34.
18. van Gasteren H. Kwantificering van vogelbewegingen langs de kust bij IJmuiden: een radarstudie / van Gasteren H., J.van Belle, L.S. Buurma. – Koninklijke Luchtmacht, Den Haag, 2002. – P. 37-51.
19. Ganya I.M. Radarnaya ornitologiya / Ganya I.M., Zubkov N.I., Kotyatsy M.I. – Kishinev: Shtiintsa, 1991. – 218 p.
20. Nisbet I.C.T. Measurements with radar of the nocturnal migration over Cape Cod, Massachusetts / I.C.T. Nisbet // Bird Banding. – 1963. – P. 57-67.
21. Nisbet I.C.T. Quantitative study of migration with 23-centimeter radar / I.C.T. Nisbet // Ibis. – 1963. – P. 435-460.
22. Matsyura A.V. Ispolzovanie razlichnykh radarov v ornitologicheskikh issledovaniyakh / A.V. Matsyura // Vestnik Dnepropetrovskogo Natsionalnogo Universiteta. Seriya Biologiya. – 2005. – Volume 13, Issue 1. – №3/1. – P. 159-164

УДК 599.323

БІОТОПНІ ПРЕФЕРЕНЦІЇ МИШОПОДІБНИХ ГРИЗУНІВ НА ТЕРИТОРІЇ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ “СКОЛІВСЬКІ БЕСКИДИ”

Стецула Н.О.

Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка

82100, Україна, Львівська обл., Дрогобич, вул Т. Шевченка, 23

nadya739@ mail.ru

Проаналізовано біотопну приуроченість мишоподібних гризунів на території парку. Досліджено характер використання видом території та взаємозв'язок між видами та біотопами. Встановлено, що *Arvicola sherman*, *Terricola subterraneus* і *Microtus arvalis* є стенотопними видами на території парку, які трапляються лише в лучних біотопах. *Microtus minutus*, *Mus musculus*, *Apodemus agrarius*, *Microtus agrestis* – види, що трапляються спорадично. *Sylvaemus tauricus*, *Sylvaemus sylvaticus* та *Myodes glareolus* зустрічаються у всіх біотопах – евритопні види парку.

Ключові слова: біотоп, мишоподібні гризуни, біотопна приуроченість, стенотопні, евритопні та спорадичні види.

БИОТОПНЫЕ ПРЕФЕРЕНЦИИ МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ НА ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА «СКОЛИВСКИЕ БЕСКИДЫ»

Стецула Н.О.

Дрогобычский государственный педагогический университет имени Ивана Франко

82100, Украина, Львовская обл., Дрогобыч, ул Т. Шевченко, 23

nadya739@ mail.ru

Проанализирована биотопная приуроченность мышевидных грызунов на территории парка. Исследован характер использования видом территории и взаимосвязь между видами и биотопами. Установлено, что *Arvicola sherman*, *Terricola subterraneus* и *Microtus arvalis* являются стенобионтными видами на территории парка, встречающиеся только в луговых биотопах. *Microtus minutus*, *Mus musculus*, *Apodemus agrarius*, *Microtus agrestis* – виды, которые встречаются спорадически. *Sylvaemus tauricus*, *Sylvaemus sylvaticus* и *Myodes glareolus* встречаются во всех биотопах – эвритопные виды парка.

Ключевые слова: биотоп, мышевидные грызуны, биотопная приуроченность, стенобионтные, эвритопные и спорадические виды.

BIOTOPE PREFERENCES OF MOUSE-LIKE RODENTS ON THE TERRITORY OF THE NATIONAL PARK "SKOLIVSKI BESKYDY"

Stetsula N.O.

Ivan Franko State Pedagogical University of Drohobych

82100, Ukraine Lviv region, Drohobych, Shevchenko str 23

nadya739@ mail.ru

Biotope preferences index (*Fij*) open the interrelation between species and biotopes, the election of species during the using of the territory for their living and allows to value the correlation the part of species in a certain biotope to the part of these species among all biotopes to the general amount of animals in this biotope and among all biotopes. The analysis of the relative biotope attitude allows to confirm the following: firstly such species (descending index *Fij*) are characterized by the highest biotope characteristic ($Fij \geq 0,50$) *Arvicola scherman* – is the attitude to “meadow” ($Fij=0,91$), *Sylvaemus tauricus* for “beech forest” ($Fij=0,76$), *Microtus arvalis* for “meadow” ($Fij=0,71$), *Apodemus agrarius* is characteristic for “meadow” ($Fij=0,68$), *Terricola subterraneus* for “meadow” ($Fij=0,67$), *Sylvaemus sylvaticus* is characteristic for “mixed forest” ($Fij=0,62$), *Sylvaemus tauricus* for “hornbeam-beech forest” ($Fij=0,55$). Especially bright is a stenotopos *Arvicola scherman* which avoids more of unmeadow biotopes.

Second, by the biggest amount of species, which gives the priority to a specific biotope, is characterized beech-fur forest, meadows, deforestation (5 species $\sum Fij > 0$). On the other hand the most specific biotope is the hornbeam-beech forest and firry forest (in all variants only 3 species from $Fij > 0$) in none of the species which gives the priority to this biotope, the index of the preference not bigger than $Fij=0,60$ (*Myodes glareolus* in the firry forest and *Sylvaemus tauricus* in the beech forest).

Thirdly, the number of populated mouse-like rodents in some of biotops is also not constant and on average each species occupies 71,4 % of available biotops. Top of your list by the number of biotops of the engaged *Sylvaemus tauricus*, *Sylvaemus sylvaticus*, *Myodes glareolus* and *Microtus arvalis* (100 %), followed in descending order follow *Terricola subterraneus* (85,7 %), *Apodemus agrarius* (71,4 %), *Microtus agrestis* and *Mus musculus* (by 57,1 %), *Micromys minutus* and *Arvicola scherman* (42,8 %). To some extent, number of biotops is populated species of formalized assessment and in general correlates with the total number trapped animals of a certain type, but this relationship is not straightforward. There are some species that are under similar levels of the relative the number occupied by opposite places on this list: eg., *Sylvaemus sylvaticus* (n=79) found in 77,8 % biotopes and *Arvicola scherman* (n=64) in 33,3% .

Fourthly it is obvious that the continuous one type forests which are considered to be the main species of the ecosystem of the Carpathian, they can't support the high level of the species rich of the small mammals. The high biotope preferences parts of species to meadows and log cabins (the latter can be regarded as analogues of windfalls) indicate that the high complexity of communities can be achieved only at the expense of small in size but specific to the area of our research variants ecosystems, including forestless biotopes (firstly of the meadow type, secondly forestless).

Biotope preference of mouse-like rodents in the territory park analyzed. The character of using of this territory by the species and the connection between the species and biotops has been studied. It's settled *Arvicola scherman* is a stenotopos of species on the territory of the park which occurs only among meadow biotope. *Micromys minutus*, *Mus musculus*, *Apodemus agrarius*, *Microtus agrestis* – are species which happen only here and there. *Sylvaemus tauricus*, *Sylvaemus sylvaticus*, *Myodes glareolus* та *Microtus arvalis* can be met among all biotops in the park.

Our research found that within the limits of the park each species of mouse-like rodents has certain biotope preferences, which open their ecological features and determine the uniqueness, value and representativeness of the territories. In connection with high levels biotope preferences mouse-like rodents may be species-indicators, absence / presence or number of an ecosystem which testifies to condition of these ecosystems. They can also be as evaluative indicators which used to determine the value of the territory from the perspective of the protection of nature.

The mouse-like rodents can act as warning indicators of environmental disasters since the disappearance of their forest habitat in which they were distributed throughout the ages, shows excessive human pressure on the area. Mouse-like rodents can act as warning indicators of environmental disasters because the disappearance of their forest biotopes in which they were widespread throughout the ages testifies excessive anthropogenic pressure on this territory.

Key words: biotope, mouse-like rodents, biotope preference, stenotopos, here and there, evritopos of species.

ВСТУП

Висока таксономічна ємність екосистем визначається різноманіттям просторового та трофічного ресурсу, і тонкою диференціацією видів кожної систематичної групи за їх належністю до тих чи інших оселищ [1]. Мишоподібні гризуни – одна із груп мікромамалій, найбільш популярних у дослідженнях екологічної диференціації серед

хребетних. Вони значною мірою визначають формування і розвиток природних екосистем, реальну і потенційну їх продуктивність.

Для задоволення своїх потреб людина змінює структуру ландшафтів у цілому та біотопів зокрема, оскільки вона є головним конкурентом тварин за просторовий ресурс. Під такий вплив підлягають нові території, які використовуються для сміттєзвалищ, вирубування, скидів та інших потреб (промислових, господарських). Незворотні зміни природного середовища, хижачке освоєння природних ресурсів завершуються зміною складу біоти та загрозами втрати біологічного різноманіття й репрезентативності територій [2].

Біотопи забезпечують біоту кормами, сховищами, формують зв'язки між популяціями. Саме їх цілісність і сталість впливає на унікальність території та на її генофонд. Найбагатші за видовим складом фауни біотопи фактично забезпечують існування не більше 60–80 % видів. Досліджено, що кількість видів, які потерпають від втрати чи деградації біотопів, є майже втричі більшою за наступну найбільш звичайну загрозу – забруднення (вкл. глобальні кліматичні зміни).

Попередні дослідження дозволили визначити і описати видовий склад, розподіл та відносну чисельність мишоподібних гризунів у біотопах парку “Сколівські Бескиди”. Для того, щоб вивчити характер використання видом території, увагу було приділено біотопній приуроченості видів шляхом статистичних порівнянь результатів обліків видів в обраних для аналізу біотопах.

Розселення видів пов'язане із екологічними потребами видів, умовами їхнього існування та їхніми функціональними особливостями. Залежності відносної біотопної приуроченості досліджуваних видів від топічних і трофічних преференцій тварин у гірських умовах, оцінці взаємозв'язку між видами та біотопами, що їх заселяють, саме і присвячено це повідомлення. Метою роботи був аналіз розподілу видів мишоподібних гризунів у відповідності до біотопів НПП “Сколівські Бескиди”.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для аналізу відносної біотопної приуроченості використано результати відловів, які проводилися автором на території парку у 2004–2008 рр. Для обліків застосовували метод пастко-ліній із використанням пасток моделі Геро, це дало змогу дослідити видовий склад, поширення, відносну чисельність мишоподібних гризунів в обраних для аналізу біотопах [3]. Дослідженнями охоплено типові біотопи парку, для яких прийнято скорочення, зручні для наведення в таблицях: буковий ліс – БУК; буково-ялиновий ліс – БУЯ; грабово-буковий – ГБУ; ялиново-смерековий ліс – ЯЛС; хвойний ліс – ХВО; мішаний ліс – МШ; зруб – ЗРБ; луки – ЛУК. Опрацювання зібраного матеріалу: визначення видового складу, морфометричних показників видів проведено згідно зі загальноприйнятими методиками [4]. Для ідентифікації виду важливими є чотири стандартні виміри тіла, які робили за допомогою штангенциркуля: L – довжина тіла від носа до анального отвору; Ca – довжина хвоста від анального отвору до кінчика, не рухаючи кінцеве волосся; Pl – довжина лапки від п'ятки до кінця пальців, без кігтів; Au – довжина вуха від нижньої вирізки вухи до кінця вуха, не рухаючи кінцевого волосся.

Показник відносної біотопної приуроченості (F_{ij}) визначали за допомогою формули, запропонованої Ю. Песенко [5]:

$$F_{ij} = (n_{ij} \times N_{ij} - n_{ij} \times N_j) / (n_{ij} \times N_{ij} + n_i \times N_j - 2 \times n_{ij} \times N_j)$$
, де n_{ij} – частка виду у біотопі; N_j – об'єм вибірки (кількість особин i -го виду у певному біотопі (j)); n_i – частка особин цього виду у всіх біотопах; N_{ij} – загальний об'єм.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Загалом протягом 2004–2008 рр. у біотопах парку відловлено 874 особини мишоподібних гризунів і відпрацьовано 17 800 пастко-діб. Відлови здійснювалися посезонно. При

проведенні дослідження результати обліків розподіляли на чотири періоди – весна, літо, осінь, зима. Весна – від другої половини березня до середини червня. Літо – з кінця червня до вересня. Осінь – від вересня до листопада. Зима – від листопада до другої половини березня.

Аналіз морфометричних показників видів мишоподібних гризунів, здобутих у біотопах парку, дозволив визначити видовий склад угруповань та встановити середні метричні розміри їхнього тіла окремо для самців та самиць (табл. 1; 2). Матеріали вимірювання подані в міліметрах.

Таблиця 1 – Морфометричні показники видів родини Muridea

Морфо- метричні показники	<i>Micromys minutus</i>		<i>Apodemus agrarius</i>		<i>Mus musculus</i>		<i>Sylvaemus tauricus</i>		<i>Sylvaemus sylvaticus</i>	
	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
L	56,5	62,5	100,3 ± 7,7	88,3 ± 12,2	70,3 ± 1,2	67,0	103,4 ± 8,3	108,0 ± 7,3	92,2 ± 7,5	87,4 ± 5,5
Ca	57,0	70,5	76,6 ± 6,1	71,0 ± 12,0	65,3 ± 2,3	63,7	101,2 ± 9,4	106,8 ± 6,01	85,4 ± 9,5	82,8 ± 5,2
Pl	12,5	13,0	18,5 ± 1,7	16,2 ± 1,2	18,0 ± 1,0	16,5	24,6 ± 1,9	23,5 ± 0,8	22,6 ± 1,0	21,7 ± 1,6
Au	7,8	7,5	10,5 ± 1,8	8,1 ± 1,5	11,3 ± 0,7	9,5	17,3 ± 1,6	16,7 ± 1,5	16,1 ± 0,8	15,2 ± 1,1
Усього	2	2	19	11	3	2	92	64	44	35

Таблиця 2 – Морфометричні показники видів родини Arvicolidae

Морфо- метричні показники	<i>Myodes glareolus</i>		<i>Arvicola scherman</i>		<i>Terricola subterraneus</i>		<i>Microtus agrestis</i>		<i>Microtus arvalis</i>	
	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
L	97,1 ± 7,0	90,6 ± 8,0	114,6 ± 22,5	119,7 ± 18,7	90,3 ± 6,6	89,0 ± 9,3	97,0 ± 11,7	97,0 ± 7,8	94,5 ± 11,5	107,8 ± 4,4
Ca	42,5 ± 3,4	41,4 ± 3,6	52,0 ± 9,0	56,2 ± 8,6	29,2 ± 2,9	29,5 ± 3,3	35,6 ± 7,8	33,3 ± 4,5	30,1 ± 4,9	35,5 ± 3,7
Pl	16,9 ± 3,4	16,5 ± 1,0	23,3 ± 1,1	23,6 ± 1,9	14,4 ± 0,5	14,4 ± 0,7	16,4 ± 1,8	16,4 ± 1,5	14,1 ± 1,3	15,2 ± 0,8
Au	12,4 ± 1,1	12,2 ± 0,7	10,5 ± 1,8	10,6 ± 1,9	9,0 ± 1,0	9,0 ± 1,4	11,1 ± 1,8	10,8 ± 2,6	9,1 ± 1,9	11,3 ± 1,1
Усього	116	89	48	23	53	44	8	9	97	113

На основі одержаних результатів обліків мишоподібних гризунів отримано дані щодо їх заселення досліджуваних біотопів, які дозволяють говорити про насиченість біотопів видами дрібних гризунів, їхню чисельність та структуру домінування [6]. Це дало змогу отримати дані щодо частки виду в певному біотопі, а також частки особин цього виду в усіх біотопах та загальну кількість гризунів в аналізованому біотопі й загальну кількість особин за всіма біотопами (табл. 3), які використано для розрахунку показника відносної біотопної приуроченості.

Показник відносної біотопної приуроченості дозволяє більш точно визначити еври – або стенотопність виду. Якщо вид зустрічається тільки в одному біотопі “+1”, або ж надає перевагу тільки одному біотопу (більше “0,7”) та при від’ємному або близькому до нуля значенні відносно до інших біотопів, то це стенотопний вид. Якщо показник біотопної приуроченості у всіх вибірках дорівнює нулю або ($\pm 0,3$), тоді цей вид евритопний. Проміжне положення займають види, які екологічно є більш пластичні та засвоюють декілька біотопів.

Отже, було отримано показники біотопної приуроченості кожного виду в біотопі. Бачимо, що види мишоподібних суттєво відрізняються за своїми біотопними перевагами.

У зв'язку з малою загальною чисельністю частини видів впевнено говорити про їхню приуроченість важко, і дані щодо *Micromys minutus* (n = 4), *Mus musculus* (n = 5) та *Microtus agrestis* (n=17) є попередніми і тут не обговорюються. Для інших 7 видів дані є більш точними (n = 30–210 екз.) і заслуговують на увагу.

Таблиця 3 – Розподіл мишоподібних гризунів у різних біотопах НПП “Сколівські Бескиди”

Вид	БУК	БУЯ	ГБУ	ХВО	МШ	ЗРБ	ЛУК	Разом
<i>Micromys minutus</i> n = 4	0,01 ¹	-	0,01	-	-	0,03	0,002	0,01
<i>Apodemus agrarius</i> n = 30	-	0,08	-	0,02	0,005	0,03	0,064	0,03
<i>Mus musculus</i> n = 5	-	0,03	-	-	0,01	0,03	0,002	0,01
<i>Sylvaemus tauricus</i> n = 156	0,37	0,16	0,51	0,18	0,27	0,17	0,02	0,18
<i>Sylvaemus sylvaticus</i> n = 79	0,12	0,05	0,05	0,12	0,22	0,23	0,008	0,09
<i>Myodes glareolus</i> n = 205	0,40	0,27	0,3	0,55	0,42	0,23	0,03	0,23
<i>Arvicola scherman</i> n = 71	-	0,05	-	0,03	-	-	0,18	0,08
<i>Terricola subterraneus</i> n = 17	-	0,03	-	0,02	-	0,03	0,04	0,02
<i>Microtus agrestis</i> n = 97	0,05	0,19	-	0,03	0,03	0,03	0,21	0,11
<i>Microtus arvalis</i> n = 210	0,05	0,13	0,13	0,05	0,04	0,23	0,46	0,24
Разом особин	84	37	77	60	206	35	375	874
Разом видів	6	9	5	8	7	9	10	10
Пастко-діб	2900	400	1400	2300	4100	1200	5500	17800

Примітки: n – число зразків; ¹ – їх частка

Цей аналіз дозволяє стверджувати таке: по-перше, найвищою біотопною притаманністю ($F_{ij} \geq 0,50$) характеризуються такі види (у порядку зменшення показника F_{ij}): *Arvicola scherman* – притаманний для “лук” ($F_{ij}=0,91$), *Sylvaemus tauricus* для “букових лісів” ($F_{ij}=0,76$), *Microtus arvalis* – для “лук” ($F_{ij}=0,71$), *Apodemus agrarius* притаманний для “лук” ($F_{ij}=0,68$), *Terricola subterraneus* – для “луки” ($F_{ij}=0,67$), *Sylvaemus sylvaticus* – притаманний для “мішаних лісів” ($F_{ij}=0,62$), *Sylvaemus tauricus* для “грабово-букового лісу” ($F_{ij}=0,55$). Особливо яскравою є стенотопність нориці гірської (*Arvicola scherman*), яка фактично уникає більшості нелучних біотопів (табл. 4).

По-друге, найбільшою кількістю видів, які надають перевагу конкретному біотопу, характеризуються буково-ялиновий ліс, луки, зруби (5 видів з $F_{ij} > 0$). Натомість, найбільш специфічним біотопом є грабово-буковий та ялиновий (в усіх варіантах) ліси (лише по 3 види з $F_{ij} > 0$) при тому в жодного виду, який надає перевагу цьому біотопу, показник приуроченості не більший за $F_{ij}=0,60$ (*Myodes glareolus* у хвойних лісах та *Sylvaemus tauricus* у букових лісах).

По-третє, кількість заселених тим чи іншим видом біотопів також не є постійною, і в середньому один вид займає 71,4 % наявних біотопів. Вершину списку за кількістю зайнятих біотопів посідають *Sylvaemus tauricus*, *Sylvaemus sylvaticus*, *Myodes glareolus* та *Microtus arvalis* (по 100 %), далі в порядку зменшення йдуть *Terricola subterraneus* (85,7 %), *Apodemus*

agrarius (71,4 %), *Microtus agrestis* та *Mus musculus* (по 57,1 %), *Micromys minutus* та *Arvicola scherman* (42,8 %). До певної міри кількість заселених видом біотопів є формалізованою оцінкою і загалом корелює із загальною кількістю облікованих тварин відповідного виду, проте цей зв'язок не є однозначним. Існують, зокрема, види, які при подібних рівнях відносної чисельності посідають протилежні в цьому списку місця: напр., *Sylvaemus sylvaticus* ($n = 79$) виявлений у 77,8 % біотопів, а *Arvicola scherman* ($n = 64$) у 33,3 %.

По-четверте, очевидно, що суцільні однотипні лісові масиви, які вважаються основним типом екосистем Карпат, не здатні підтримувати високий рівень видового багатства мікротеріофауни. Високі показники приуроченості частини видів до лук та зрубів (останні можуть розглядатися як аналоги вітровалів) свідчать про те, що висока складність угруповань може досягатися виключно за рахунок невеликих за площею, проте характерних для району наших досліджень варіантів екосистем, у тому числі безлісних біотопів, і вихідно лучного типу, і вторинно безлісних.

Таблиця 4 – Показники біотопної приуроченості видів у різних біотопах парку

Біотопи	Біотоп	БУК	БУЯ	ГБУ	ХВО	МШ	ЗРУ	ЛУК
Види	%%	F_{ij}	F_{ij}	F_{ij}	F_{ij}	F_{ij}	F_{ij}	F_{ij}
<i>Micromys minutus</i> *	57,1	0,52	-1,00	0,55	-1,00	-1,00	0,78	-0,39
<i>Apodemus agrarius</i>	71,4	-1,00	0,43	-1,00	-0,36	-0,80	-0,09	0,68
<i>Mus musculus</i> *	57,1	-1,00	0,46	-1,00	-1,00	0,37	0,71	-0,50
<i>Sylvaemus tauricus</i>	100,0	0,76	-0,05	0,55	0,01	0,29	-0,02	-0,88
<i>Sylvaemus sylvaticus</i>	100,0	0,15	-0,26	-0,29	0,14	0,62	0,46	-0,90
<i>Myodes glareolus</i>	100,0	0,30	0,07	0,13	0,44	0,41	-0,01	-0,87
<i>Arvicola scherman</i>	42,8	-1,00	-0,21	-1,00	-0,44	-1,00	-1,00	0,91
<i>Terricola subterraneus</i>	85,7	-0,42	0,28	-1,00	-0,56	-0,65	-0,60	0,67
<i>Microtus agrestis</i> *	57,1	-1,00	0,17	-1,00	-0,08	-1,00	0,20	0,72
<i>Microtus arvalis</i>	100,0	-0,69	-0,29	-0,32	-0,67	-0,75	-0,03	0,71
Середнє значення	77,1	-0,37	-0,02	-0,44	-0,35	-0,35	0,04	0,02
Кількість з $F_{ij} > 0$	-	4	5	3	2	4	5	5

Примітка. * – зірочкою позначено назви видів, дані яких є недостатньо для однозначних тверджень у зв'язку з низькою чисельністю їхніх популяцій.

Отже, нашими дослідженнями встановлено, що в межах парку кожен вид мишоподібних гризунів має певні біотопні преференції, які розкривають їхні екологічні особливості та визначають унікальність, цінність та репрезентативність територій.

Перспектива подальших досліджень полягає не тільки в пізнанні особливостей організації та функціонування угруповань тварин у різних біотопах, але й для розроблення системи екологічного моніторингу та вирішення питань збалансованого, невиснажливого використання території. Цей моніторинг повинен дати розуміння щодо кількості різних форм життя на окремих просторових одиницях, інформацію про стан їх сталості, тенденцій у змінах чисельності популяцій і взаєминах між видами та угрупованнями. У зв'язку з високими рівнями біотопної приуроченості мишоподібні гризуни можуть бути видами-індикаторами, відсутність/наявність або чисельність яких в екосистемі свідчить про стан цих екосистем і ступінь повночленності. Також вони можуть бути оціночними індикаторами, яких використовують для визначення цінності території з погляду охорони природи. Мишоподібні гризуни можуть відігравати роль індикаторів попередження екологічних катастроф, оскільки зникнення їх з лісових біотопів, у які вони були поширені протягом століть, свідчить про надмірний антропогенний тиск на цю територію.

ВИСНОВКИ

Біотопні преференції мишоподібних гризунів національного природного парку “Сколівські Бескиди” свідчать про закономірність:

1. До евритопних видів можна віднести норицю руду, мишаків лісового та жовтогрудого, тобто види, які формують основу лісового фауністичного ядра та мають одні з найвищих показників чисельності в регіоні наших досліджень.
2. Миша лучна, миші хатня та польова, нориця північна – види, що трапляються спорадично. Усі вони відрізняються невисокими рівнями чисельності й обмеженим поширенням за біотопами. Цю групу можна характеризувати як мешканців відносно порушених людською діяльністю біотопів та біотопів узлісного типу. Ця група є найбільш диференційованою, представлена 4-ма видами 4-х різних родів двох родин.
3. Для луків найхарактернішими видами є нориця гірська ($F_{ij} = 0,91$), нориця звичайна ($F_{ij} = 0,71$), миша польова ($F_{ij} = 0,64$), нориця підземна ($F_{ij} = 0,62$). Усі вони належать до однієї родини і навіть одного надроду (*Microtus s.l.*). Спільною екологічною ознакою всіх представників є тісна пов'язаність з екосистемами лучного типу і живлення соковитими частинами рослин.
4. Хвойні, букові та мішані ліси є центральною групою біотопів, тобто місцем оселення найбільш чисельних у загальній вибірці і найбільш типових для регіону дослідження видів. Інші типи деревостанів дещо віддалені від них (грабово-букові, буково-ялинові ліси, зруби).
5. Лучний тип угруповань є найбільш дистанційованим від усіх інших місць мешканців мишоподібних гризунів. Водночас луки, які є досить віддалені від інших біотопів, є місцем оселення найбільш специфічних і найбільш стенотопних видів, у тому числі нориці гірської (*Arvicola scherman*), нориці підземної (*Terricola subterraneus*) та нориці звичайної (*Microtus arvalis*).

ЛІТЕРАТУРА

1. Загороднюк І. В. Біотопна диференціація видів як основа підтримання високого рівня видового різноманіття фауни / І.В. Загороднюк, О. М. Кондратенко // Вісник Львівського ун-ту. Серія: Біологія. – Вип. 30. – 2002. – С.106–118.
2. Ємельянов І.Г. Оцінка біорізноманіття екосистем у контексті оптимізації мережі природно-заповідних територій / І. Г. Ємельянов // Заповідна справа в Україні на межі тисячоліть. – Канів, 1999. – С. 119–127.
3. Кучерук В.В. Учет вредных грызунов и землероек / В. В. Кучерук // Методы учета численности и географического распределения наземных позвоночных. – М.: АН СССР, 1952. – С. 12–14.
4. Загороднюк І.В. Польовий визначник дрібних ссавців України / І. В. Загороднюк. – К., 2002. – Вип. 5 – 64 с. – (Праці Теріологічної Школи).
5. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Юрий Андреевич Песенко. – М.: Наука, 1982. – 284 с. – (Академия наук СССР. Научный совет по проблемам биосферы. Зоологический институт).
6. Стецула Н.О. Видове багатство мишоподібних гризунів у екосистемах національного природного парку “Сколівські Бескиди” / Н. О. Стецула // Сучасний стан та перспективи розвитку біо- і агроценозів в умовах постійного техногенного забруднення: матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених та студентів, присвяченої 70-річчю Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка / Упор. В. Філь. – Дрогобиць-Трускавець: Видавець Святослав Сурма, 2010. – С. 57–60.

REFERENCES

1. Zagorodnyuk I.V., Kondratenko O.V. Biotopna dyferentsiatsiya vydiv yak osnova pidtrymannya vysokogo rivnya vydovogo rizmomanittya fauny / I. V. Zagorodnyuk, O.M. Kondratenko // Visnyk Lvivskogo un-tu. Seriya: Biologiya. – Vyp. 30. – 2002. – S. 106–118.
2. Yemelyanov I.G. Otsinka biorizmomanittya ekosystem u konteksti optymizatsii merezhi pryrodno-zapovidnykh terytoriy / I. G. Yemelyanov // Zapovidna sprava v Ukraini na mezhi tysyacholit. – Kaniv, 1999. – S. 119–127.
3. Kucheruk V.V. Uchyet vryednykh gryzunov i zemleroyek / V.V. Kucheruk // Metody uchyeta chislyennosti i geograficheskogo raspredilyeniya nazemnykh pozvonochnykh. – M.: AN SSSR, 1952. – S. 12–14.
4. Zagorodnyuk I.V. Polovyy vyznachnyk dribnykh ssavtsiv Ukrainy / I. V. Zagorodnyuk. – K., 2002. – Vyp. 5 – 64 c. – (Pratsi Teriologichnoi Shkoly).
5. Pesenko Yu.A. Printsipy i metody kolichestvennogo analiza v faunisticheskikh issledovaniyakh / Yuriy Andreyevich Pesenko. – M.: Nauka, 1982. – 284 s. – (Akademiya nauk SSSR. Nauchnyy sovet po problemakh biosfery. Zoologicheskii institut).
6. Stetsula N.O. Vydove bagatstvo myshopodibnykh gryzuniv u ekosystemakh natsionalnogo pryrodnogo parku “Skolivski Beskydy” / N.O. Stetsula // Suchasnyy stan ta perspektyvy rozvytku bio- i agrotsenoziv v umovakh postiyynogo tekhnogennogo zabrudneniya: materialy II Mizhnar. nauk.-prakt. konf. molodykh vchenykh ta studentiv, prysvyachenoi 70-richchyu Drogobyskogo derzhavnogo pedagogichnogo universytetu imeni Ivana Franka / Upor. V. Fil. – Drogobych-Truskavets: Vydavets Svyatoslav Surma, 2010. – S. 57–60.

УДК 597.0/5

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ МАЛОГО ГЫЗЫЛАГАЧСКОГО ЗАЛИВА КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Таиров Э.Х.

Институт зоологии Национальной Академии наук Азербайджана

AZ1073, Азербайджан, Баку, проезд 1128, квартал 504

emin_tahirov@rambler.ru

В 2009-2013 гг. в Малом Гызылагачском заливе Каспийского моря проведены ихтиологические исследования, в результате которых отмечено 5763 экз. промысловых рыб, относящихся к 14 видам. Из них 7 видов обитают в заливе постоянно, а 7 видов, нагуливаясь в открытой части Южного Каспия, заходят в залив только для икрометания. 4 вида являются ихтиофагами, 6 видов – типичными бентофагами, 3 вида питаются преимущественно зоопланктоном, а 1 вид – зоопланктоном и водными растениями. По числу особей серебряный карась составил 12,8%, сазан – 9,9%, окунь – 9,8%, шемая – 9,8, щука – 9,3%, лещ – 9,2%, золотой карась – 8,1%, вобла – 7,9%, красноперка – 7,8%, рыбец – 7,7%, кутум – 3,9%, судак – 1,9%, линь – 1,6%, а сом – 0,3% всего улова. По общей массе щука составила 32,9%, сазан – 23,3%, серебряный карась – 9,8%, окунь – 7,4%, кутум – 5,9%, золотой карась – 4,8%, лещ – 4,3%, вобла – 2,8%, сом – 2,6%, красноперка – 1,8%, рыбец – 1,8%, судак – 1,5%, линь – 0,7%, шемая – 0,4% всего улова. Хищные рыбы, составляя по численности 21,3%, а по массе 44,4% всего улова, являются важнейшим фактором, определяющим численность мирных рыб. Предлагается развить в заливе любительское рыболовство спиннингом.

Ключевые слова: Каспийское море, Малый Гызылагачский залив, промысловые рыбы, нерест, хищные рыбы, бентофаги, планктофаги, рыболовство

БИОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОМИСЛОВИХ РИБ МАЛОЇ ГИЗИЛАГАЦЬКОЇ ЗАТОКИ КАСПІЙСЬКОГО МОРЯ

Таіров Е.Х.

Інститут зоології Національної Академії наук Азербайджану

AZ1073, Азербайджан, Баку, проїзд 1128, квартал 504

emin_tahirov@rambler.ru

У 2009-2013 рр. у Малій Гизилагачській затоці Каспійського моря проведені іхтіологічні дослідження, у результаті яких визначено 5763 екз. промислових риб, що відносяться до 14 видів. Із них 7 видів риб мешкають у затоці постійно, а 7 видів, нагулюючи у відкритій частині Південного Каспію, заходять у затоку тільки для ікрометання. 4 види є іхтіофагами, 6 видів – типовими бентофагами, 3 види живляться переважно зоопланктоном, а 1 вид – зоопланктоном і водними рослинами. За кількістю особин срібний карась склав 12,8%, сазан – 9,9%, окунь – 9,8%, шема – 9,8, щука – 9,3 %, лящ – 9,2%, золотий карась – 8,1%, вобла – 7,9%, краснопірка – 7,8%, рибець – 7,7%, кутум – 3,9%, судак – 1,9%, лин – 1,6%, а сом – 0,3% всього улову. За загальною масою щука склала 32,9%, сазан – 23,3%, срібний карась – 9,8%, окунь – 7,4%, кутум – 5,9%, золотий карась – 4,8%, лящ – 4,3%, вобла – 2,8%, сом – 2,6%, краснопірка – 1,8%, рибець – 1,8%, судак – 1,5%, лин – 0,7%, шема – 0,4% усього улову. Хижі риби, складаючи за чисельністю 21,3%, а за масою 44,4% всього улову, є найважливішим чинником, що визначає чисельність мирних риб. Пропонується розвинути в затоці любительське рибальство спінінгом.

Ключові слова: Каспійське море, Мала Гизилагачька затока, промислові риби, нерест, хижі риби, бентофаги, планктофаги, рибальство

BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF COMMERCIAL FISHES OF THE SMALL GIZILAGACH BAY OF THE CASPIAN SEA

Tairov E.H.

Institute of Zoology, Azerbaijan National Academy of Sciences

AZ1073, Azerbaijan, Baku, passage 1128, block 504

emin_tahirov@rambler.ru

Small Gizilagach Bay is located in the west part of the Southern Caspian Sea, north of Lankaran. The bay length is 16.7 km, width 6.5 km, a surface area of 150 km² and a maximum depth of just over 2.5 m, length of coastline 38.9 km. Fed by the waters of the Vilashchay and Kumbashi rivers. Currently bay isolated from the open sea by dike and maintains contact with it only through the channels. Therefore, it is hydrologically more like reservoir. The bottom of the bay is silty, sometimes silty-clay, transparency 0.3-0.9 m, the temperature ranges is 2-29°C, in summer reaching up to 31°C. The amount of dissolved oxygen in the water is 4.0-10.4 mg/l, water is fresh, but in period of a strong evaporation the mineralization could rise to 2.4‰. Among higher plants prevails cane. There are 65 species and subspecies in zooplankton and 28 species and subspecies in zoobenthos, dominated by chironomid larvae and oligochaetes. From amphibians in the bay there are numerous of marsh frog, from reptiles are marsh turtles and Caspian water snake, very numerous waterfowl that use the bay during nesting, wintering or resting during migration.

Prior to our studies, in literature there were just fragmentary and significantly outdated data on commercial fish of the Small Gizilagach Bay of the Caspian Sea. Given this, in 2009-2013 we held here the ichthyological research and 5763 commercial fish of 14 species were found. Of them seven species (pike, rudd, tench, carp, goldfish, crucian carp, and perch) live in the bay constantly, and seven species (roach, kutum, shemaya, bream, zante, catfish and zander) spent biggest part of their live in the open area of the South Caspian, enter the bay only to spawn.

Examined fishes belonged to several trophic groups: pike, catfish, walleye and perch are typical ichthyophages, feeding mainly on small non-commercial fish such as bleak, bystranka, bitterling, spined loach, mosquitofish and stickleback, and to a much lesser young roach, rudd and perch. In the stomachs of semi-migratory ichthyophages, such as catfish and zander were found also the remnants of marine fish – herring, kilkas, silversides and gobiids. According to the literature roach, kutum, tench, bream, carp and zante are typical benthophages, but shemaya, goldfish and crucian carp feed primarily on zooplankton, and rudd feeds on zooplankton and aquatic plants.

Analysis of catches held during our research shows that commercial fishes of the Small Gizilagach very significantly different in number. Among the fish caught by us the goldfish was the most numerous, 12.8% of the total catch individuals belong to this species. By the number of individuals carp was 9.9%, perch – 9.8%, shemaya – 9.8%, pike – 9.3% , bream – 9.2% , crucian carp – 8.1%, roach – 7.9%, rudd – 7.8%, zante – 7.7%, kutum – 3.9%, zander – 1.9%, tench – 1.6 % , and catfish – 0.3 % of the total catch. When comparing the no number of individuals but the total weight of each species of fish in the catch it is occurs completely different picture. Some fish species, though not dominated in numbers, but due to the large size have a significant share of the catch. Total mass of fishes consist of 32.9% pike, carp – 23.3%, goldfish – 9.8%, perch – 7.4%, kutum – 5.9%, crucian carp – 4.8%, bream – 4.3%, roach – 2.8%, catfish – 2.6%, rudd – 1.8%, zante – 1.8%, zander – 1.5%, tench – 0.7%, shemaya – 0.4%.

When comparing no on the number of individuals, but the total weight of each species of fish in the catch, occurs completely different picture. Some fish species, though not dominated in numbers, but due to the large size have a significant share in the catch. For example, if the number of individuals on a pike takes the 5th place of the catch, by weight it has a first place, accounting for 32.9% of the total catch. The carp followed pike by mass and quantity, its mass occupies 23.3% of the catch. Third place in this list belongs goldfish

(9.8%), which is listed by quantity in seventh place. Perch is in fourth place fourth by mass (7.4%) and third by quantity, kutum is fifth by mass (5.9%) and eleventh by quantity, crucian carp is sixth by mass (4.8%) and seventh by quantity, bream is seventh by mass (4.3%) and sixth by quantity, roach eighth by mass (2.8%) and the eighth by quantity, catfish ninth by mass (2.6%) and fourteenth by quantity, rudd tenth by mass (1.8%) and ninth by quantity, zander is eleventh (1.8%) by mass and eleventh by quantity, zander is twelfth by mass (1.5%) and twelfth by quantity, tench thirteenth by mass (0.7%) and thirteenth by quantity, shemaya is fourteenth by mass (0.4%) and fourth by quantity. As can be seen from these data, the significance of each fish species by its mass and quantity are rarely the same, this is a natural consequence of the fact that these species differ significantly in average mass.

Noteworthy is what predatory fish pike, catfish, zander and perch held a significant place in the catches. They constitute 21.3% of the total catch by quantity and 44.4% by mass. The big quantity of predatory fishes makes them one of the most important factors determining the population dynamics of other fish. Fortunately, judging by the contents of the stomachs of predators in the Small Qizilagach bay, they feed mainly on non-commercial fish. However, it will be natural to assume that in the case of increasing of their number, they will eat the commercial fish fry too. So here it is advisable to catch predator fishes. This is best suited to catch them by trolling. In this regard, it is proposed to develop in the Small Gizilagach bay amateur spinning fishing.

Keywords: Caspian Sea, Small Gizilagach bay, commercial fish, spawning, predatory fish, benthophages, planktophages, fishing

ВВЕДЕНИЕ

Малый Гызылагачский залив расположен на западе Южного Каспия, севернее г. Ленкорань. Длина залива 16,7 км, ширина 6,5 км, площадь поверхности 150 км², максимальная глубина чуть более 2,5 м, длина береговой линии 38,9 км. Питается водами рек Виляшчай и Кумбаши. В настоящее время залив изолирован от открытой части моря дамбой и поддерживает с ним связь только посредством каналов. Поэтому в гидрологическом отношении он больше напоминает водохранилище. Дно водоема илистое, местами илисто-глинистое, прозрачность 0,3–0,9 м, температура колеблется в пределах 2–29°C, достигая летом до 31°C. Количество растворенного в воде кислорода 4,0–10,4 мг/л, вода пресная, но при сильном испарении минерализация может повыситься до 2,4‰. Среди высших растений преобладает тростник. В составе зоопланктона 65, а зообентоса 28 видов и подвидов, преобладают личинки хирономид и олигохеты. Из земноводных в заливе многочисленна озерная лягушка, из пресмыкающихся – болотная и каспийская черепахи, водяной уж, очень многочисленны водоплавающие птицы, которые используют этот водоем во время гнездования, зимовки или отдыха в период миграции. Здесь функционирует нерестово-вырастное хозяйство и завод по выращиванию частичковых рыб, в первую очередь кутума.

Первые сведения об ихтиофауне Малого Гызылагачского залива содержатся в работе Ю.А.Абдурахманова [1] по материалам, собранным в 50-х годах прошлого столетия. В то же время здесь были отмечены щука, усач-чанари, каспийский усач, красноперка, линь, горчак, белоглазка, сазан, каспийская щиповка, гамбузия, малая южная колюшка, судак, окунь, бычки головач и мраморный. Было указано, что такие полупроходные рыбы, как вобла, кутум, ленкоранская шема, рыбец и лещ, которые большую часть жизни проводят в открытом море, весной заходят сюда для нереста. В литературе имеются также отдельные сведения о промысловых рыбах залива, являющиеся результатом спорадических сборов, проведенных 50–60-х годах прошлого века [2, 3].

В 1980–90-е годы Ш.Р.Ибрагимов [4] проводил в Малом Гызылагаче паразитологические исследования и отметил здесь туводных щуку, красноперку, линя, закавказскую уклейку, закавказскую густеру, горчака, сазана, закавказскую и каспийскую щиповок, малую южную колюшку, гамбузию, окуня, бычка кругляка, головача и мраморного, а также полупроходных воблу, кутума, ленкоранскую шемаю и каспийского рыбца, заходящих сюда в период нереста.

Таким образом, до проведенных нами исследований о промысловых рыбах Малого Гызылагачского залива в литературе имелись лишь фрагментарные и значительно устаревшие к настоящему времени данные.

Целью исследования было выявление современного состояния таких биологических показателей промысловых рыб Малого Гызылагачского залива Каспийского моря, как длина и масса тела, упитанность, абсолютная и относительная масса половых желез, абсолютная индивидуальная плодовитость, анализ рыбохозяйственной значимости каждого вида рыб.

МАТЕРАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом для настоящей работы послужили сборы, проведенные нами в 2009-2013 годах в Малом Гызылагачском заливе Каспийского моря. При ловле рыб использовались ставные сети с размерами ячей 32 x 32 мм и 40 x 40 мм, рыболовные бредни (волокуши) с размерами ячей 12 x 12 мм и 28 x 28 мм. Для исключения возможности искажения усредненных данных по видовому и размерно-возрастному составу уловов, сети с двумя разными размерами ячей ставились и вынимались практически одновременно, а при использовании бредней с разными размерами ячей соблюдалось одинаковое количество притонений. Всего было выловлено 5763 экз. промысловых рыб, относящихся к следующим 14 видам: щука, вобла, кутум, красноперка, линь, ленкоранская шема, лещ, рыбец, сазан, серебряный карась, золотой карась, сом, судак и окунь. Исследование отловленных рыб проводилось общепринятыми ихтиологическими методами [5, 6, 7], были определены такие биологические показатели, как длина и масса тела, пол, возраст и др. Достоверность полученных данных была определена методами вариационной статистики [8], были вычислены среднее арифметическое число (M) и его ошибка (m).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Семейство ЩУКОВЫЕ – ESOCIDAE

Щука – *Esox lucius* L., 1758 одна из многочисленных рыб Малого Гызылагачского залива. Нами выловлено 527 экз. щуки, возраст которых составил 3-7 года, общая длина тела исследованных рыб была 25,2-70,1 (в среднем $47,4 \pm 0,57$) см, стандартная длина тела – 22,3-60,4 ($42,9 \pm 0,49$) см, общая масса тела – 105,5-2452,0 ($1897,2 \pm 89,7$) г, масса тела без внутренностей – 92,7-1943,7 ($1574,5 \pm 75,3$) г, коэффициент упитанности по Фультону – 0,87-1,14 ($0,96 \pm 0,02$), коэффициент упитанности по Кларк – 0,81-1,02 ($0,89 \pm 0,01$), абсолютная масса половых желез самок 0,91-397,5 ($124,7 \pm 26,3$) г, коэффициент зрелости 0,95-16,2 ($7,96 \pm 3,21$)%, абсолютная индивидуальная плодовитость 3,4-108,7 ($52,6 \pm 5,43$) тыс. икринок.

Наши наблюдения показали, что в Малом Гызылагаче щука нерестится в феврале-мае, наиболее интенсивный период нереста приходится на конец марта, когда температура воды 12-14°C.

В желудках обследованных нами щук обнаружены частично переваренные остатки проглоченных уклеек, быстрянок, горчаков, колюшек и гамбузий, а также изредка – молоди воблы, красноперки и окуня.

Семейство КАРПОВЫЕ – CYPRINIDAE

Каспийская вобла – *Rutilus rutilus caspicus* (Jakowlev, 1870) – самая многочисленная из карповых рыб, обитающих в Каспийском море. Имеет важное промысловое значение. В Малом Гызылагачском заливе встречается в период нереста, заходя в этот водоем из открытого моря для икрометания. Нами выловлено 451 вобла, возраст которых составил 2-4 года, общая длина тела исследованных рыб 19,1-35,8 ($24,3 \pm 0,76$) см, стандартная длина тела – 16,2-29,8 ($21,9 \pm 0,62$) см, общая масса тела – 68,2-325,7 ($189,3 \pm 19,4$) г, масса тела без внутренностей – 57,4-286,7 ($152,3 \pm 16,3$) г, коэффициент упитанности по Фультону – 1,57-2,05 ($1,86 \pm 0,02$), коэффициент упитанности по Кларк – 1,34-1,95 ($1,69 \pm 0,02$), абсолютная масса половых желез самок 0,75-42,3 ($19,7 \pm 2,53$) г, коэффициент зрелости 0,97-14,60 ($6,68 \pm 2,53$)%, производительность 14,3-67,8 ($31,2 \pm 2,14$) тыс. икринок.

По нашим наблюдениям нерест воблы в Малом Гызылагачском заливе происходит в марте-апреле, когда температура воды бывает 12-17°C.

Кутум – *R. frisii kutum* (Kamensky, 1901) – эндемик каспийского бассейна, ведет исключительно полупроходной образ жизни. Нагуливаясь в открытом море, для икрометания заходит в реки и опресненные участки Каспия. Нами выловлено 189 экз. кутума возраст которых составил 3-5 лет, общая длина тела исследованных рыб была 39,0-52,0 (45,3±0,86) см, стандартная длина тела – 34,0-45,0 (38,2±0,74) см, общая масса тела – 550-1500 (950,0±55,6) г, масса тела без внутренностей – 500-1150 (802,5±44,4) г, коэффициент упитанности по Фультону – 1,36-1,79 (1,56±0,03), коэффициент упитанности по Кларк – 1,15-1,59 (1,31±0,04), абсолютная масса половых желез самок 96,0-300,0 (198,2±16,1) г, коэффициент зрелости 8,3-25,0 (14,8±1,17)%, абсолютная индивидуальная плодовитость 38,1-90,7 (61,2±3,86) тыс. икринок.

По нашим наблюдениям нерестовая миграция кутума в Малый Гызылагачский залив начинается в январе, во второй половине марта интенсивность миграции достигает максимума. Кутум мечет икру в основном в юго-западной части залива на водные растения. В период икрометания соотношение самцов и самок бывает приблизительно 1:1. В конце мая большая часть вышедших из икры мальков сносится течением в открытое море.

Красноперка – *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758) – одна из многочисленных рыб Малого Гызылагачского залива, которая, будучи типичной пресноводной, ведет здесь туводный образ жизни. Нами выловлено и исследовано 428 экз. красноперки, которые имели возраст 2-4 года, общая длина тела исследованных рыб была 16,2-23,6 (20,7±0,43) см, стандартная длина тела – 13,4-19,8 (109,7±1,48) см, общая масса тела – 79,0-198,7 (126,3±1,75) г, масса тела без внутренностей – 64,3-168,4 (109,7±1,48) г, коэффициент упитанности по Фультону – 2,16-3,01 (2,51±0,04), коэффициент упитанности по Кларк – 1,91-2,79 (2,27±0,02), абсолютная масса половых желез самок 7,4-14,1 (14,3±2,41) г, коэффициент зрелости 7,1-10,4 (8,3±1,24)%, производительность 18,4-127,6 (78,6±2,71) тыс. икринок.

Линь – *Tinca tinca* Linnaeus, 1758 сравнительно немногочисленная туводная рыба Малого Гызылагачского залива. Нами выловлено и исследовано 73 экз. линя, которые имели возраст 2-4 года, преобладали трехлетки. Общая длина тела исследованных рыб была 18,2-25,4 (22,7±0,89) см, стандартная длина тела – 16,7-23,2 (21,7±1,23) см, общая масса тела – 121,8-435,7 (281,3±1,37) г, масса тела без внутренностей – 102,3-376,4 (236,7±38,3) г, коэффициент упитанности по Фультону – 2,39-2,78 (2,54±0,05), коэффициент упитанности по Кларк – 2,04-2,59 (2,31±0,03), абсолютная масса половых желез самок 6,8-29,7 (17,4±2,76) г, коэффициент зрелости 4,8-7,3 (6,1±0,94)%, абсолютная индивидуальная плодовитость 17,1-138,4 (86,3±1,92) тыс. икринок.

Ленкоранская шемай – *Chalcalburnus chalcoides longissimus* (Warpachowsky, 1892) большую часть своей жизни проводит в открытой части Южного Каспия, а в Малый Гызылагачский залив заходит только в период нереста. В связи с тем, что эта рыба мечет икру порционно, она остается в этом водоеме достаточно давно, и в это время бывает здесь довольно многочисленной, после окончательного завершения нереста взрослые особи возвращаются в открытое море. Мы выловили и исследовали 557 экз. шемаи, возраст которых составил 2-3 года. Общая длина тела исследованных рыб была 12,2-16,4 (14,8±0,89) см, стандартная длина тела – 10,4-14,0 (12,3±0,84) см, общая масса тела – 10,9-37,0 (21,4±2,31) г, масса тела без внутренностей – 8,8-28,3 (16,3±1,89) г, коэффициент упитанности по Фультону – 0,82-1,42 (1,04±0,02), коэффициент упитанности по Кларк – 0,74-1,27 (0,86±0,01), абсолютная масса половых желез самок 0,9-5,1 (3,4±0,73) г, коэффициент зрелости 8,2-14,3 (12,8±0,47)%, абсолютная индивидуальная плодовитость 5,3-12,5 (9,7±1,43) тыс. икринок.

Лещ – *Abramis brama orientalis* Berg, 1949 полупроходная рыба, которая нагуливаясь в открытом море, в период нереста заходит в Малый Гызылагачский залив для икрометания. Мечет икру порционно и по этой причине пребывает в заливе продолжительное время, после нереста взрослые особи возвращаются в открытое море. Нами выловлено и обследовано 524

экз. леща, возраст которых составил 2-4 года, при этом в улове преобладали (76,8%) двух- и трехлетки. Общая длина тела исследованных рыб была 18,3-35,6 (26,1±0,75) см, стандартная длина тела – 15,8-30,2 (22,3±0,68) см, общая масса тела – 74,0-612,0 (246,8±16,7) г, масса тела без внутренностей – 63,0-546,0 (219,0±8,7) г, коэффициент упитанности по Фультону – 1,61-2,42 (2,03±0,02), коэффициент упитанности по Кларк – 1,42-2,31 (1,96±0,03), абсолютная масса половых желез самок 4,8-29,4 (14,8±1,37) г, коэффициент зрелости 4,6-7,4 (5,9±0,63)%, абсолютная индивидуальная плодовитость 15,4-104,8 (44,9±1,27) тыс. икринок.

Рыбец – *Vimba vimba persa* (Pallas, 1774) ведет в Каспийском море полупроходной образ жизни. Его нерестовая миграция из открытой части моря в Малый Гызылагачский залив начинается в конце марта и продолжается до начала мая. Мы выловили и исследовали 417 экз. рыба, возраст которых составил 2-5 лет, общая длина тела была 15,2-25,4 (20,4±0,94) см, стандартная длина тела – 12,5-21,2 (16,9±0,97) см, общая масса тела – 32,7-163,2 (87,4±1,24) г, масса тела без внутренностей – 28,4-146,3 (87,4±1,24) г, коэффициент упитанности по Фультону – 1,18-2,05 (1,78±0,01), коэффициент упитанности по Кларк – 0,97-1,86 (1,62±0,02), абсолютная масса половых желез самок 2,04-9,1 (5,28±0,63) г, процентная доля массы их половых желез относительно общей массы тела 4,8-6,7 (5,5±0,32)%, абсолютная индивидуальная плодовитость 4,6-15,9 (10,6±0,84) тыс. икринок.

Сазан – *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 – одна из наиболее многочисленных и важных промысловых рыб Малого Гызылагачского залива, которая ведет туводный образ жизни. Нами выловлено и исследовано 565 экз. сазана, возраст которых составил 2-6 лет, общая длина тела была 25,9-66,1 (41,3±0,67) см, стандартная длина тела – 21,6-58,4 (36,2±0,49) см, общая масса тела – 222-4186 (1246±97,2) г, масса тела без внутренностей – 197-3460 (1238±82) г, коэффициент упитанности по Фультону – 1,82-2,23 (2,06±0,12), коэффициент упитанности по Кларк – 1,66-2,11 (1,84±0,10), абсолютная масса половых желез самок 38,1-567,6 (189,2±16,3) г, процентная доля массы их половых желез относительно общей массы тела 12,8-18,2 (13,9±0,93)%, абсолютная индивидуальная плодовитость 28,4-784,5 (467,3±36,1) тыс. икринок.

Серебряный карась – *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) – одна из многочисленных туводных рыб Малого Гызылагачского залива. Мы выловили и исследовали 684 экз. серебряного карася, из которых 635 (80,9%) были самками. Возраст рыб составил 2-6 лет, с преобладанием двух-четырёхлеток, общая длина тела 14,3-38,7 (26,4±0,84) см, стандартная длина тела – 11,5-31,2 (21,7±0,64) см, общая масса тела – 52,8-975,2 (431,4±18,7) г, масса тела без внутренностей – 41,8-798,6 (312,5±14,2) г, коэффициент упитанности по Фультону – 2,28-4,32 (3,32±0,09), коэффициент упитанности по Кларк – 2,14-4,18 (3,07±0,11), абсолютная масса половых желез самок 4,8-113,2 (53,4 ±12,7) г, процентная доля массы их половых желез относительно общей массы тела 8,7-13,4 (11,8±0,76)%, абсолютная индивидуальная плодовитость 26,1-326,4 (237,6±21,9) тыс. икринок.

Золотой карась – *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) – также многочисленная туводная рыба Малого Гызылагачского залива, которая была выловлена и исследована нами в количестве 457 экз. Возрастной состав улова был 2-5 лет, с преобладанием двух- и трехлеток, общая длина тела была 7,8-30,1 (23,2±0,61) см, стандартная длина тела – 6,2-25,5 (19,7±0,72) см, общая масса тела – 6,9-640,1 (314,6±21,6) г, масса тела без внутренностей – 5,9-486,4 (216,3±17,6) г, коэффициент упитанности по Фультону – 2,35-3,94 (3,04±0,08), коэффициент упитанности по Кларк – 2,03-3,72 (2,86±0,09), абсолютная масса половых желез самок 0,6-108,4 (43,7±9,8) г, процентная доля массы их половых желез относительно общей массы тела 8,4-17,2 (12,4±0,91)%, абсолютная индивидуальная плодовитость 21,8-197,3 (86,5±14,8) тыс. икринок.

Семейство СОМОВЫЕ – SILURIDAE

Сом – *Silurus glanis* Linnaeus, 1758 – полупроходная рыба, которая из открытой части Каспия в небольшом количестве заходит в Малый Гызылагачский залив для нереста. В связи с порционным нерестом остается здесь довольно долго. Нами выловлено 19 экз. сома, из которых 12 самцов, а 7 – самок. Возраст рыб 3-7 лет, общая длина тела – 42,3-118,3 (87,9±2,31) см, стандартная длина тела – 38,3-86,4 (52,9±2,86) см, общая масса тела – 486,7-7276 (4196,4±97,9) г, масса тела без внутренностей – 423,6-5724,3 (3032,8±81,7) г, коэффициент упитанности по Фультону – 0,68-1,12 (0,83±0,01), коэффициент упитанности по Кларк – 0,63-1,07 (0,78±0,02), абсолютная масса половых желез самок 8,7-114,9 (32,4±8,57) г, процентная доля массы их половых желез относительно общей массы тела 1,8-5,7 (3,06±0,19)%, абсолютная индивидуальная плодовитость 9,8-100,8 (63,8±8,7) тыс. икринок.

По нашим наблюдениям, сом нерестится в заливе с конца мая до начала августа при температуре воды 23,6-29,7°C.

В желудках сомов нами зарегистрированы в небольшом количестве частично переваренные остатки как морских рыб – сельдей, килек, атерин и бычков, так и пресноводных – молоди воблы.

Семейство ОКУНЕВЫЕ – PERCIDAE

Судак – *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) будучи полупроходной рыбой заходит заходит в Малый Гызылагачский залив только в период нереста. Мы выловили и исследовали 97 экз. судака в возрасте 2-5 лет, с преобладанием двух- и трехлеток, общая длина тела была 27,9-51,2 (34,2±0,28) см, стандартная длина тела – 25,4-46,3 (31,2±0,64) см, общая масса тела – 278-1832 (464,1±51,2) г, масса тела без внутренностей – 246-1583 (382±38,1) г, коэффициент упитанности по Фультону – 1,13-2,68 (1,51±0,04), коэффициент упитанности по Кларк – 0,98-2,43 (1,38±0,05), абсолютная масса половых желез самок 14,3-128,1 (31,6 ±9,2) г, процентная доля массы их половых желез относительно общей массы тела 5,1-8,7 (7,2±0,47)%, абсолютная индивидуальная плодовитость 20,5-196,2 (56,3±11,7) тыс. икринок.

В связи с тем, что судак заходит в Малый Гызылагач лишь на короткое время в период нереста, в желудках рыб этого вида найдены частично переваренные остатки небольшого числа морских рыб – килек и атерин, а также молоди полупроходных рыб – воблы и шемаи.

Окунь – *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758 весьма многочисленная рыба в Малом Гызылагачском заливе, ведет туводный образ жизни. Нами выловлено и исследовано 563 экз. окуня в возрасте 2-5 лет, с преобладанием двух- и трехлеток. Общая длина тела была 16,7-39,7 (25,9±0,69) см, стандартная длина тела – 14,5-34,5 (22,8±0,53) см, общая масса тела – 71,0-945,4 (398,7±23,6) г, масса тела без внутренностей – 58,7-787,6 (316,7±19,3) г, коэффициент упитанности по Фультону – 1,17-2,73 (2,36±0,07), коэффициент упитанности по Кларк – 1,06-2,54 (2,13±0,09), абсолютная масса половых желез самок 8,7-94,6 (53,4±10,3) г, процентная доля массы их половых желез относительно общей массы тела 9,3-14,6 (12,4±0,61)%, абсолютная индивидуальная плодовитость 22,8-218,4 (98,5±12,7) тыс. икринок. В желудках обследованных окуней мы отмечали частично переваренные остатки уклек, быстрянок, колюшек, щиповок и гамбузий.

В результате проведенных нами исследований в Малом Гызылагачском заливе Каспийского моря выявлены 14 видов промысловых рыб, из которых 7 видов (вобла, кутум, шемая, лещ, рыбец, сом и судак), нагуливаясь в открытой части Южного Каспия, заходят в Малый Гызылагач только в период нереста для икрометания, а остальные 7 видов (щука, красноперка, линь, сазан, серебряный карась, золотой карась и окунь) – туводные формы, проводящие всю свою жизнь в заливе.

Исследованные нами рыбы относились к нескольким трофическим группам. Так, щука, сом, судак и окунь – типичные ихтиофаги, питающиеся преимущественно такими мелкими непромысловыми рыбами, как уклейки, быстрянки, горчаки, щиповки, гамбузии и колюшки,

а также в значительно меньшей степени молодью воблы, красноперки и окуня. У проходных ихтиофагов – сома и судака найдены также остатки морских рыб – сельдей, килек, атерин и бычков. По данным литературы [1, 9, 10, 11] вобла, кутум, линь, лещ, рыбец и сазан являются типичными бентофагами, ленкоранская шема, серебряный карась и золотой карась питаются преимущественно зоопланктоном, красноперка – зоопланктоном и водными растениями.

Анализ уловов, проведенных в течение наших исследований показывает, что промысловые рыб Малого Гызылагачского залива очень существенно различаются по численности. Как видно из таблицы, среди отловленных нами рыб наиболее многочисленным был серебряный карась, который по числу особей составил 12,8% всего улова. Далее по численности следует сазан (9,9% улова) и от него ненамного отстают такие рыбы, как окунь, шема, щука и лещ, доля каждой из которых в улове был в пределах 9,2-9,8%. Доля каждой из следующей группы рыб – золотого карася, воблы, красноперки и рыба составил 7,7-8,1%. Остальные рыбы по численности занимали значительно меньшее место в улове: кутум – 3,9%, судак – 1,9%, линь – 1,6%, а сом – 0,3%. При сравнении не числа особей, а общей массы каждого вида рыб в уловах возникает совершенно другая картина. Некоторые виды рыб, хотя и не преобладают по численности, но благодаря крупным размерам, по массе их доля в уловах довольно значительна. Так, например, если щука по числу особей занимает 5-е место в уловах, по массе стоит на первом месте, составляя 32,9% всего улова. За ней как по массе, так и по численности, следует сазан, масса которого занимает 23,3% улова. Третье место в этом списке занимает золотой карась (9,8%), который в списке по численности находится на седьмом месте.

Таблица – Структура уловов контрольных орудий лова по численности и ихтиомассе в Малом Гызылагачском заливе (усредненная за период 2009-2013 гг.)

Названия рыб	Количество рыб		Общая масса тела рыб	
	в экз.	в %	в кг	в %
1. Серебряный карась	684	12,8	994,028	32,9
2. Сазан	565	9,9	703,990	23,3
3. Окунь	563	9,8	294,804	9,8
4. Шема	557	9,8	224,074	7,4
5. Щука	527	9,3	179,550	5,9
6. Лещ	524	9,2	143,498	4,8
7. Золотой карась	457	8,1	129,642	4,3
8. Вобла	451	7,9	85,239	2,8
9. Красноперка	428	7,8	79,724	2,6
10. Рыбец	417	7,7	53,928	1,8
11. Кутум	189	3,9	53,853	1,8
12. Судак	97	1,9	45,008	1,5
13. Линь	73	1,6	20,513	0,7
14. Сом	19	0,3	11,697	0,4
Всего	5763	100,0	3019,548	100,0

Четвертым идет окунь (7,4%), который по численности на третьем месте, пятым – кутум (5,9%), который по численности на одиннадцатом месте, шестым – золотой карась (4,8%), который по численности на седьмом месте, седьмым лещ (4,3%), который по численности на шестом месте, восьмым – вобла (2,8%), которая по численности также на восьмом месте, девятым – сом (2,6%), который по численности на четырнадцатом месте, десятым – красноперка (1,8%), которая по численности на девятом месте, одиннадцатым – рыбец (1,8%) – по численности на десятом месте, двенадцатым – судак (1,5%), который по численности также на двенадцатом месте, тринадцатым – линь (0,7%), который по численности также на

тринадцатом месте, четырнадцатым – шемая (0,4%), которая по численности на четвертом месте. Как видно из этих данных, значимость каждого вида исследованных рыб по численности и по общей массе редко совпадают, что является закономерным следствием того, что эти виды рыб значительно различаются по средней массе.

Обращает на себя внимание то, какое значительное место в уловах занимают хищные рыбы щука, сом, судак и окунь. Так, по численности все они составляют 21,3% улова, а туводные хищные рыбы – щука и окунь – 19,1%. По массе все хищные рыбы составляют 44,4% всего улова, причем, только на щуку и окуня приходится 40,3%. Как известно, многочисленность хищных рыб делает их одним из важнейших факторов, определяющих динамику численности других рыб [12]. Судя по содержимому желудков хищников, в заливе они питаются в основном непромысловыми рыбами. Однако естественно предположить, что в случае увеличения численности их пищевой рацион будет в значительной степени, дополнен за счет молоди промысловых рыб. Поэтому целесообразно здесь вылавливать хищников. С этой целью лучше всего использовать ловлю на блесну. В связи с этим предлагается развить в Малом Гызылагачском заливе любительское рыболовство спиннингом.

Перспективами дальнейших исследований промысловых рыб Малого Гызылагачского залива Каспийского моря являются ежегодный мониторинг уловов, более глубокое изучение питания не только хищных, но и мирных рыб, выявление особенностей структуры популяций каждого вида, разработка основ рациональной организации рыбного промысла.

ВЫВОДЫ

1. В результате исследований, проведенных нами 2009-2013 гг., в Малом Гызылагачском заливе Каспийского моря отмечено 14 видов промысловых рыб, относящихся к 4 семействам и 12 родам. Из них 7 видов рыб обитают в заливе постоянно, а 7 видов, нагуливаясь в открытой части Южного Каспия, заходят в залив только для икрометания.
2. Среди промысловых рыб Малого Гызылагача 4 вида являются ихтиофагами, 6 видов – типичными бентофагами, 3 вида питаются преимущественно зоопланктоном, а 1 вид – зоопланктоном и водными растениями.
3. По числу особей серебряный карась составил 12,8%, сазан – 9,9%, окунь – 9,8%, шемая – 9,8%, щука – 9,3%, лещ – 9,2%, золотой карась – 8,1%, вобла – 7,9%, красноперка – 7,8%, рыбец – 7,7%, кутум – 3,9%, судак – 1,9%, линь – 1,6%, а сом – 0,3% всего улова.
4. По общей массе щука составила 32,9%, сазан – 23,3%, серебряный карась – 9,8%, окунь – 7,4%, кутум – 5,9%, золотой карась – 4,8%, лещ – 4,3%, вобла – 2,8%, сом – 2,6%, красноперка – 1,8%, рыбец – 1,8%, судак – 1,5%, линь – 0,7%, шемая – 0,4% всего улова.
5. Хищные рыбы по численности составляют 21,3% всего улова, туводные хищные рыбы – щука и окунь – 19,1%. По массе эти рыбы составляют 44,4%, причем только на щуку и окуня приходится 40,3%. Многочисленность хищных рыб делает их одним из важнейших факторов, определяющих численность мирных рыб. Для вылавливания хищников предлагается развить в Малом Гызылагачском заливе любительское рыболовство спиннингом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдурахманов Ю.А. Рыбы пресных вод Азербайджана / Ю.А. Абдурахманов. – Баку: Элм, 1962. – 405 с.
2. Агаярова А.Э. Материалы по изучению возраста и роста сазана Кызылагачского залива / А.Э. Агаярова // Известия АН Азерб.ССР, сер. биол. и мед. наук. – 1961. – №7. – С. 51-56.
3. Кулиев З.М. Карповые и окуневые рыбы Южного и Среднего Каспия / З.М. Кулиев. – Баку: Араз, 2002. – 215 с.

4. Ибрагимов Ш.Р. Паразиты и болезни рыб Каспийского моря (эколого-географический анализ, эпизоотологическая и эпидемиологическая оценка) / Ш.Р. Ибрагимов. – Баку: Элм, 2012. – 415 с.
5. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И. Ф. Правдин. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
6. Hubbs C.L. Fishes of the Great Lakes region / C.L. Hubbs, K.F. Lagler. – University of Michigan, 2004. – 13 p.
7. Schreck C.B. Methods for Fish Biology / C.B.Schreck, P.B. Moyle // American Fisheries Society Publication. – 2003. – 704 p.
8. Плохинский Н.А. Биометрия / Н.А. Плохинский. – Новосибирск: Наука, 1961. – 364 с.
9. Сабанеев Л.П. Рыбы России. Жизнь и ловля (ужение) наших пресноводных рыб / Л.П. Сабанеев. – СПб, 1911. – 1962 с.
10. Метод. пособ. по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. – М.: Наука, 1974. – 254 с.
11. Животный мир Азербайджана. – Т. III: Позвоночные. – Баку: Элм, 2000. – 700 с.
12. Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб как биологическая основа рациональной эксплуатации и воспроизводства рыбных ресурсов / Г.В. Никольский. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 448 с.

REFERENCES

1. Abdurakhmanov Y.A. Ryby presnykh vod Azerbaydzhana / Y.A. Abdurakhmanov. – Baku: Elm, 1962. – 405s.
2. Agayarova A.E. Materialy po izucheniyu vozrasta i rosta sazana Kyzylagachskogo zaliva / A.E. Agayarova // Izvestiya AN Azerb.SSR, ser. biol. i med. nauk. – 1961. – № 7. – S. 51-56.
3. Kuliyeu Z.M. Karpoviye i okuneviye ruby Yuzhnogo i Srednego Kaspiya / Z.M. Kuliyeu. – Baku: Araz, 2002. – 215 s.
4. Ibragimov Sh. R. Parazity i bolezni ryb Kaspiyskogo moray (ekologo-geograficheskiy analiz, epizootologicheskaya i epidemiologicheskaya otsenka) / Sh. R. Ibragimov. – Baku: Elm, 2012. – 415 s.
5. Pravdin I.F. Rukovodstvo po izucheniyu ryb (preimuschestvenno presnovodnykh) / I.F. Pravdin. – M.: Pischevaya promyshlennost, 1966. – 376 s.
6. Hubbs C.L. Fishes of the Great Lakes region / C.L. Hubbs, K.F. Lagler. – University of Michigan, 2004. – 13 p.
7. Schreck C.B. Methods for Fish Biology / C.B.Schreck, P.B. Moyle // American Fisheries Society Publication. – 2003. – 704 p.
8. Plokhinskiy N.A. Biometriya / N.A. Plokhinskiy. – Novosibirsk: Nauka. – 1961. – 364 s.
9. Sabaneyev L.P. Ryby Rossii. Zhizn i lovlya (uzheniye) nashikh presnovodnykh ryb / L.P. Sabaneyev. – SPB, 1911. – 1962 s.
10. Metod. posob. po izucheniyu pitaniya i pischevykh otnosheniy ryb v yestestvennykh usloviyakh. – M.: Nauka, 1974. – 254 s.
11. Zhivotnyy mir Azerbaydhana. Tom III. Pozvonochnyye. – Baku: Elm, 2000. – 700 s.
12. Nikolskiy G.V. Teoriya dinamiki stada ryb kak biologicheskaya osnova ekspluatatsii i vosproizvodstva rybnnykh resursov / G.V. Nikolskiy. – M.: Pischevaya promyshlennost, 1974. – 448s.

РОЗДІЛ III. ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ ТА ТВАРИН

УДК [612.66+616-092] : 577.15

СОДЕРЖАНИЕ ПРОДУКТОВ СВОБОДНОРАДИКАЛЬНОГО ОКИСЛЕНИЯ В СУБКЛЕТОЧНЫХ ФРАКЦИЯХ СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЫ КРЫС РАЗНОГО ВОЗРАСТА

Амжад Хамдаллах, *Давыдов В.В.

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

61022, Украина, Харьков, пл. Свободы, 6

**ГУ “Институт охраны здоровья детей и подростков НАМН Украины”*

61153, Украина, Харьков, пр. 50-летия ВЛКСМ, 52 А

vaddavydov@mail.ru

С целью дальнейшего развития представлений о механизмах формирования саркопении при старении было проведено сравнительное исследование содержания продуктов свободнорадикального окисления белков и липидов в митохондриальной и постмитохондриальной фракции бедренной мышцы крыс, находящихся на разных этапах онтогенеза. Установлено, что в 12-месячном возрасте в митохондриальной фракции мышцы существенно возрастает содержание ШО, ТБК-реактивных веществ и карбонилированных белков. К 24-месячному возрасту подобная ситуация сохраняется. Содержание ТБК-реактивных веществ и карбонилированных белков в постмитохондриальной фракции бедренной мышцы у крыс от 1,5- до 24-месячного возраста остается одинаковым.

Ключевые слова: оксидативный стресс, альдегиды, скелетные мышцы, онтогенез, митохондрии, постмитохондриальная фракция

ВМІСТ ПРОДУКТІВ ВІЛЬНОРАДИКАЛЬНОГО ОКИСЛЕННЯ В СУБКЛІТИННИХ ФРАКЦІЯХ СКЕЛЕТНИХ М'ЯЗІВ ЩУРІВ РІЗНОГО ВІКУ

Амжад Хамдаллах, *Давидов В.В.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

61022, Україна, Харків, майдан Незалежності, 6

**Державна установа “Інститут охорони здоров'я дітей та підлітків НАМН України”*

61153, Україна, Харків, пр. 50-річчя ВЛКСМ, 52 А

vaddavydov@mail.ru

З метою подальшого розвитку уявлень про механізми формування саркопенії при старінні було проведено порівняльне дослідження вмісту продуктів вільнорадикального окислення білків і ліпідів у митохондріальній і постмитохондріальній фракції стегнового м'яза щурів, що знаходяться на різних етапах онтогенезу. Встановлено, що у 12-місячному віці в митохондріальній фракції м'яза істотно зростає вміст ШО, ТБК-реактивних речовин і карбонільованих білків. До 24-місячного віку подібна ситуація зберігається. Вміст ТБК-реактивних речовин і карбонільованих білків в постмитохондріальній фракції стегнового м'яза у щурів від 1,5- до 24-місячного віку залишається однаковим.

Ключові слова: оксидативний стрес, альдегіди, скелетні м'язи, онтогенез, митохондрії, постмитохондріальна фракція

FREE RADICAL OXIDATION PRODUCTS CONTENT IN SUBCELLULAR FRACTIONS OF SKELETAL MUSCLE OF RATS DIFFERENT AGES

Amjad Hamdallah, *Davydov V.V.

Kharkov V.N. Karazin National University

610226, Ukraine, Kharkov, sq. Svobody, 6

*SU “Institute of children and adolescent health care National medical academy of science of Ukraine”.

61153, Ukraine, Kharkov, av. 50-letia VLCSM, 52A

vaddavydov@mail.ru

Where is takes place change of composition and function of muscle tissue during ontogenesis. The mass of skeletal muscle and its strength gradually decreases to senescence. This is typical manifestation of special condition called sarcopenia. Arising of sarcopenia at senescence is global problem for aging individuals, as sarcopenia restricts mobility of aging human and provokes appearance various concomitant diseases and as result brings to decrease of life quality and death. According to many epidemiological investigations, the manifestation of sarcopenia arises after 50 years old. About half of 80 years old individuals have severe manifested sarcopenia. In spite of wide spread this condition at aged population till up to date we don't clearly know about its pathogenesis. It retards creation of new effective approaches to treatment and prophylaxis sarcopenia.

At present time we know about various reasons bring to development of sarcopenia at senescence. The pivotal role among them have disorder of hormonal regulation of metabolic processes in muscle tissue, inhibition of muscle cells responses to action anabolic steroids, arising of mitochondrial dysfunction in myocytes, increase of apoptosis of muscle cells etc. Oxidative stress has important role in the pathogenesis of sarcopenia too. However there are many contrary data concern manifestation of oxidative stress in skeletal muscle at aging in modern literature.

For this reason the purpose of this work is comparatively investigation level products of lipids and proteins free radical oxidation in mitochondrial and postmitochondrial fraction of femoral muscle homogenate of rats with different ages.

Thirty male Wistar rats were used. All animals were divided into 3 groups: 1 – 1,5-months-old (pubertal rats); 2 – 12-months-old (matured adult rats); and 3 – 24-months-old ones (aged rats).

Rats undergo decapitation. Then has been extirpated femoral muscle. Later this muscle was undergoing homogenization. Mitochondrial and postmitochondrial fractions of homogenate were obtained by method of differential centrifugation. In both mitochondrial and postmitochondrial fractions was determined concentration of TBA-positive substances (substances which react with 2-thiobarbituric acid), protein carbonyls and Schiff bases. Determination of fluorescence performed at excitation wavelength equal 360 nm and emission wavelength equal 430 nm.

Obtained results undergone statistic analysis by method Wilcoxon-Mann-Whitney.

It has been shown that concentration products of lipids and proteins free radical oxidation increases in femoral muscle during ontogenesis. This change takes place only in mitochondrial fraction of muscle. There aren't the same changes in concentration products of free radical oxidation in postmitochondrial fraction of skeletal muscle homogenate. The same changes may be resulted from age-dependent modulation of the processes of free radical oxidation in mitochondria, or disorder structure of inner mitochondrial membrane, or changes function of mitochondrial enzyme antioxidant systems.

The results obtained indicate that concentration of protein carbonyls, TBA-positive substances, and Schiff bases in mitochondrial fraction of femoral muscle of adult rats sharply increase compared the same parameters at pubertal rats. The resembling situation takes place in muscle mitochondria from aged rats. It should note that concentration of Schiff bases and value of index Schiff bases / TBA-positive substances in mitochondria of femoral muscle from aged rats is less compared adult ones.

The evaluation of obtained data brings to conclusion that maximal rate processes of free radical oxidation in mitochondria of skeletal muscle typical for adult matured rats. That leads to increasing concentration end products of lipids and proteins free radical oxidation (protein carbonyls and Schiff bases) in muscle mitochondria on this stage of ontogenesis.

The increasing concentration end products of lipids and proteins free radical oxidation point out formation of age peculiarities in the condition of process utilization of endogenous aldehydes. So these cytotoxic products of metabolism don't involve in enzyme catalyzed reactions of their catabolism at aged rats. They use predominately in non catalytic reactions coupled formation adducts with proteins, nucleic acids and other nucleophils. As result formation of these adducts develops dysfunction of muscle cells, which predetermines appearance of sarcopenia.

Unlike old rats, carbonyl products of lipids and proteins free radical oxidation in mitochondria involve in enzyme catalyzed reaction of their catabolism at adult ones. That has pivotal role in the defense of muscle cells against injury by oxidative stress.

There is unchanged concentration of free radical products of lipid and protein (protein carbonyls and Schiff bases) in postmitochondrial fraction of femoral muscle throughout explored period of ontogenesis. Moreover value of the index Schiff bases / TBA-positive substances decreases in postmitochondrial fraction of adult and old rats muscle. This change may point out for increasing of efficiency endogenous aldehydes utilization in enzyme catalyzed reactions at these ages' groups of rats. The basis for formation this changes may be high efficiency functioning of enzyme system which takes part in defense myocytes from cytotoxic carbonyl products of free radical oxidation, antioxidant enzymes and enzyme systems of cell reparation in cytosol of muscle cell. However these assumption needs in special experimental testing. Perspectives proceeding of this investigation are coupled with this way explorations.

Key words: oxidative stress, aldehydes, skeletal muscle, ontogenesis, mitochondria, postmitochondrial fraction

ВВЕДЕНИЕ

В процессе индивидуального развития происходит изменение состава мышечной ткани и ее функциональной активности. Так, в позднем онтогенезе в организме постепенно уменьшается общая масса скелетных мышц и понижается сила мышечного сокращения. Подобного рода сдвиги являются характерным проявлением саркопении [1]. Возникновение этого состояния при старении – одна из глобальных проблем пожилого населения, т.к. ее появление ограничивает мобильность человека и предопределяет возникновение целого ряда сопутствующих заболеваний, а значит, способствует понижению качества его жизни и ускоряет наступление смерти [2, 3].

Согласно данным эпидемиологических исследований, проявления саркопении у человека возникают уже после 50 лет, а к 80 годам она в значительной мере выражена более чем у половины пожилых людей [4]. Несмотря на столь широкое распространение этого состояния, механизмы его развития все еще далеки от понимания, что затрудняет разработку эффективных подходов к профилактике саркопении и ее лечению. Существует достаточно много причин, приводящих к развитию саркопении при старении. Ее этиология многофакторна и до конца не изучена [5, 6]. Особого упоминания среди причин саркопении заслуживают: нарушение гормональной регуляции метаболизма мышечной ткани, изменение ответа мышечных волокон на действие анаболиков, митохондриальная дисфункция в миоцитах, усиление апоптоза и многие другие [7, 8]. Предполагается также важная роль оксидативного стресса в возникновении саркопении [4, 9]. Однако сведения о проявлении оксидативного стресса в скелетных мышцах при старении достаточно противоречивы [10, 11]. Учитывая это, целью настоящего исследования явилось сравнительное изучение уровня продуктов свободнорадикального окисления белков и липидов в митохондриальной и постмитохондриальной фракции бедренной мышцы крыс, находящихся на разных этапах индивидуального развития.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В работе использовали 30 крыс самцов линии Вистар. Животных делили на 3 возрастные группы: 1–1,5-месячные (крысы в возрасте полового созревания); 2–12-месячные (взрослые половозрелые); 3–24-месячные (старые).

Крыс декапитировали, извлекали бедренную мышцу и немедленно помещали ее в охлажденный 0,9% раствор хлористого натрия. Из образца ткани при помощи метода дифференциального центрифугирования выделяли митохондрии и постмитохондриальную фракции. В основу фракционирования был положен метод [12] с описанными ниже модификациями. Кусочки мышечной ткани тщательно измельчали ножницам. Навеску мышечной кашицы смешивали из расчета 1 : 3 (масса:объем) с солевой средой, содержащей 0,05 М Трис, 0,005 М сульфата магния и 0,001 М ЭДТА (рН 7,4) и гомогенизировали в течение 3 минут в стеклянном гомогенизаторе Поттера–Эльвегейма с тефлоновым пестиком. Гомогенат фильтровали через 4 слоя марли и центрифугировали при 1000 g в течение 10 минут. В работе использовали центрифугу РС-6 (СССР). Супернатант переносили в чистые центрифужные пробирки и центрифугировали при 10000 g в течение 20 минут. Надосадочную жидкость использовали в качестве постмитохондриальной фракции. Осадок дважды промывали в среде гомогенизации при 10000 g в течение 20 минут и использовали в качестве митохондриальной фракции. Все процедуры по фракционированию гомогената мышцы проводили при 4 - 5°C. Присутствие митохондрий в митохондриальной фракции подтверждалось результатами исследования активности их индикаторных ферментов (цитохромоксидаза и сукцинатдегидрогеназа).

В митохондриальной и постмитохондриальной фракции бедренной мышцы определяли содержание веществ, дающих положительную реакцию с 2-тиобарбитуровой кислотой (ТБК-реактивных веществ) [13], карбонилированных белков [14], а также флюоресцирующих продуктов метаболизма типа шиффовых оснований. Измерение флюоресценции выполняли

при длине волны возбуждения, соответствующей 360 нм и длине волны эмиссии, соответствующей 430 нм [15]. Содержание белка в пробах определяли по методу O. Lowry et al. [16]. Спектрофотометрические исследования выполняли на спектрофотометре СФ-46 (ЛОМО, СССР), а флюориметрические на флюориметре ФЛЮОРАТ 02 АБЛФ (Люмэкс, Россия).

Полученные результаты подвергали статистической обработке с использованием пакетов прикладных программ Excel и «SPSS Statistics 17,0», с помощью непараметрического метода Wilcoxon-Mann-Whitney. Различия между данными считали достоверными при $P < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как видно из табл. 1, в 12-месячном возрасте в митохондриальной фракции бедренной мышцы крыс повышается содержание карбонилированных белков, ТБК-реактивных веществ и шиффовых оснований, по сравнению с аналогичной величиной у 1,5-месячных животных. У 24-месячных крыс концентрация шиффовых оснований оказывается в 8,5 раз ниже, а карбонилированных белков - соответствует таковой в митохондриях мышцы у взрослых животных. В тоже время содержание ТБК-реактивных веществ – понижается до его уровня у крыс 1,5-месячного возраста.

Таблица 1 – Содержание карбонилированных белков (КБ), ТБК-реактивных веществ (ТБК+) и шиффовых оснований (ШО) в митохондриальной фракции бедренной мышцы крыс разного возраста ($M \pm m$; $n = 5 - 6$)

Возраст	КБ (мкмоль / мг белка)	ТБК- реактивные вещества (мкмоль / мг белка)	ШО (нмоль / мг белка)	ШО /ТБК+
1,5 мес	$0,77 \pm 0,12$	$0,16 \pm 0,03$	$0,49 \pm 0,06$	$3,8 \pm 0,3$
12 мес	$1,90 \pm 0,27^*$	$0,23 \pm 0,02^*$	$0,94 \pm 0,03^*$	$4,2 \pm 0,3$
24 мес	$1,20 \pm 0,39$	$0,09 \pm 0,01$	$1,08 \pm 0,05^*$	$12,4 \pm 2,2^*$

Примечание: *- $P < 0,05$ к 1,5 месячным

Обнаруженные возрастные сдвиги в содержании продуктов свободнорадикального окисления липидов и белков в митохондриальной фракции сердечной мышцы у старых крыс сопровождаются повышением величины индекса соотношения шиффовых оснований и ТБК-реактивных веществ (ШО/ТБК+) в 3,3 раза, по сравнению с таковым у животных 1,5-месячного возраста. При этом величина данного показателя у 24 месячных животных становится в 3 раза выше, чем у 12-месячных крыс.

В постмитохондриальной фракции бедренной мышцы всех исследованных возрастных групп крыс содержание карбонилированных белков и ТБК-реактивных веществ поддерживается на одинаковом уровне (рис. 1).

В то же время у 24-месячных животных содержание шиффовых оснований в данной субклеточной фракции оказывается на 52% ниже, чем у 1,5-месячных крыс. При этом величина индекса ШО/ТБК+ у взрослых животных становится существенно ниже, чем у 1,5- и 24-месячных крыс (рис. 2).

Анализ полученных результатов указывает на то, что в процессе онтогенеза в скелетной мышце повышается содержание продуктов свободнорадикального окисления белков и липидов. Формирование подобного сдвига характерно для митохондрий мышечных клеток и не характерно для компонентов их постмитохондриальной фракции (цитозоля и микросом).

По всей вероятности это связано с возрастной модуляцией процессов радикалообразования в митохондриях, изменением структуры внутренней митохондриальной мембраны и состояния систем их антиоксидантной защиты [17 – 19].

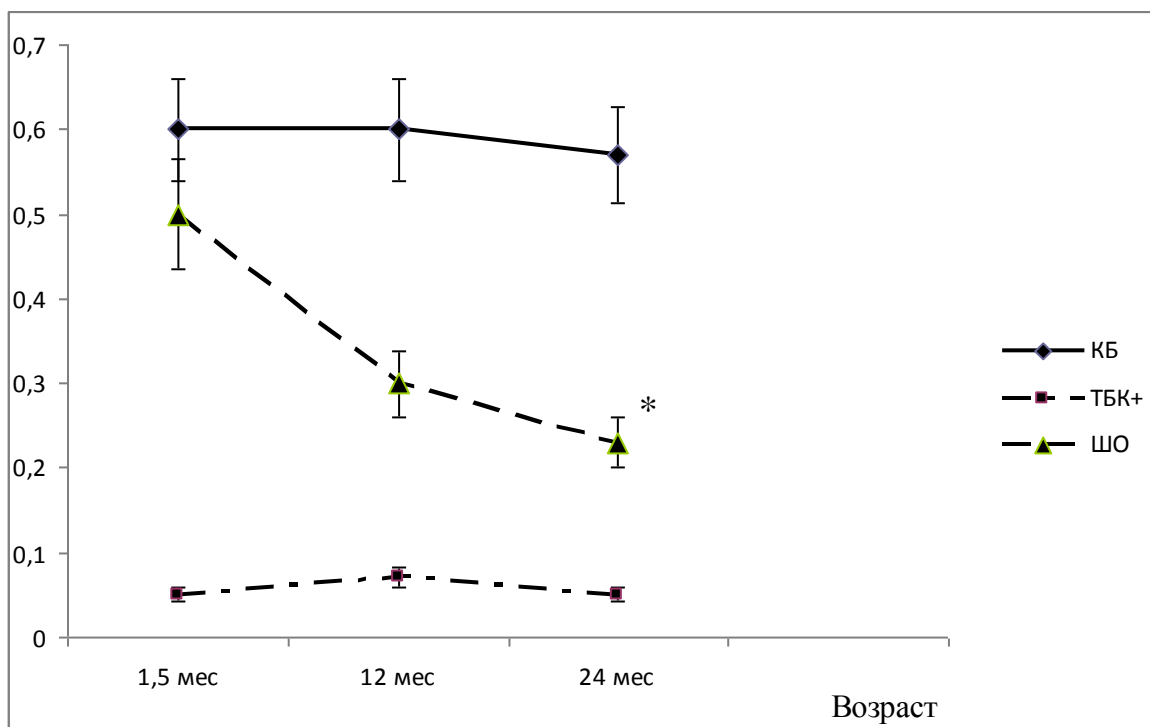


Рис. 1. Содержание карбонилированных белков (КБ), ТБК-реактивных веществ (ТБК+) и шиффовых оснований (ШО) в постмитохондриальной фракции бедренной мышцы крыс разного возраста ($M \pm m$; $n = 5 - 6$). Содержание КБ и ТБК+ – в мкмоль /мг белка; ШО – в нмоль /мг белка.

*- $P < 0,05$ к 1,5 месячным

Исследования показали, что в митохондриальной фракции бедренной мышцы у взрослых половозрелых крыс значительно возрастает содержание карбонилированных белков, ТБК-реактивных веществ и шиффовых оснований, по сравнению с таковыми у животных пубертатного возраста. Аналогичная, но в меньшей мере выраженная ситуация возникает и у старых крыс. При этом в митохондриях бедренной мышцы старых животных оказывается существенно ниже содержание шиффовых оснований, а также величина индекса ШО/ТБК+, чем у взрослых крыс.

Всесторонний анализ обнаруженных сдвигов позволяет думать о том, что во взрослом половозрелом возрасте в митохондриях скелетных мышц имеет место максимальная скорость процессов радикалообразования, что отражает возрастание уровня конечных продуктов свободнорадикального окисления (карбонилированных белков и флуоресцирующих продуктов типа шиффовых оснований).

Последнее отражает появление возрастных особенностей в утилизации карбонильных продуктов свободнорадикального окисления. Они обусловлены тем, что у старых крыс эти цитотоксические продукты метаболизма не вовлекаются в ферментативные пути их утилизации, а используются преимущественно в некаталитических реакциях для образования аддуктов с белками, нуклеиновыми кислотами и другими нуклеофильными молекулами [20, 21]. Следствием образования подобных аддуктов становится формирование дисфункции мышечных волокон, что в свою очередь, может предопределять возникновение саркопении. В отличие от старых крыс, у взрослых половозрелых животных карбонильные продукты свободнорадикального окисления липидов и белков в митохондриях вовлекаются в

ферментативные пути катаболизма [22], что играет важную роль в защите мышечных клеток от повреждения при оксидативном стрессе.

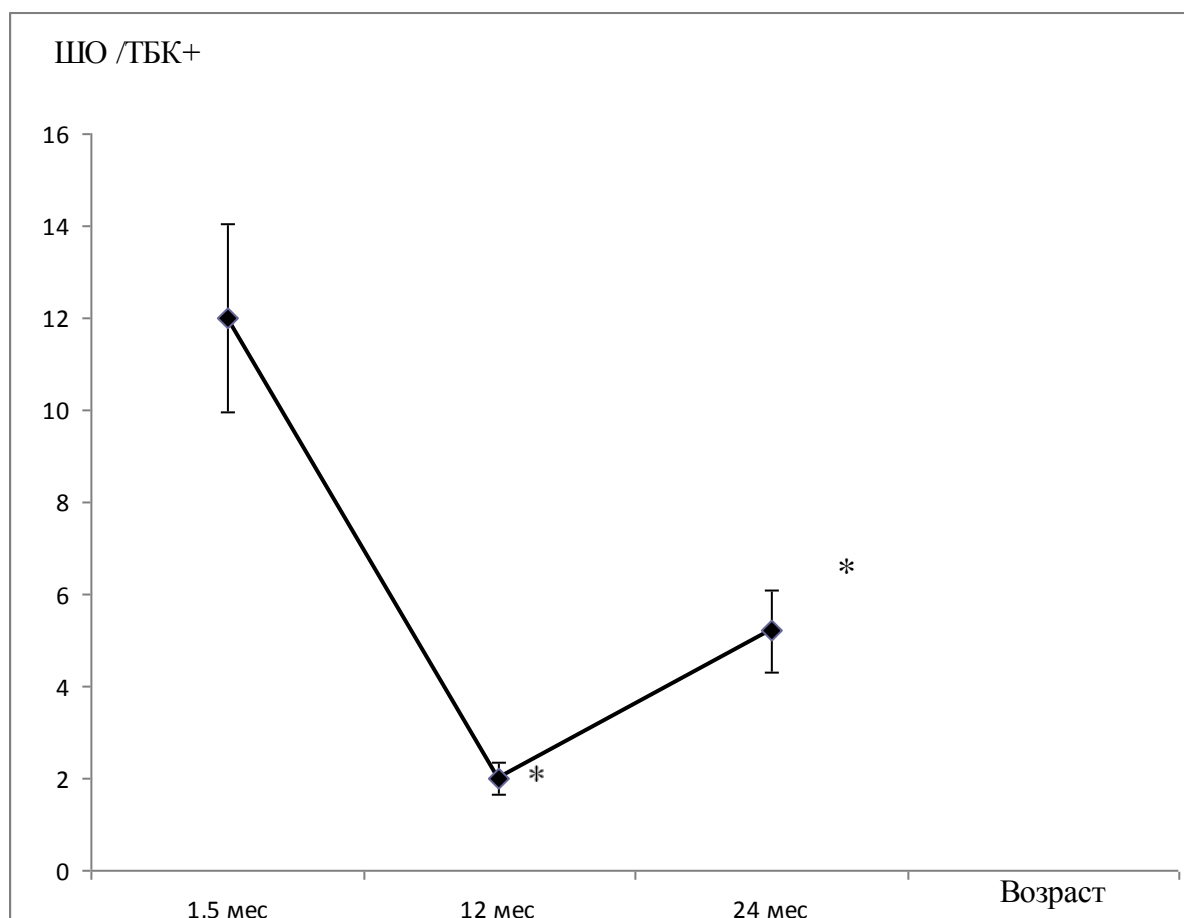


Рис. 2. Величина индекса ШО/ТБК+ в постмитохондриальной фракции бедренной мышцы крыс разного возраста ($M \pm m$; $n = 5 - 6$). *- $P < 0,05$ к 1,5 месячным

В постмитохондриальной фракции мышечной ткани на протяжении исследованного периода онтогенеза поддерживается стабильная концентрация продуктов свободнорадикального окисления липидов и белков. Более того, у взрослых и старых крыс существенно понижается значение индекса ШО/ТБК+, что может отражать повышение у них эффективности утилизации карбонильных продуктов свободнорадикального окисления в соответствующих ферментативных реакциях. В основе формирования подобного сдвига может лежать высокая эффективность функционирования у них в цитозоле мышечных клеток ферментативных систем защиты от карбонильных продуктов свободнорадикального окисления, ферментов антиоксидантной защиты, а также процессов, связанных с катаболизмом белков, подвергнутых ковалентной модификации [22]. Вместе с тем, высказанные предположения требуют специальной экспериментальной проверки. С этим связаны перспективы продолжения исследований данного исследования.

ВЫВОДЫ

1. В митохондриальной фракции бедренной мышцы взрослых и старых крыс увеличивается содержание ШО, ТБК-реактивных веществ, карбонилированных белков и величины индекса ШО/ТБК+, по сравнению с таковыми у животных пубертатного возраста. У старых животных накопление продуктов свободнорадикального окисления выражено в меньшей мере, чем у взрослых.

2. Содержание ТБК-реактивных веществ и карбонилированных белков в постмитохондриальной фракции бедренной мышцы крыс от 1,5- до 24-месячного возраста не изменяется.
3. В процессе онтогенеза митохондрии скелетной мышцы проявляют большую лабильность к формированию оксидативного стресса, чем компоненты постмитохондриальной фракции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Janssen I. Linking age-related changes in skeletal muscle mass and composition with metabolism and disease / I. Janssen, R. Ross // *J. Nutr. Health Aging.* – 2005. – Vol. 9, № 6. – P. 408 – 419.
2. Thompson L.V. Age-related muscle dysfunction / L.V. Thompson // *Exp. Gerontol.* – 2009. – Vol. 44, № 1 – 2. – P. 106 – 111.
3. Czarkowska-Paczek B. Age-related muscle mass loss / B. Czarkowska-Paczek, S. Milczarczyk // *Przegl. Lek.* – 2006. – Vol. 63, № 8. – P. 658 – 661.
4. Human skeletal muscle aging and the oxidative system: cellular events / P. Rossi, B. Marzani, S. Giardina et al. // *Curr. Aging Sci.* – 2008. – Vol. 1, № 3. – P. 182 – 191.
5. Boirie Y. Physiopathological mechanism of sarcopenia / Y. Boirie // *J. Nutr. Health Aging.* – 2009. – Vol. 13, № 8. – P. 717 – 723.
6. Frontera W. R. Aging of human muscle: understanding sarcopenia at the single muscle cell level / W. R. Frontera, A. R. Zayas, N. Rodriguez // *Phys. Med. Rehabil. Clin. N. Am.* – 2012. – Vol. 23, № 1. – P. 201 – 207.
7. Ryall J.G. Cellular and molecular mechanisms underlying age-related skeletal muscle wasting and weakness / J.G. Ryall, J.D. Schertzer, G.S. Lynch // *Biogerontology.* – 2008. – Vol. 9, № 4. – P. 213 – 228.
8. Sakuma K. Molecular mechanisms in aging and current strategies to counteract sarcopenia / K. Sakuma, A. Yamaguchi // *Curr. Aging Sci.* – 2010. – Vol. 3, № 2. – P. 90 – 101.
9. Mitochondrial pathways in sarcopenia of aging and disuse muscle atrophy / R. Calvani, A.M. Joseph, P.J. Adhihetty et al. // *Biol. Chem.* – 2013. – Vol. 394, № 3. – P. 393 – 414.
10. Chen C.N. Muscle disuse: adaptation of antioxidant systems is age dependent / C. N. Chen, L. V. Thompson // *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.* – 2008. – Vol. 63, № 5. – P. 461 – 466.
11. Muscle aging and oxidative stress in wild-caught shrews / A. G. Hindle, J.M. Lawler, K.L. Campbell et al. // *Comp. Biochem. Physiol. B. Biochem. Mol. Biol.* – 2010. – Vol. 155, № 4. – P. 427 – 234.
12. Calcium content and respiratory control index of skeletal muscle mitochondria during exercise and recovery / K.I. Madsen, P. Erthjerg, M.S. Djurhuus, P.K. Pedersen // *Am. J. Physiol.* – 1996. – Vol. 271, № 6 (Pt 1). – P. E1044 – E1050.
13. Esterbauer H. Methods for determination of aldehydic lipid peroxidation products / H. Esterbauer, H. Zolner // *Free Radic. Biol. Med.* – 1989. – Vol. 7, № 2. – P. 197 – 203.
14. Quantification of oxidative damage to tissue proteins / J.M. Fagan, B.G. Slecicka, I. Sohar // *Int. J. Biochem. Cell Biol.* – 1999. – Vol. 31, № 7. – P. 751 – 757.
15. Davydov V.V. Age-dependent differences in the stimulation of lipid peroxidation in the heart of rats during immobilization stress / V.V. Davydov, V.N. Shvets // *Exp. Gerontol.* – 2003. – Vol. 38, № 6. – P. 693 – 698.

16. Protein measurement with the Pholin phenol reagent / O.H. Lowry, K.I. Rosenbrough, A.L.Farr et al. // J. Biol. Chem. – 1955. – Vol. 193, № 1. – P. 265 – 267.
17. Mitochondrial dysfunction and sarcopenia of aging: from signaling pathways to clinical trials / E. Marzetti, R. Calvani, M. Cesari et al. // Int. J. Biochem. Cell Biol. – 2013. – Vol. 45, № 10. – P. 2288– 22301.
18. Doria G. Updating the mitochondrial free radical theory of aging: an integrated view, key aspects, and confounding concepts / G. Doria //Antioxidants and Redox signaling. – 2013. – Vol. 19, № 12. – P. 1420 – 1445.
19. Zimniak P. Relationship of electrophilic stress to aging / P. Zimniak // Free Radic. Biol. Med. – 2011. – Vol. 51, № 6. – P. 1087 – 1105.
20. Fritz S.F. An overview of chemistry and biology of reactive aldehydes / S.F. Fritz, D.R. Petersen // Free Radic. Biol. Med. – 2013. – Vol. 59, № 2. – P. 85 – 91.
21. Pathological aspects of lipid peroxidation / A. Negre-Salvayre, N. Auge, V. Ayala et al. // Free Radical. Res. – 2010. – Vol. 44, № 10. – P. 1125 – 1171.
22. Davydov V.V. Possible role of aldehyde,s scavenger enzymes during aging / V.V. Davydov, N.M. Dobaeva, A.I. Bozhkov // Exp. Gerontol. – 2004. – Vol. 39. – P. 11 – 16.

УДК [576.3:546.47]:502.55(203)(477.64-2)+612:014.1:576.32:159.944.4

НАДНИРНИКИ ЯК ЕФЕКТОР СТРЕСУ ТА ЇХ ВПЛИВ НА МЕТАЛОЛІГАНДНИЙ ГОМЕОСТАЗ

Єщенко Ю.В., Кучковський О.М., Бовт В.Д., Бондарюк О.А., Омелянчик В.М.

Запорізький національний університет

69600, Україна, Запоріжжя, вул. Жуковського, 66

olegk181@gmail.com

Відомо, що гіпоталамо-гіпофізарно-наднирникова система впливає на більшість гомеостатичних процесів, при цьому питання про вплив окремих органів цієї системи на металолігандний гомеостаз мало вивчене. Надниркові залози як ефектор стресу впливають на металолігандний гомеостаз безпосередньо, оскільки адrenaлектomia викликає в клітинах, що містять хелатоутворюючі метали, зниження змісту Zn і Mg та підвищення змісту Cu. Спроба скорегувати ці зміни введенням адrenaлектомованим тваринам синтетичних аналогів стресових гормонів не дозволяє це зробити. Спроби впливати на показники металолігандного гомеостазу гострим стресом також не призводили до нормалізації цих показників. Усе це свідчить про те, що функціональну недостатність одного з ефекторів стресу можуть частково скорегувати своєю роботою інші, але при цьому гомеостатичні процеси, у тому числі металолігандний гомеостаз порушується безповоротно.

Ключові слова: Zn, Mg, Cu, клітини, що містять хелатоутворюючі метали, ефектори стресу, наднирники

НАДПОЧЕЧНИКИ КАК ЭФФЕКТОР СТРЕССА И ИХ РОЛЬ В МЕТАЛЛОЛИГАНДНОМ ГОМЕОСТАЗЕ

Ещенко Ю.В., Кучковский О.Н., Бовт В.Д., Бондарюк О.А., Омелянчик В.Н.

Запорожский национальный университет,

69600, Украина, Запорожье, ул. Жуковского, 66

olegk181@gmail.com

Известно, что гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая система влияет на большинство гомеостатических процессов, при этом вопрос о влиянии отдельных органов этой системы на металлолигандный гомеостаз мало изучен. Надпочечники как эффектор стресса влияют на металлолигандный гомеостаз непосредственно, т.к. адrenaлектomia вызывает в клетках, содержащих

хелатообразующие металлы, снижение содержания Zn и Mg и повышение содержания Cu. Попытка скорректировать эти изменения введением адреналэктомизированным животным синтетических аналогов стрессовых гормонов не позволяет это сделать. Попытки влиять на показатели металлोलигандного гомеостаза острым стрессом также не приводили к нормализации этих показателей. Все это свидетельствует о том, что функциональную недостаточность одного из эффекторов стресса могут частично скорректировать своей работой другие, но при этом гомеостатические процессы, в том числе металлोलигандный гомеостаз нарушается необратимо.

Ключевые слова: цинк, магний, медь, клетки, содержащие хелатообразующие металлы, эффекторы стресса, надпочечники.

SUPRARENAL GLANDS AS THE EFECTOR OF STRESS-REACTION AND THEIR INFLUENCE ON METALLOLIGAND HOMOEOSTASIS

Eshchenko Yu.V., Kuchkovsky O.M., Bovt V.D., Bondaruyk O.A., Omeljanchik V.M.

Zaporizhzhya national university

69600, Ukraine, Zaporozhye, st. Zhukovsky, 66

olegk181@gmail.com

Peripheral glands are closely connected as with each other as with central endocrine glands and neuronal. Besides, the connection of endocrine system with immune system has been proved, that is why it is necessary to speak about neuro-immuno-endocrine regulation of the human organism homeostasis (immune, endocrine, metalloligande).

It is known that when one endocrine gland is damaged by any disease, disfunction is observed in others. If several glands are damaged, the state is called polyglandular endocrinopathy.

The hypothalamic-pituitary-adrenal axis (HPA-axis) and the systemic sympathetic and adrenomedullary system are the peripheral limbs of the stress system, their main function is to maintain basal and stress-related homeostasis. The stress system is active when the body is at rest responding to many circadian, neurosensory, blood-born and limbic signals. Activity of the stress system increases arousal acceleration motor reflexes, improves attention and cognitive function, decreases appetite and sexual arousal. The activated system also changes cardiovascular function and intermediary metabolism.

Zn, Mg, Cu are essential for activity of a number of enzymes and also support the integral structure and functioning of biomembranes. There is a possibility that toxic agents can alter enzyme activity and membrane permeability of cells through alteration of zinc status. Hydrogen sulfide and toxic metals can be assigned to this group of agents. They are capable to remove zinc ion from biological cell and alter cells. It is known that several diseases are connected with Zn, Mg deficiency e.g. skin lesions, diabetes, retardation of growth and development and condition of depression. Zinc deficit in blood granulocytes may be one of the sign of immunodeficiency which promotes the developments of colds, tumors and other pathological states.

The issue of functional connection between stress-factors and cells containing of chelatable metals has been described on the basis of some facts. So the quantity of Zn, Mg, Cu in the cells may serve as the indicator of their functional state. We used highly sensitive selective cytochemical reaction for determination. The comparative investigation of these metals Zn, Mg, Cu containing in cells chelatable metals was carried out on the basis of various functional states of these formation. Depression adrenal glands function was influenced by adrenalectomy.

Adrenalectomy causes the decline of zinc maintenance in the cells which contained chelatable metals and this fact has been observed in the experiments on rats. The loss of zinc of these cells has been partly compensated by the injection of adrenalin and dexametason to the adrenalectomized animals. The increase of zinc maintenance in these cells has been caused by the sharp-stress process due to the simultaneous hypoxia. The given data prove the participation of adrenal glands in the mechanism of zinc exchanges regulation in central (HHAS) and peripheral helatable metals-containing organs of animals.

Zinc-contained tissues of brain have been investigated on the frozen section of the brain and deparaffinized section of other tissue were fluorochromized by the liquid with 0,01% acetone solution of 8-TSQ and then were washed in distilled waster, concluded in glycerin and were examined in luminescent microscope (light filters V-1, Y-18). All these tissues gave yellow-green luminescence on sections.

Before cytochemical reactions blood smears were being fixed during 5 minutes in ascending formalin vapour and were stained with 0,2% water-ammoniac solution of dithizone. The time of fixation was 3 hours. Red granules were revealed in cytoplasm of blood granulocytes. Their amount is the indicator of content of zinc in the cells.

For the cytochemical investigation of secretory material in granular leukocytes blood smears were being stained by 1% water solutions of methyl green and eosine during 30 minutes sequentially. The slides of violet granules were revealed in neutrophils, red ones in eosinophils and blue ones in basophiles.

Pieces of pancreas were being fixed in cold acetone during 12 hours (for cytochemical determination of zinc in pancreatic islets) and in Bowin's fluid during 24 hours under the room temperature (for cytochemical

determination of insulin). Pieces fixed in acetone were run through xylols, mix of xylols and paraffin, liquid paraffins and were embedded in paraffin. Pieces fixed in Bowin's fluid were embedded in paraffin.

Paraffin sections were prepared 5-10 μm thick. Sections prepared from the acetone fixed pieces were deparaffinized by carrying out through xylols, acetones, distilled water. Then they were treated with 0,01% acetone solution of 8-(p-toluensulfonylamino)-quinoline (8-TSQ) and examined with luminescent microscope. Yellow-green luminescent granules were revealed in cytoplasm of pancreatic beta cells on the slides. Intensity of luminescent reaction served as the indicator of zinc content in these cells.

Deparaffinized sections of pancreas fixed in Bowin's fluid sequentially were carried out through oxidizer, reducer and stain with aldehyde fuchsin. The slides of blue-violet granules were revealed in pancreatic B cells. The amount of granulation is the indicator of insulin content in the cells.

The intensity of cytochemical reactions was evaluated with semiquantitative method. One point was given for a slight positive reaction, two points for a moderate one, and three points for a high intensive reaction. According to the calculation on 100 cells we estimated arithmetic average value (\bar{X}), error ($m_{\bar{x}}$), probability (p).

Zinc, magnesium and copper content changes were investigated in blood granulocytes under immobilization. The decrease of Zn and Mg and the increase of copper concentration were revealed after adrenalectomy. This fact proves that Zn and Mg are synergists but Cu is their antagonist. These changes correction was noted after adrenaline and dexametazone injection.

It has been proved that stress-affecters regulate metaloligand homeostasis. Such factors prove: 1) functional state change of stress-affecters always reflects changes of metaloligand homeostasis indexes; 2) artificial stress brings to changes of metal content in blood and plasma cells, so these changes intensification depends on working out and entering some substance taking part in stress-reaction creation in blood; 3) the central regulator of metaloligand homeostasis is a central stress-affecters – hippocampus and HNAS, so they are linked in reciprocal interrelationships.

Key words: Zn, Mg, Cu, chelatable metals, chelators, stress, adrenalectomy, affectors of stress.

ВСТУП

Надирники – джерело майже 60 стероїдних, катехоламінових і пептидних гормонів. Це єдині виробники глюко- і мінералокортикоїдів, головні продуценти андрогенів у жіночому організмі, найважливіші ефектори стресу – типової неспецифічної нейроендокринної відповіді організму на пошкодження і загрозу гомеостазу.

Надирники – органи, коркова речовина яких у дорослих складається з клубочкової (мінералокортикоїдної), пучкової (глюкокортикоїдної) і сітчастої (андрогенопродукуючої) зон. Мозкова речовина – параганглій, що складається з катехоламінопродукуючих хромафінних клітин [1-3].

Глюкокортикоїди (у людини – перш за все, кортизол і меншою мірою – кортикостерон і кортизон) – гормони універсальної метаболічної дії, основні ефектори стресу і контрінсулярні регулювальники, сигнали, які стримують запалення та імунну відповідь у помірних, контрольованих межах нормергічного потоку і запобігають розвитку шоку.

Глюкокортикоїди – пермесивні регулювальники експресії рецепторів багатьох інших гормонів. Вони впливають на швидкість апоптозу в лімфоїдних та інших клітинах [1-3].

Метали відіграють важливу роль у фізіологічних процесах, нервовій діяльності, регуляції проникливості клітинних мембран, окислювальному фосфорилуванні та ін. Крім участі у фізіологічних процесах, біоеlementи відіграють певну роль у розвитку патологічних процесів та формують адаптаційну відповідь організму до будь-якого навантаження [1,3-7].

Повноцінний вміст есенціальних елементів і мінімальна, не погрожуюча зриву адаптаційних механізмів організму, присутність токсичних та умовно-токсичних речовин, складають один із найважливіших компонентів нормального функціонування організму взагалі і нервової системи зокрема, особливо це важливо для нейроендокринноімунних взаємодій, особливо при стресі [1,4,8].

З'ясовано, що порушення біоеlementного складу пов'язане з адаптаційно-приспосувальними механізмами організму. Дисбаланс мікроелементів, який спостерігається при хронічній дії стресорів, негативно впливає на функціональний стан усіх органів і систем, що залежить від функціонального стану ГГНС та ентеро-інсулярного апарата. При цьому такі

хелатоутворюючі метали, як цинк, мідь та магній, одночасно привертають першочергову увагу дослідників [1,3-7].

У сучасній літературі велику увагу приділено рівню цих біоелементів у крові та тканинах у нормі та при дії на організм різних деструктивних факторів.

Відомо, що на вміст біометалів в органах та тканинах впливає центральна нервова система та надниркові залози. Так, при електростимуляції гіпоталамуса та мозочку змінюється вміст міді та цинку в деяких клітинах. Такий нервово-гуморальний вплив має неспецифічний характер. Встановлено, що при навантаженні організму та формуванні стресової реакції в організмі підвищується рівень стресових гормонів [4-9].

Рівень цинку в організмі можуть знижувати продукти розпаду тканин, що утворюються при дії різнобічних стресорів. Зв'язуючи цинк, ці продукти, перш за все амінокислоти, можуть підвищити вміст з'єднань цинку в крові та підсилити виділення їх із сечею. Стрес призводить також до збільшення виділення в плазму кортикостероїдів, що стимулюють надходження цинку в тканини [1,3-5,9,10].

Стрес, больові подразники та інфекційні хвороби викликають підвищення вмісту міді та церулоплазміну в крові, впливаючи на обмін цього металу, зокрема через нейрогуморальну систему регуляція синтезу церулоплазміну в печінці та вміст його й міді в плазмі крові та тканинах залежить від змінення гормонального стану за участю гіпофізарно-адренкортикальної системи. Так, стан експериментального гіпокортицизму стає причиною збільшення рівня міді в крові, печінки, мозку та викликає підвищення.

Дефіцит магнію характерний для людей з хворобливими порушеннями адаптації, викликаними хронічними стресами, а також у тих, які страждають на депресії й аутизм, вегетативною дистонією. Стреси різного генезу (фізичні, психічні) збільшують потребу в магнії та є причиною внутрішньоклітинної магнієвої недостатності [1,4,8]. Стрес та магнієва недостатність є взаємопов'язаними процесами, вони поглиблюють один одного. Стан гострого та хронічного стресу призводить до виснаження внутрішньоклітинного пулу Mg, тому при стресі в організм вводиться збільшена кількість адреналіну та норадреналіну, що сприяє виведенню магнію з організму [1,4,8,11].

Катехоламіни впливають на лізосоми секреторних клітин, що містять хелатоутворюючі метали, які деградують, та продукти деградації, пов'язані з іонізованим Mg^{2+} . Якщо магнію достатньо, то вплив катехоламінів зменшується. Як результат, резистентність до стресу підвищується [1,2].

Доведено, що дефіцит магнію знижує антиоксидантну здатність організму та спричиняє зміни співвідношення Mg/Ca в клітинах кори надниркових залоз, а це, у свою чергу, веде до підсиленої секреції мінералокортикоїдів, які здатні ще більш стимулювати втрату магнію організмом. Отож, вчені доводять, що стрес і дефіцит магнію взаємопов'язані. Відновлення магнію в клітинах підвищує резистентність організму до стресу, тобто магній вважається протистресовим металом, коли зрушуються нейрогуморальні регуляторні системи, формуються патологічні зміни вмісту магнію на тлі підвищення в крові концентрації міді [1,4,8].

Стрес впливає на металолігандний гомеостаз, але дані про характер цього впливу нечисельні і, в більшості випадків, являють собою описові дані, а не дослідження механізмів [1,3-5].

Стрес має поліфакторну етіологію, але роль розвитку стрес-реакції порушень вмісту і розподілу хелатоутворюючих металів ще не вивчена. З'ясування характеру зв'язків між хелатоутворюючими металами і біологічно активними речовинами, що беруть участь у стрес-реакції, дозволяють отримати більш повне уявлення про нейрон-ендокринні і клітинні механізми стресу.

Виходячи з вищесказаного, наше дослідження було присвячене з'ясуванню впливу наднирників, як ефекторів стресу, на металолігандний гомеостаз.

Метою дослідження було отримання фактів, що підтверджують гіпотезу, що наднирники як ефектор стресу впливають на вміст хелатоутворюючих металів (Zn, Mg, Cu) в клітинах і на металолігандний гомеостаз в цілому, та з'ясувати характер цього впливу.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У досліді було використано 104 щури, серед яких 28 тварин були контрольними, в інших була проведена адренадектомія (АЕ) з метою моделювання гіпофункції наднирників.

Тварини утримувались в умовах акредитованого віварію Запорізького національного університету з дотриманням загальних принципів біоетики у відповідності міжнародних принципів Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей (Страсбург, 1986), універсальної декларації з біоетики та правах людини (ООН, 1997), норм Конвенції про захист прав людини у зв'язку з впровадженням нових біомедичних технологій (Ов'єдно, Іспанія, 1997) та Закону України № 3447 «Про захист тварин від жорстокого поводження». Усі особи, що брали участь у експерименті, давали на це свою згоду персонально. Прилади, що використовуються для наукових досліджень, підлягали метрологічному контролю.

Стрес, зумовлений гіпоксією (модель за А.Ш. Зайчиком, 2000 р.) [12], отримували шляхом розміщення тварин у посуд, з якого викачували повітря (умови: $h=6,7$ км, $P_{\text{атм}}=327$ мм.рт.ст., $P_{\text{O}_2}=30,2$ мм.рт.ст.).

Для дослідження впливу біологічно активних речовин, що беруть участь, або впливають на стрес-реакцію, тваринам вводили їх синтетичні аналоги у дозах: адреналін – 0,05 мг/кг (під шкіру (п/к)), інсулін – 0,1 ОД/кг (в/м), дексаметазон – 0,1 мг/кг (в/м) [4,6,7,9].

Після закінчення експериментів у тварин дослідних і контрольних груп брали кров із хвостової вени та робили мазки за стандартною методикою. Забивали тварин декапітацією під легким ефірним наркозом після закінчення терміну стресових впливів або через 1-2 год. після ін'єкцій та відбирали внутрішні органи (підшлункову залозу, головний мозок, тонку кишку, наднирники, передміхурову залозу), поміщаючи їх на лід.

Препарування органів та виділення клітин для подальших досліджень проводили в холодній кімнаті за температури 4° С.

Методика цитохімічного визначення металів і секреторного матеріалу в клітинах. Вміст металів у клітинах визначали за допомогою цитохімічних реакцій: з використанням дитизону, сульфарсазену та 8-ТСХ для визначення цинку; магнезону – магнію, дитиооксаміду та люмомагнезону – міді. Вміст металів визначали за забарвленням: дитизоном і магнезоном визначали за червоним; сульфарсазеном – оранжевим; дитиооксамідом – темно-зеленим кольором цитоплазми і гранул клітин; 8-ТСХ – за їх жовто-зеленою люмінесценцією [4].

Для виявлення секреторного матеріалу в соматичних клітинах використовували забарвлення флоксином, гранулоцитів крові – метиловим фіолетовим-флоксином (МФФ).

Забарвлення 8-ТСХ дозволяє визначати Zn у клітинах кількісним методом. Усі інші барвники для визначення Zn, Cu, Mg і секреторного матеріалу дозволяють визначати вміст цих компонентів тільки напівкількісним методом.

Інтенсивність забарвлення, яка пропорційно залежала від кількості металів та секреторного матеріалу в клітинах, оцінювали напівкількісним методом [13,14].

Цифрові зображення препаратів отримували за допомогою люмінесцентного мікроскопу Мікмед-2, варіант 11 (виробництво ЛОМО, Росія). Отримані за допомогою цифрової камери знімки зберігали на жорсткому диску ПЕОМ у форматі tiff (Tagged Image File Format), який

призначений для зберігання цифрових зображень без втрат їх якості. Вимірювання інтенсивності флуоресценції на цифрових знімках проводили за допомогою растрового графічного редактора GIMP, версія 2.6.10. У вікні "Гістограма" отримували основні статистичні параметри (кількість пікселів у зоні виділення, медіану, середнє значення яскравості пікселів у зоні виділення та стандартне відхилення), за якими характеризували ступінь інтенсивності люмінесцентної реакції 8-ТСХ на цинк.

Статистична обробка результатів. Одержані результати досліджень перевіряли на нормальність розподілу за допомогою W тесту Шапіро-Віллка.

Імовірність похибки першого роду $\alpha > 0,05$. При нормальному розподіленні, порівняння вибірок проводилося за допомогою t-критерію Стьюдента для незалежних вибірок. Для ненормально розподілених вибірок застосовували непараметричний метод U-тест Манна-Уїтні. Результати наведено у вигляді $M \pm m$, n - кількість тварин в серії експериментів. Силу зв'язку між показниками визначали коефіцієнтом кореляції Пірсона (r). Обробка даних проводилась за допомогою програми "Статистика 6".

Оскільки реакція 8-ТСХ на цинк є кількісною, то вміст хелатоутворюючого цинку оцінювали в мкг/г.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Для дослідження впливу того чи іншого органу на будь-який із видів гомеостазу частіше за усе використовують метод виключення цього органу. Для дослідження впливу біологічно активних речовин використовується їх введення піддослідним тваринам. У ході досліду ми використовували обидва методи. Під час досліду ми з'ясували, яким чином відбувається вплив наднирників на обмін хелатоутворюючих металів. Крім того, ми з'ясували, чи можливі зміни хелатоутворюючих металів при включенні ефektorів стресу при дії стресорів та спроби фармакологічно скорегувати стан піддослідних тварин після виключення органу [6-8].

При цьому було враховано, що основний гіпоталамо-гіпофізарний шлях стимуляції кори наднирників передбачає участь адренкортикотропіну (АКТГ), який містить хелатоутворюючий цинк. Існують не тільки прямі, але і зворотні зв'язки, що визначають продукцію глюкокортикоїдів корою наднирників. Так, не викликає сумніву коротка петля зворотного зв'язку: гіпофіз - АКТГ - гіпоталамус - гіпофіз. Добре відома довга петля зворотного зв'язку: гіпофіз-АКТГ-надниркові залози - глюкокортикоїди - гіпоталамус - гіпофіз [6,8,11].

У таблиці 1 наведені результати впливу корегуючих факторів на вміст цинку в клітинах адреналектомованих тварин.

Адреналектомія викликає зниження цинку на 45% ($p < 0,001$) у гіпокампі, у гіпоталамусі на 43% ($p < 0,001$) та в гіпофізі - на 44% ($p < 0,001$), на 43% ($p < 0,001$) у В-інсулоцитах, на 48% ($p < 0,05$) у клітинах Панета і на 47% ($p < 0,05$) в клітинах простати.

При введенні адреналектомованим щурам адреналіну вміст цинку в клітинах був знижений відносно контролю: у гіпокампі на 23% ($p < 0,05$), у гіпоталамусі на 29% ($p < 0,05$), у гіпофізі на 26% ($p < 0,05$), у В-інсулоцитах на 23% ($p < 0,05$), у клітинах Панета - на 16% ($p > 0,05$), клітинах простати на 16% ($p > 0,05$). Введення дексаметазону також викликало зниження вмісту цинку: у гіпокампі на 55% ($p < 0,05$), у гіпоталамусі - на 30% ($p < 0,05$), у гіпофізі - на 24% ($p < 0,05$), у В-інсулоцитах - на 14%, клітинах Панета на 13%, клітинах простати - на 23% ($p > 0,05$) відповідно.

При цьому значення коефіцієнтів кореляції між змінами вмісту цинку в клітинах (які були розраховані для усіх цих клітин в усіх можливих сполученнях) коливались таким чином для контролю від 0,52 ($p < 0,01$) до 0,85 ($p < 0,001$), при адреналектомії від 0,73 ($p < 0,001$) до 0,88 ($p < 0,01$), при поєднанні адреналектомії з введенням адреналіну - від 0,50 ($p < 0,05$) до 0,86 ($p < 0,001$) при поєднанні адреналектомії з введенням дексаметазону - від 0,72 ($p < 0,001$) до

0,86 ($p < 0,001$). Це свідчить, що наднирники впливають на вміст цинку в клітинах, оскільки адреналектомія викликає розвиток дефіциту цинку, який зменшується у випадку введення аналогів гормонів наднирників.

Таблиця 1 – Вміст хелатоутворюючого цинку (забарвлення 8-ТСХ) у гіпокампі, гіпоталамусі, гіпофізі, В інсулоцитах, клітинах Панета і простаті щурів після адреналектомії та її сполучення з введенням адреналіну і дексаметазону ($M \pm m$).

Група тварин	Вміст цинку, мкг/г					
	гіпокамп	гіпоталамус	гіпофіз	В-інсулоцити	Клітини Панета	простата
Контроль (n=16)	53,7±4,2	21,8±1,6	27,8±2,1	21,5±1,6	79,2±6,3	75,5±6,2
Адреналектомовані тварини (n=18)	29,2±1,8***	12,4±0,9***	15,3±1,2***	10,3±0,7*	41,4±3,6*	40,6±2,7*
Тварини, які отримали адреналін (0,05 мг/кг) після адреналектомії (n=18)	41,4±3,6*	15,2±1,7*	20,1±1,8*	19,2±0,8***	66,7±6,2*	63,7±5,8*
Тварини, які отримали дексаметазон (0,1мг/кг) після адреналектомії (n=17)	40,6±3,2*	14,3±1,1*	21,4±1,7*	18,1±0,7*	69,1±6,2*	58,2±6,3*

Примітка: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$ у порівнянні з контролем.

У таблиці 2 показано, як змінюється вміст цинку в різних клітинах у щурів під впливом адреналектомії та сполученні її з гострим стресом.

Таблиця 2 – Зміни вмісту хелатоутворюючого цинку (забарвлення 8-ТСХ) у гіпокампі, В-інсулоцитах, клітинах Панета, простати, гранулоцитах крові щурів при адреналектомії в сполученні з гострим стресом на прикладі гіпоксії ($M \pm m$)

Група тварин	Вміст цинку, мкг/г				
	гіпокамп	Клітини В	Клітини Панета	Простата	Гранулоцити
Контроль (n=16)	53,1±4,2	21,2±1,6	95,1±7,3	68,7±5,2	33,0±0,06
Адреналектомія (n=12)	29,4±1,8**	12,7±0,9**	63,3±5,8**	39,2±3,7*	20,0±0,04**
Адреналектомія + гострий стрес (n=11)	30,0±2,1*	61,6±5,9***	61,6±5,9**	40,8±4,5**	23,0±0,05**

Примітка: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$ порівняно з контролем.

Адреналектомія викликає зниження вмісту цинку в гіпокампі на 45% ($p < 0,001$), у В-інсулоцитах на 48% ($p < 0,001$), клітинах Панета на 36% ($p < 0,001$), простати – на 43% ($p < 0,001$), гранулоцитах – 41% ($p < 0,001$).

При адреналектомії в сполученні з гострим стресом отримані дані відповідно: гострий стрес в поєднанні з адреналектомією зменшує дефіцит цинку, який вона викликала, при цьому вміст цинку був зменшений на 43% ($p < 0,001$) в гіпокампі, на 32% ($p < 0,001$) у В-інсулоцитах, на 43% ($p < 0,001$) – в клітинах Панета, в клітинах простати на 59% ($p < 0,001$), на 30% ($p < 0,001$) в гранулоцитах крові.

При підрахунку коефіцієнта кореляції між усіма цими клітинами в усіх можливих сполученнях, цей показник коливався в таких межах: для контролю від 0,49 до 0,98 ($p < 0,01$), для адреналектомії – від 0,45 до 0,75 ($p < 0,05$), для поєднання адреналектомії з гострим стресом – від 0,50 до 0,95 ($p < 0,01$).

Отже, стресовий вплив викликає несуттєві зміни вмісту в клітинах в адреналектомованих тварин. Аналогічність змін у клітинах свідчить про їх взаємозв'язок, а їх неспецифічність вказує, що вони є проявами НАСКС.

Це свідчить, що наднирники як ефектор стресу є також регулятором металолігандного гомеостазу.

У таблиці 3 наведені порівняльні дані про вміст секреторного матеріалу в гранулоцитах крові і клітинах Панета при адреналектомії і дії стресорів і корегуючих речовин.

Таблиця 3 – Зміни вмісту секреторного матеріалу в гранулоцитах крові (забарвлення МФФ) в клітинах Панета (забарвлення флоксином) адреналектомованих щурів та її сполученні з гострим стресом (на прикладі гіпоксії) ($M \pm m$)

Група тварин	Інтенсивність реакції, ум. од.		r
	МФФ	Флоксин	
Контроль (n = 16)	0,9 ± 0,05	1,2 ± 0,08	0,87
Адреналектомія (n = 12)	0,5 ± 0,06***	0,8 ± 0,07***	0,75
Адреналектомія + гострий стрес (n = 13)	0,6 ± 0,05***	0,9 ± 0,09**	0,95

Примітка: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$, r – коефіцієнт кореляції між вмістом секреторного матеріалу в гранулоцитах крові і клітинах Панета.

При сполученні адреналектомії з гострим стресом не досягається значна корекція дефіциту секреторного матеріалу, яку викликала адреналектомія, про що свідчить інтенсивність забарвлення МФФ, яке знижується на 33% ($p < 0,001$), флоксину в клітинах Панета – на 25% ($p < 0,01$).

Отже, гострий стрес також не викликає значної корекції дефіциту цинку в клітинах, що спостерігається при адреналектомії. Таким чином, гормони наднирників викликають підвищення вмісту цинку та секреторного матеріалу в клітинах. Тому при адреналектомії спостерігається дефіцит цих компонентів у клітинах.

У наступній серії дослідів показаний вплив наднирників на вміст хелатоутворюючих металів в гранулоцитах.

Таблиця 4 – Зміни вмісту цинку (забарвлення сульфарсазеном), магнію (забарвлення люмомагнезоном) і міді (забарвлення дитиооксамідом) у гранулоцитах крові адреналектамованих (АЕ) щурів при введенні адреналіну та інсуліну ($M \pm m$) та їх взаємозв'язок (r)

Група тварин	Інтенсивність реакції, ум. од.			r, Zn/Mg	r, Zn/Cu	r, Mg/Cu
	Цинк	Магній	Мідь			
Контроль (n = 16)	1,01 ± 0,06	0,82 ± 0,06	0,52 ± 0,05	+0,48	-0,49	-0,53
Адреналектомія (n = 12)	0,62 ± 0,04***	0,21 ± 0,01***	0,83 ± 0,05***	+0,6	-0,78	-0,52
Адреналектомія + дексаметазон 0,1 мг/кг (n = 14)	0,91 ± 0,07###	0,73 ± 0,06	0,41 ± 0,03	+0,78	-0,45	-0,35
Адреналектомія + інсулін 0,1 ОД/кг (n = 13)	0,73 ± 0,06***	0,67 ± 0,05*	0,62 ± 0,02*	+0,71	-0,84	-0,9

Примітка: * – $p < 0,05$; *** – $p < 0,001$ у порівнянні з контролем; ### – $p < 0,001$ у порівнянні з адреналектомованими тваринами.

У таблиці 4 наведені результати визначення хелатоутворюючих цинку, магнію і міді в гранулоцитах крові щурів при наднирниковій недостатності і введенні речовин, що впливають на ефектори стресу.

АЕ викликала в щурів зниження вмісту цинку в гранулоцитах крові на 40% ($p < 0,001$), магнію – на 75% ($p < 0,001$) та підвищення концентрації міді – на 60% ($p < 0,001$).

Введення дексаметазону щурам після адреналектомії зменшувало відхилення вмісту металів від норми: концентрація цинку була на 10% ($p > 0,05$) нижче, магнію – на 12% ($p > 0,01$) нижче, а міді – на 20% ($p > 0,05$) вище норми. Аналогічні, але менш виражені, зміни спостерігалися при введенні інсуліну. При цьому отримані дані відповідно 30% ($p < 0,001$) для цинку, 25% ($p < 0,05$), магнію – 20% ($p < 0,05$) – для міді.

При сполученні АЕ з гострим стресом у таких щурів отримані дані становили відповідно 40% ($p < 0,001$), 25% ($p < 0,05$), 20% ($p < 0,05$).

Отже, АЕ викликала зниження вмісту цинку та магнію і підвищення міді в гранулоцитах крові. Введення адреналіну та інсуліну та вплив гострого стресу послабляли ці зміни. Це вказує на те, що такі зміни неспецифічні та є проявами НАСКС і те, що цинк і магній мають синергічні співвідношення, а мідь їх антагоніст.

Перспективи подальшого дослідження є з'ясування механізмів впливу ефекторів стресу на металолігандний гомеостаз та знаходження нових засобів корекції наслідків мікро- та макроелементозів, що викликані стресами різної природи.

ВИСНОВКИ

1. Адреналектомія викликає зниження вмісту в цинку та магнію та підвищення концентрації купруму в гранулоцитах крові. У випадку дії гострого стресу в сполученні з адреналектомією послаблюють ці коливання металів у клітинах, в усіх цих випадках вміст міді різноспрямовано змінюване відносно вмісту магнію і цинку (коефіцієнт кореляції від 0,4 до 0,78)
2. Введення інсуліну, адреналіну та стан гострого стресу майже повністю корегували недостатність цинку і магнію і знижували до нормальних показників вміст міді. Усе це підтверджує гіпотезу про антагоністичні реципрокні взаємовідношення між цинком/магнієм з одного боку та міді - з іншого. Також це свідчить про те, що зміни металів при дії різних чинників неспецифічні і є проявами НАСКС.
3. Наднирники як ефектор стресу впливають на металолігандний гомеостаз, оскільки адреналектомія викликає цинкдефіцитний стан. Недостатність одного із ефекторів стресу (наднирників) можливо компенсувати діяльністю інших ефекторів стресу. Спроба корегувати цинкдефіцитний стан, який виникає після адреналектомії синтетичними аналогами стресових гормонів, не дозволяє повністю нормалізувати рівень хелатоутворюючого цинку в клітинах, що містять хелатоутворюючі метали. Вилучення із організму органа-регулювальника (наднирників), який не є органом «депо» хелатоутворюючого цинку, незворотно порушує металолігандний гомеостаз.

ЛІТЕРАТУРА

1. Панин Л.Е. Биохимические механизмы стресса / Панин Л.Е. – Новосибирск: Наука, 1983. – 232 с.
2. Шульговский В.В. Основы нейрофизиологии / Шульговский В.В. – М.: Аспект Пресс, 2000. – 277 с.
3. Zoumakis E. Corticotropine-releasing hormone receptor antagonists / E. Zoumakis, D.K. Grammatopoulos, G.P. Chrousos // Eur. J. Endocrinol. – 2006. – Vol. 55. – P. 585-589.

4. Єщенко Ю.В. Стрес і метаболізм металів / Єщенко Ю.В. – Запоріжжя: ЗНУ, 2010. – 268 с.
5. Vallee B.L. Zinc: biochemistry, physiology, toxicology and clinical pathology. / B.L. Vallee // Biofactors. - 1988. – Vol. 1. – P. 31-36.
6. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. / [Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С.]. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
7. Вейн А.М. Лекции по неврологии неспецифических систем мозга./ А.М. Вейн – М.: МЕДпресс-информ, 2010. – 112 с.
8. Ведяев Ф.П. Влияние эмоционального стресса на некоторые показатели системы крови. / Ф.П. Ведяев // Нейрофизиол. эндокринно-вегетативные корреляты эксперимент. эмоцион. стресса. – Х., 1988. – С. 5-12.
9. Браун А.Д. Неспецифический адаптационный синдром клеточной системы / А.Д. Браун, Т.П. Моженок. – Л.: Наука, 1987. – 230 с.
10. Zalups R.K. Cellular and molecular biology of metal / R.K. Zalups, J. Koropatnick. – N.Y.: CRC Press, 2010. – 442 p.
11. Зміни вмісту цинку в крові та клітинах різних органів при стресових впливах / [Берегова Т.В., Григорова Н.В., Єщенко Ю.В., та інш.] // Фізіол. журн. – 2007. – Т. 53, № 6.– С. 29-33.
12. Зайчик А. Ш. Основы общей патологии. – Ч 2. Основы патохимии /А.Ш. Зайчик, Л.П. Чурилов. – СПб.: ЭЛБИ, 1999 — 688 с.
13. Соколовский В.В. Гистохимические исследования в токсикологии / Соколовский В.В. – Л.: Медицина, 1971. – 176 с.
14. Хейхоу Ф. Гематологическая цитохимия / Ф. Хейхоу, Д. Кваглино. – М.: Медицина, 1983. – 319 с.

REFERENCES

1. Panin L.E. Biokhimicheskie mekhanizmy stressa / Panin L.E. – Novosibirsk: Nauka, 1983. – 232 s.
2. Shulgovskiy V.V. Osnovy neyrofiziologii / Shulgovskiy V.V. – М.: Aspekt Press, 2000. – 277 s.
3. Zoumakis E. Corticotropine-releasing hormone receptor antagonists / Zoumakis E., Grammatopoulos D.K., Chrousos G.P. // Eur. J. Endocrinol. – 2006. – Vol. 55. – P. 585-589.
4. Eshchenko Yu.V. Stres i metabolizm metaliv / Eshchenko Yu.V. – Zaporizhzhya: ZNU, 2010. – 268 s.
5. Vallee B.L. Zinc: biochemistry, physiology, toxicology and clinical pathology. / B.L. Vallee // Biofactors. – 1988. – Vol. 1. – P. 31-36.
6. Mikroelementozy cheloveka: etiologiya, klassifikatsiya, organopatologiya / [Avtsyn A.P., Zhavoronkov A.A., Rish M.A., Strochkova L.S.]. – М.: Meditsina, 1991. – 496 s.
7. Veyn A.M. Lektzii po nevrologii nespetsificheskikh sistem mozga/ A.M. Veyn – М.: MEDpress-inform, 2010. – 112 s.
8. Vedyayev F.P. Vliyanie emotsionalnogo stressa na nekotorye pokazateli sistemy krovi. / F.P. Vedyayev // Neyrofiziol. endokrinno-vegetativnye korrelyaty eksperiment. emotsion. stressa. – Kharkov, 1988. – S. 5-12.
9. Braun A.D. Nespetsificheskii adaptatsionnyy sindrom kletochnoy sistemy / A.D. Braun, T.P. Mozhenok. – L.: Nauka, 1987. – 230 s.
10. Zalups R.K. Cellular and molecular biology of metal / R.K. Zalups, J. Koropatnick. – N.Y.: CRC Press, 2010. – 442 p.
11. Zmini vmistu tsinku v krovi ta klitinakh riznikh organiv pri stresovikh vplivakh / [Beregova T.V., Grigorova N.V., Eshchenko Yu.V. ta insh.] // Fiziol. zhurn. – 2007. – Т. 53, № 6. – S. 29-33.

12. Zaychik A. Sh. Osnovy obshey patologii. Ch 2. Osnovy patokhimii. /A.Sh. Zaychik, L.P. Churilov. – SPb.: ELBI, 1999 – 688 s.
13. Sokolovskiy V.V. Gistokhimicheskie issledovaniya v toksikologii / Sokolovskiy V.V. – L.: Meditsina, 1971. – 176 s.
14. Kheykhou F. Gematologicheskaya tsitokhimiya / F. Kheykhou, D. Kvaglino – M.: Meditsina, 1983. – 319 s.

УДК 796.015.1:537.3-056.2

THE COMPLEX ANALYSIS OF PULSE LOW-FREQUENCY ELECTRIC CURRENT INFLUENCE ON ORGANISM FUNCTIONAL CONDITION IN TRAINED AND UNTRAINED YOUNG PEOPLE IN CONDITIONS OF PHYSICAL REST

Kovalyova A.V., Shkopinskii E.A., *Kivenko V.V., Dyomin A.N.

Zaporozhian national university

69600, Ukraine, Zaporozhye, Zhukovskogo street, 66

** Zaporozhian state clinical hospital №8*

69000, Ukraine, Zaporozhye, Pischevaya street, 2

kovaleva_aleksan@mail.ru

The short characteristic of functional condition of trained and untrained young men in conditions of physical rest is given in the paper following the analysis of unitary pulse low-frequency electric current influence on the specified processes. The aim of the study was to compare the characteristics of a pulse low-frequency electric current influence on cardiovascular system functional condition in trained and untrained persons in conditions of physical rest. The study included 56 healthy young men (23 trained and 33 untrained) 17-24 years old, who were divided into the main group (11 trained and 16 untrained persons) and control group (12 trained and 17 untrained persons) and 46 healthy young women (28 trained and 18 untrained) 17-20 years old, who were divided into the main group (14 trained and 9 untrained persons) and control group (14 trained and 9 untrained persons). The study included two stages: the first stage – the baseline functional condition was estimated; the second stage – the functional condition state reaction to pulse low-frequency electric current in conditions of physical rest was recorded. The pulse low-frequency electric current influence was produced using the device “LEIT”. The results suggest that the pulse low-frequency electric current carries out regulating influence on physiological systems of young people even in conditions of physical rest and has the character of cardiovascular system activity optimization and vegetative functions optimization.

Key words: pulse low-frequency electric current, functional condition, trained young men, untrained young men, trained young women, untrained young women, physical rest

КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ ІМПУЛЬСНОГО НИЗЬКОЧАСТОТНОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ НА ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН ОРГАНІЗМУ ТРЕНОВАНИХ І НЕТРЕНОВАНИХ МОЛОДИХ ОСІБ У СТАНІ ФІЗИЧНОГО СПОКОЮ

Ковальова О.В., Шкопінський Є.О., *Ківенко В.В., Дьомін О.М.

Запорізький національний університет

69600, Україна, Запоріжжя, вул. Жуковського, 66

**Запорізька міська клінічна лікарня №8*

69000, Україна, Запоріжжя, вул. Харчова, 2

kovaleva_aleksan@mail.ru

У роботі надана стисла характеристика функціонального стану тренованих і нетренованих осіб в умовах фізичного спокою з впливом імпульсного низькочастотного електричного струму. Метою дослідження було порівняти особливості впливу імпульсного низькочастотного електричного струму на функціональний стан серцево-судинної системи тренованих і нетренованих осіб в умовах фізичного спокою. Дослідження включало 56 здорових молодих осіб (23 треновані і 33 нетреновані)

17-24 років, які були розподілені на основну групу (11 тренуваних і 16 нетренуваних осіб) і контрольну групу (12 тренуваних і 17 нетренуваних осіб) і 46 здорових молодих жінок (28 тренуваних і 18 нетренуваних осіб) 17-20 років, які були розподілені на основну групу (14 тренуваних і 9 нетренуваних осіб) і контрольну групу (14 тренуваних і 9 нетренуваних осіб). Дослідження включало дві етапи: на першому етапі досліджувався вихідний функціональний стан, на другому – реакція функціонального стану на імпульсний низькочастотний електричний струм в умовах фізичного спокою була зареєстрована. Вплив імпульсного низькочастотного електричного струму проводився з використанням приладу “LEIT”. Результати передбачають, що імпульсний низькочастотний електричний струм здійснює регуляторний вплив на фізіологічні системи молодих осіб навіть в умовах фізичного спокою і має характер оптимізації діяльності серцево-судинної системи і вегетативних функцій.

Ключові слова: імпульсний низькочастотний електричний струм, функціональний стан, тренувані юнаки, нетренувані юнаки, тренувані дівчата, нетренувані дівчата, фізичний спокій

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИМПУЛЬСНОГО НИЗКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА ТРЕНИРОВАННЫХ И НЕТРЕНИРОВАННЫХ МОЛОДЫХ ЛИЦ В СОСТОЯНИИ ФИЗИЧЕСКОГО ПОКОЯ

Ковалева А.В., Шкопинский Е.А., *Кивенко В.В., Демин А.Н.

Запорожский национальный университет

69600, Украина, Запорожье, ул. Жуковского, 66

**Запорожская городская клиническая больница №8*

69000, Украина, Запорожье, ул. Пищевая, 2

kovaleva_aleksan@mail.ru

В работе дана краткая характеристика функционального состояния тренированных и нетренированных лиц в условиях физического покоя с влиянием импульсного низкочастотного электрического тока. Целью исследования было сравнить особенности влияния импульсного низкочастотного электрического тока на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы тренированных и нетренированных лиц в условиях физического покоя. Исследование включало 56 здоровых юношей (23 тренированных и 33 нетренированных) 17-24 лет, которые были поделены на основную группу (11 тренированных и 16 нетренированных лиц) и контрольную группу (12 тренированных и 17 нетренированных лиц) и 46 здоровых девушек (28 тренированных и 18 нетренированных лиц) 17-20 лет, которые были поделены на основную группу (14 тренированных и 9 нетренированных лиц) и контрольную группу (14 тренированных и 9 нетренированных лиц). Исследование включало два этапа: на первом этапе исследовалось исходное функциональное состояние, на втором – реакция функционального состояния на импульсный низкочастотный электрический ток в условиях физического покоя была зарегистрирована. Влияние импульсного низкочастотного электрического тока проводилось с использованием прибора “LEIT”. Результаты предполагают, что импульсный низкочастотный электрический ток осуществляет регуляторное влияние на физиологические системы молодых лиц даже в условиях физического покоя и имеет характер оптимизации деятельности сердечно-сосудистой системы и вегетативных функций.

Ключевые слова: импульсный низкочастотный электрический ток, функциональное состояние, тренированные юноши, нетренированные юноши, тренированные девушки, нетренированные девушки, физический покой

INTRODUCTION

The need for studying physiological mechanisms which underlie changes of human functional condition under the pulse low-frequency electric current (PLFEC) influence, estimation of optimality of such changes and their specific orientation have been considered in a considerable number of studies [1-3]. Some studies attempted to study physiological mechanisms which define positive reactions of cardiovascular system, locomotor apparatus, external respiration system and other physiological characteristics of an organism to this exposure [4, 5]. The cumulated data enable their application in clinical practice and achieving positive medical effect [6-12].

However, studies of organism functional condition changes following exposure to PLFEC are extremely insufficient. There are few data [4, 5], which were received in different conditions and on different tool base and which are not systematized. Absence of the unified approach to estimation of functional condition measurements in methodical and methodological maintenance of such studies

restricts possibilities of the analysis and practical use of the practically obtained results. It particularly concerns the area of functional condition in conditions of physical rest.

The aim of the study was to study the pulse low-frequency electric current influence at functional condition in conditions of physical rest in trained and untrained persons (17-24 years old).

MATERIALS AND METHODS

102 healthy young people (17-24 years old) participated in research. The groups of trained young men and women were presented by qualified sportsmen (51 persons – 33 young men and 18 young women). Examined people have been divided into 4 groups: the first group (the main) – 25 persons (11 trained men and 14 trained women); the second group (the main) – 25 persons (16 untrained men and 9 untrained women); the third group (the control) – 26 persons (12 trained men and 14 trained women); the fourth group (the control) – 26 persons (17 untrained men and 9 untrained women).

The study included two stages: the first stage – the baseline functional condition was estimated; the second stage – the functional condition state reaction to pulse low-frequency electric current in conditions of physical rest was recorded. Indices of central blood circulation were defined by rheographic method. The following measurements were taken: systolic arterial pressure (SAP, mm Hg), diastolic arterial pressure (DAP, mm Hg), heart rate (HR, bpm), systolic blood volume (SBV, ml), minute blood volume (MBV, ml/min), cardiac index (CI, l/min m²), general peripheric vascular resistance (GPVR, din·s·cm⁻¹). Diagnostics of heart rate variability included research of stress index (SI, s.u.), vegetative balance index (VBI, s.u.), index of centralization (IC, s.u.) [13]. The obtained results were processed statistically. Exposure to PLFEC was carried out by means of LEIT device according to a standard technique [14].

RESULTS AND DISCUSSION

The researches spent before the beginning of experiment, confirm, that all registered cardiovascular indices at young men and women were in borders of age and physiological norm [15, 16] (tab. 1). So, rest HR values at untrained young men and women were in normocardia borders at insignificant sympathoadrenal activity at young women. SAP values also corresponded to standard sizes. Lower SAP levels at untrained women in comparison with young men testify to the known hypotonic syndrome connected with features of hormonal profile [17, 18]. DAP level was below the sizes usually accepted for norm.

Table 1. Functional state of circulatory system and neurohumoral mechanisms condition at young men and women, ($\bar{M} \pm m$)

Indices \ Groups	Untrained		Trained	
	Young men (n=33)	Young women (n=18)	Young men (n=23)	Young women (n=28)
HR, bpm	79,42±0,88	81,33±0,70	62,26±0,88***	63,25±0,69***
SAP, mm Hg	117,88±1,66	107,50±2,66***	118,26±1,59	108,93±2,09***
DAP, mm Hg	70,61±0,99	69,44±1,71**	71,30±1,30	66,43±1,43*** **
SBV, ml	70,89±1,88	68,84±3,98	76,91±5,24	70,57±3,63
MBV, ml/min	5636,91±167,49	5586,70±315,12	4783,31±331,08*	4448,68±221,08**
CI, l/min·m ²	2,90±0,07	3,25±0,18*	2,48±0,18	2,66±0,12**
GPVR, din·s·cm ⁻⁵	1130,45±37,87	1119,99±55,35	1607,52±122,99***	1372,56±68,33*
SI, s.u.	149,33±4,83	167,29±7,16*	117,04±4,88***	129,39±6,13***
VBI, s.u.	23,96±1,23	24,67±1,03	22,68±1,04	24,47±1,07
IC, s.u.	1,87±0,06	2,10±0,06*	0,58±0,04***	2,01±0,04***

Note here and futher: * (at $p \leq 0,05$), ** (at $p \leq 0,01$), *** (at $p \leq 0,001$) – significant difference between young men and women; * (at $p \leq 0,05$), ** (at $p \leq 0,01$), *** (at $p \leq 0,001$) – significant difference between trained and untrained persons

SBV and MBV at untrained young men and women completely correspond to indices, which are characteristic for untrained persons [19, 20]. At the same time indexed blood circulation indices, in particular CI, testify to the best haemodynamic maintenance of a female organism, including the lower GPRV (tab. 1).

Arterial pressure and MBV lower sizes and HR higher sizes of chronotropic heart function at young women can be the basis for the assumption of more significant, if necessary, increases of system arterial pressure and blood flow volume indices in them at smaller mobility on HR increase.

System haemodynamics indices at trained persons also lay within measures of cardiovascular system standard regulation (tab. 1) [21, 22]. HR in groups of trained young men and women is in normocardia limits, coming nearer to the bottom border of norm, at some leveling, in comparison with untrained, sexual differences on this index. SAP and DAP sizes do not fall outside the norm limits, displaying described above sexual differences in SAP regulation.

System haemodynamics volume indices, such as SBV and MBV, also correspond to norm borders, at little bit lowered MBV sizes which come nearer to the bottom border of norm, both at young men and women. At trained persons CI testifies to the best haemodynamic security of an organism at young women, at lower GPRV sizes.

Thus, character of differences of system blood circulation basic indices at trained young men and women repeats the character of gender distinctions at untrained persons, except practically absence of divergences on HR (tab. 1).

Data comparison on system haemodynamics indices which were registered at trained and untrained persons, displays, in general, known data about optimization of cardiovascular system functional condition under the influence of physical activities [23-27].

Chronotropic heart indices in rest show heart function relative identity of HR index at young men and women (tab. 1). However available authentic differences between the trained and untrained young men and women can be characterized as approach to a sports bradycardia which is expressed in authentically HR low size at trained young men and women in comparison with untrained (tab. 1).

System arterial pressure indices in rest at comparison of trained and untrained persons show SAP and DAP lower level at trained persons in comparison with untrained persons. In the absence of authentic differences this tendency is outlined accurately enough, except for DAP which at the trained young women was authentic lower.

The data cited above correspond to representations about lower level of functional pressure in rest at trained persons [28, 29].

The highest SBV index is registered at trained young men (tab. 1), the lowest – at untrained young women. Trained young women and untrained young men SBV occupy intermediate position and authentically do not differ.

GPVR was at trained young men and women authentically above than at untrained while CI sizes were authentically lower at trained young women in comparison with untrained, that can be explained by different degree of physical activity of surveyed groups.

Considering necessity of an estimation not only cardial, but also a vegetative component of regulation, and possible differences between the trained and untrained persons on level of general activity and sympathoadrenal system functional changes, and also parasympathetic nervous system, the estimation of these parametres on the basis of variation pulsometria indices was represented necessary.

The obtained data analysis has shown, that cardiovascular system SI of untrained young men and women is in limits of standard characteristics [30]. A little higher authentic SI level at untrained young women, probably, displays higher psychoemotional reaction to inspection. Thus VBI to sexual signs authentically does not differ and displays parasympathetic components prevalence in this surveyed group, that, probably, can be explained by high academic loads (tab. 1). The analysis of IC indices testifies to standard sizes at untrained young men and about insignificant prevalence of parasympathetic influence at young women.

Values of vegetative indices at trained persons testify that cardiovascular system SI was in norm limits on absolute sizes at trained young men, displaying already described sexual differences (tab. 1). VBI indices authentically do not differ, while IC at trained young men authentically lower, than at trained young women, which can testify about defined (in particular biorhythmological) humoral factor influence (tab. 1).

At the same time the comparative analysis of functional indices and regulatory mechanisms of trained and untrained young men and women allows to draw following conclusions. So, SI (tab. 1) was authentic lower at trained young men and women in comparison with untrained. SI size at untrained persons answers the top border of norm while at trained persons it is approached to the bottom border of norm that can be regarded as display of certain functional changes connected with optimization of nervous system as a result of physical activities.

VBI indices at trained persons authentically do not differ from these indices at untrained, that entirely adequately describes the general firmness of vegetative nervous system and can testify to higher optimization of nervous system at trained persons.

IC at trained young men authentically lower, than at untrained young men that can testify to cardiac component prevalence in system haemodynamics regulation. At the same time such differences at trained and untrained young women are not registered, that can testify about defined (in particular biorhythmological) humoral factor influence.

The received results characterize the general functional condition of healthy people organism of young age which are engaged or do not go in for sports, and on all indices are in limits of age and physiological norm. Indices of functional condition of trained persons show changes which arise at active sports activity.

Unitary PFLEC influence on all surveyed was spent in a condition of clinostatic rest. The carried out research has allowed to estimate degree of cardiovascular system and vegetative nervous system functional changes in reply to stimulation according to a standard technique [14].

Obtained data comparison in condition of rest (tab. 1) and after unitary PFLEC influence allow to conclude (tab. 2), that unitary PFLEC stimulation does not cause the expressed changes of physiological systems, and furthermore the effects connected with infringements of a psychosomatic condition of an organism.

So, HR level at untrained young men authentically did not differ from indices at untrained young women after unitary PFLEC influence (tab. 2). However, in comparison with background sizes (tab. 1), the tendency to HR decrease is observed and at untrained young men, and at untrained young women. Such, doubtfully expressed tendency on HR decrease after unitary influence can be carried not only to direct action PFLEC, but also to psychoemotional organism adaptive reaction on costume factors. At the same time at trained young men and women such unequivocal tendency was not observed. It can be connected as with initial HR lower sizes at trained persons at whom further decrease borders are sufficiently limited, and with higher psychoemotional adaptability of trained persons to various inspections and another costume factors (tab. 2).

Table 2. PFLEC influence on functional state of circulatory system and neurohumoral mechanisms condition at young men and women, ($\bar{M} \pm m$)

Indices	Untrained		Trained	
	Young men (n=16)	Young women (n=9)	Young men (n=11)	Young women (n=14)
HR, bpm	76,82±0,84	79,44±1,14	61,35±1,20***	64,04±0,78***
SAP, mm Hg	113,33±0,96	103,61±1,27***	118,48±1,35**	106,61±0,68*** *
DAP, mm Hg	71,06±1,06	68,89±0,50	67,39±1,33*	62,68±0,70** ***
SBV, ml	67,27±1,70	65,60±4,01	79,27±5,15	74,93±4,17
MBV, ml/min	5178,57±153,36	5199,38±317,04	4843,73±318,74	4791,44±271,69
CI, l/min·m ²	2,67±0,07	3,03±0,18*	2,51±0,18	2,87±0,16
GPVR, din·s·cm ⁻⁵	1353,96±44,86	1315,88±77,58	1549,49±110,14	1390,58±69,16
SI, s.u.	131,07±4,44	151,87±7,45**	110,28±5,07***	120,24±6,38***
VBI, s.u.	20,53±0,71	22,86±0,99*	21,68±1,04	22,42±1,09
IC, s.u.	1,66±0,04	1,88±0,05**	0,54±0,03***	1,95±0,04***

Unitary influence PFLEC on all surveyed was spent in a clinostatic rest condition. The carried out research has allowed to estimate degree of cardiovascular system and vegetative nervous system functional changes in reply to stimulation according to a standard technique [14].

At comparison of the received data in a condition of rest (tab. 1) and after unitary influence PFLEC can be concluded (tab. 2), that unitary stimulation PFLEC does not cause the expressed changes of physiological systems, and furthermore the effects connected with infringements of a psychosomatic condition of an organism.

So, HR level at untrained young men authentically did not differ from indices at untrained young women after unitary PFLEC influence (tab. 2). However, in comparison with background sizes (tab. 1), is observed the tendency to HR decrease and at untrained young men, and at untrained young women. Such, doubtfully expressed, the tendency on HR decrease after unitary influence can be carried not only to direct PFLEC action, but also to psychoemotional organism adaptive reaction on custom factors. At the same time at trained young men and women such unequivocal tendency was not observed. It can be connected as with lower sizes HR initial at trained persons at whom borders of further decrease are sufficiently limited, and with higher psychoemotional adaptability of the trained persons to various inspections and another custom factors (tab. 2).

SAP indices were authentically lower at untrained young women in comparison with untrained young men. The same tendency is observed and in groups of trained persons. The comparative analysis of SAP sizes at untrained and trained young men, as well as at trained and untrained young women testifies about authentic lowest sizes at untrained persons in comparison with the trained. Also it has been noticed, that SAP, displaying cardiovascular system vegetative regulation psychoemotional component, after PFLEC processing tended to decrease at untrained young men and women in comparison with condition of rest which can testify to the general decrease in degree of uneasiness during research, than about direct reaction to influence (tab. 2). At the same time, at trained young men and women SAP size before and after influence were practically identical, most likely, thanks to the best adaptation of trained persons to similar inspections (tab. 2).

At comparison of untrained and trained young women authentically lower sizes of DAP at trained young women was observed. Authentically lower DAP indices are observed in groups of untrained young men and women in comparison with untrained. However it has been noticed, that level of DAP at untrained young men and women before and after PFLEC influence did not change. While at trained persons DAP size after influence was doubtfully below initial both at young men, and at young women. Considering that DAP testifies to bigger measure of arterial vessels elasticity and to lesser degree of dependence on psychoemotional factor, it is possible to draw a conclusion that at the heart of such though and not entirely authentic decrease, there can be other mechanisms of

regulation of system arterial pressure which probably change the parameters under the PFLEC influence processing.

Considering dependence between decrease in DAP level and change of system blood circulation volume indices (SBV and MBV) can be assumed, that level of circulating blood volume does not change under PFLEC influence. SBV sizes at untrained young men and women before and after PFLEC influence slightly and doubtfully decreased. The same tendency was observed and on MBV. Such doubtful and insignificant decrease in both groups practically was not displayed at system arterial pressure level and also, probably, testifies to decrease in level of a psychoemotional pressure and cardiovascular system functional condition optimization.

At the same time SBV dynamics at trained young men and women before and after unitary PFLEC influence testifies to blood percussive emission increase after unitary PFLEC influence, that, probably, is caused by PFLEC influence on inotropic heart function. MBV increase which is registered at trained young men and women before and after unitary PFLEC influence against HR sizes which do not change, in addition testifies to PFLEC influence on cardiac component of cardiovascular system work regulation.

Against insignificant SAP decrease and not changed DAP doubtful decrease in volume indices leads to insignificant and doubtful GPVR increase at untrained young women before and after unitary PFLEC influence. At the same time authentic GPVR increase at untrained young men before and after unitary PFLEC influence was observed, that against initial enough GPVR low sizes can testify about defined constricting orientation of unitary PFLEC influence.

DAP level decrease after unitary influence at trained persons against increase in system blood flow volume indices finds the display in GPVR decrease after unitary PFLEC influence both at trained young men, and at trained young women.

At regulatory organism mechanisms analysis marked authentically higher SI sizes at untrained young women in comparison with untrained young men. Also observed authentically higher SI sizes at trained young men and women. However, despite the revealed authentic differences between investigated groups, all surveyed SI sizes were in normotonia limits. Research of vegetative nervous system regulatory mechanisms changes level against unitary PFLEC influence shows, that cardiovascular system SI at untrained young men and women has decreased in comparison with baseline indices (tab. 1). Changes were doubtful, and SI indices remained within age and physiological norm. At trained young men and women the tendency to SI decrease was observed at comparison of sizes before and after unitary PFLEC influence.

On VBI indices authentic differences have been noted only between untrained young men and women, and the comparative analysis of VBI sizes changes before and after unitary PFLEC influence had the same tendency, as SI. IC sizes were authentically higher at young women, both trained, and untrained, in comparison with young men. The comparative analysis of IC indices testified about authentic lower sizes at trained young men in comparison with untrained. In the same time observed, that IC sizes at untrained young men decreased. At untrained young women the same tendency was observed. VBI at trained young men and women before and after unitary PFLEC influence practically remained invariable, that is possible to tell and about IC (tab. 2).

Thus, it is possible to conclude, that all above-stated indices were in norm limits, and their sizes testify to some decrease in sympathetic influence which proves to be true also by obtained in cardiovascular system research data.

The obtained data allow to assume, that unitary PFLEC influence on healthy people organism in a rest condition carries out insignificant correcting influence which is in limits of doubtful changes. At the same time the certain tendency to change of some indices owing to doubtful on absolute value, but enough unidirectional decrease in sympathetic activity has been revealed. In particular decrease in HR level at untrained persons and some SAP decrease was observed, that, probably, testifies to PFLEC influence on vegetative nervous system sympathetic department. However, HR

indices which remained invariable, some DAP decrease at the expense of increase in volume blood flow indices can testify that PFLEC influence carries out certain positive stimulating influence on inotropic heart function.

At an estimation of vegetative balance the obtained data confirm a conclusion about decrease in sympathetic activity at untrained persons and about absence of changes of this index at trained persons.

Thus, irrespective of physical characteristics of applied influence on an organism, even after unitary PFLEC application the tendency concerning to putting in order of heart activity which is displayed in inotropic heart functions increase and vascular tone decrease is observed at different stages, but unidirectional at the trained and untrained persons. The obtained data can be caused also by optimization of vegetative reactions which minor alteration is observed at an estimation by a variation pulsometria method.

The perspectives of further researches are to study the PFLEC influence on persons of another age and another degree of training and reaction of their heart activity and vegetative nervous system on this influence. Also can be studied reaction of another systems and organs on PFLEC influence at trained and untrained young persons.

CONCLUSIONS

1. The received results characterize the general functional condition of healthy people organism of young age which are engaged or do not go in for sports, and on all indices are in limits of age and physiological norm. Indices of functional condition of trained persons show changes which arise at active sports activity.
2. Obtained data comparison in condition of rest and after unitary PFLEC influence can be concluded that unitary PFLEC stimulation does not cause the expressed changes of physiological systems, and furthermore the effects connected with infringements of a psychosomatic condition of an organism.
4. Thus, it is possible to conclude, that all above-stated indices were in norm limits, and their sizes testify to some decrease in sympathetic influence which proves to be true also by obtained in cardiovascular system research data.

LITERATURE

1. Боголюбов В.М. Общая физиотерапия / В.М. Боголюбов, Г.Н. Пономаренко. – М., СПб.: Медицина, 2003. – 480 с.
2. Краткий справочник физиотерапевта: Методические рекомендации / Л.Т. Гильмутдинова, С. А. Вечерова. – Уфа: ДизайнПолиграф-Сервис, 2007. – 40 с.
3. Пономаренко Г.Н. Биофизические основы физиотерапии: учебное пособие / Г.Н.Пономаренко, И.И. Турковский. – М.: Медицина, 2006. – 176 с.
5. Попадюха Ю.А. Применение нетрадиционных средств в профилактике остеохондроза у спортсменов силовых видов спорта / Ю.А. Попадюха, С.А. Сычев // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2007. – №4. – С. 170-174.
6. Высоцкая Е.Ф. Скэнar-реабилитация при вертеброгенном болевом синдроме / Е.Ф. Высоцкая, Н.В. Степанова // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2007. – №4. – С. 35-36.
7. Лечение гипертонических кризов с цефалгической формой / [Ковалева О.В., Фуштей И.М., Поталов С.А. и др.] // Сборник статей Харьковской городской клинической больницы скорой неотложной помощи «Неотложная медицинская помощь» / Харьков: ХМАПО, 2005. – С. 176-183.

8. Опыт лечения кардиалгий, не связанных с патологией сердца на догоспитальном этапе / [Ковалева О.В., Поталов С.А., Голдовский Б.М. и др.] // Проблемні питання медицини невідкладних станів: Матеріали симпозиуму (V школа-семінар), Київ, 5-6 квітня 2007 р. – Київ, 2007 – С. 75-76.
9. Особенности изменения вегетативного гомеостаза при лечении артериальной гипертензии / [Ковалева О.В., Фуштей И.М., Селивоненко В.Г. и др.] // Від фундаментальних досліджень – до прогресу в медицині: Матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю, присвяченої 200 –річчю з дня заснування Харківського державного медичного університету, Харків, 17-18 січня 2005р. – Харків, ХДМУ, 2005. – С. 120-121.
10. Адаптація осіб молодого віку при зміні кліматичних умов / [Токаренко О.І., Маликов Н.В., Ковель Н.М. та інш.] // Український Бальнеологічний науково-практичний журнал. – 2006. – № 1-2. – С. 52-56.
11. Variability of heart rate in patients with pathology of the gastrointestinal tract / А.И. Токаренко, И.М. Фуштей, Л.В. Порада // Лекарства – человеку. Современные проблемы создания, исследования и апробации лекарственных средств: материалы научно-практической конференции с международным участием, (Харьков, 23 марта 2006 г.). – Харьков, 2006. – С. 234-239.
12. Зміни серцевого ритму у хворих з патологією жовчо-вивідної системи / [Токаренко О.І., Ковальова О.В., Ковбель Н.М. та інш.] // Український Бальнеологічний науково-практичний журнал. – 2006. – № 1-2. – С. 56-60.
13. Особенности изменения вегетативного гомеостаза при лечении артериальной гипертензии / [Фуштей И.М., Ковалева О.В., Селивоненко В.Г. и др.] // Від фундаментальних досліджень – до прогресу в медицині: матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю, присвяченої 200 –річчю з дня заснування Харківського державного медичного університету (Харків, 17-18 січня 2005 р.) – Харків, ХДМУ, 2005. – С. 120-121.
14. Баевский Р.М. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов, Л.В. Чирейкин [и др.] // Вестник аритмологии. – 2001. – №24. – С. 65-86.
15. Ковалева О.В. Аппарат волновой энергоинформационной терапии LEIT®. MODEL No. AT-30897 / О.В. Ковалева, А.В. Ковалева, С.Н. Проценко [и др.] – Запорожье. Днепропетровск, 2011. – 61 с.
16. Богдановська Н.В. Величини деяких функціональних показників у хлопців та дівчат у віці 17-ті років // В зб.: Актуальні проблеми фізичної культури та спорту в соціально-економічних умовах. – Запоріжжя, 2005. – С. 160-168.
17. Косинський Е.О. Стан серцево-судинної системи студентів першого року навчання / Е.О. Косинський, Ю.М. Андрійчук, В.М. Ходінов // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2010. – №5. – С. 79-81.
18. Сердюк І.В. Результати вивчення показників артеріального тиску у студенток / І.В. Сердюк // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2012. – №1. – С. 105-108.
19. Шахлина Л.Я. Медико-биологические основы спортивной тренировки женщин / Л.Я. Шахлина. – К.: Наукова думка, 2001. – 326 с.
20. Крапівіна К. Стан гемодинаміки у жінок репродуктивного віку під впливом аеробних та аеробно-анаеробних навантажень / К. Крапівіна, В. Цимбал, Н. Лисак [і інш.] // Теорія і практика фізичного виховання і спорту. – 2002. – №2-3. – С. 62-63.

21. Patrick B.T. Influence of weight training status on hemodynamic adjustments to isometric actions / B.T. Patrick, A. Caterisano // *J Sports Med Phys Fitness*. – 2002 – №42(4). – P. 451-7.
22. Мельников А.А. Особенности гемодинамики и реологических свойств крови у спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса / А.А. Мельников, А.Д. Викулов // *Теория и практика физической культуры*. – 2003. – №1. – С. 23-26.
23. Степук О.В. Функціональні особливості гемодинамічних параметрів серцево-судинної системи під впливом факторів різної природи: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.13 «Фізіологія людини і тварин» / О.В. Степук. – Львів., 2003. – 23 с.
24. Взаємозв'язок між фізичною підготовленістю і функціональним станом серцево-судинної системи [Електрон. ресурс] / Д.С. Присяжнюк, А.І. Драчук, Л.Ю. Дудорова // *Педагогіка, психологія та мед.-біол. пробл. фіз. виховання і спорту*. — X., 2002. – №20. – С. 41-45.
25. Корінчак Л.М. Вплив фізичного навантаження на показники серцево-судинної системи студентів / Л.М. Корінчак // *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. – 2008. – №7. – С. 74-76.
26. Решетняк О.А. Особенности адаптации сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку у студентов различного уровня тренированности / О.А. Решетняк // *Ученые записки Таврического национального университета им. В.И.Вернадского. Серия «Биология»*. – 2005. – Том 18 (57), №3. – С. 140-143.
27. Manolas V.M. Echocardiographic changes in the development of the athlete's heart in 9 to 20-year-old male subjects / V.M. Manolas, G. Pavlik, A. Banhegyi et al // *Acta Physiol Hung*. – 2001. – №88(3-4). – P. 259-70.
28. Palazzetti S. Overloaded training increases exercise-induced oxidative stress and damage / S. Palazzetti, M.J. Richard, A. Favier et al // *Can J Appl Physiol*. – 2003. – №28. – P. 588-604.
29. Иоффе Л.А. Сердечная деятельность у спортсменов в условиях покоя / Л.А. Иоффе, Г.М. Куколевский // *Сердце и спорт*. – М, 1968. – С. 6-37.
30. Канищева О.П. Моніторинг стану здоров'я студентів з різним рівнем фізичної підготовленості / О.П. Канищева // *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. – 2009. – №12. – С. 73-76.
31. Богатов А.А. Связь индекса напряженности регуляторных систем и других показателей сердечного ритма со специальной работоспособностью лыжников-гонщиков / А.А. Богатов // *Теория и практика физической культуры*. – 2003. – №1. – С. 54-55.

REFERENCES

1. Bogolyubov V.M. *Obschaya fizioterapiya* / V.M. Bogolyubov, G.N. Ponomarenko. – M., SPb.: Meditsina, 2003. – 480 s.
2. *Kratkiy spravochnik fizioterapevta: Metodicheskiy rekomendacii* / L.T. Gilmutdinova, S.A. Vecherova. – Ufa: DizaynPoligraf-Servis, 2007. – 40 s.
3. Ponomarenko G.N. *Biofizicheskiye osnovy fizioterapii: uchebnoe posobiye* / G.N.Ponomarenko, I.I. Turkovskiy. – M.: Meditsina, 2006. – 176 s.
4. Popadyuha Y.A. *Primeneniye netradicionnykh sredstv v profilaktike osteohondroza u sportsmenov silovykh vidov sporta* / Y.A. Popadyuha, S.A. Sychev // *Pedagogika, psihologiya ta mediko-biologichni problemy fizychnogo vyhovannya i sportu*. – 2007. – №4. – S. 170-174.
5. Vysotskaya E.F. *Skenar-reabilitatsiya pri vertebrogennom bolevom sindrome* / E.F. Vysotskaya, N.V. Stepanova // *Pedagogika, psihologiya ta mediko-biologichni problemy fizychnogo vyhovannya i sportu*. – 2007. – №4. – S. 35-36.

6. Lechenie gipertonicheskikh krizov s tsefalgicheskoy formoy / [Kovaleva O.V., Fushtey I.M., Potalov S.A. i dr.] // Sbornik statey Kharkovskoy gorodskoy klinicheskoy bolnitsy skoroy neotlozhnoy pomoschi «Neotlozhnaya medicinskaya pomoshch» / Harkiv: HMAPO, 2005. – S. 176-183.
7. Opyt lecheniya kardialdiy, ne svyazannih s patologiyey serdtsa na dogospitalnom etape / [Kovaleva O.V., Potalov S.A., Goldovskiy B.M. i dr.] // Problemni pitannya meditsiny nevidkladnih staniv: Materialy simpoziumu (V shkola-seminar), Kyiv, 5-6 kvithya 2007 r. – Kyiv, 2007 – S. 75-76.
8. Osobennosti izmeneniya vegetativnogo gomeostaza pri lechenii arterialnoy gipertenzii / [Kovaleva O.V., Fushtey I.M., Selivonenko V.G. i dr.] // Vid fundamentalnyh doslidzhen – do progresu v medytsini: Materialy naukovopraktychnoy konferentsiyi z mizhnarodnoyu uchastu, prasyachenoyi 200–richchyu z dnya zasnovannya Kharkivskogo derzhavnogo medychnogo universytetu, Kharkiv, 17-18 sichnya 2005 r. – Kharkiv, HDMU, 2005. – S. 120-121.
9. Adaptatsiya osib molodogo viku pry zmini klimatichnyh umov / [Tokarenko O.I., Malikov N.V., Kovel N.M. ta inch.] // Ukrainskiy balneologichniy naukovopraktychniy zhurnal. – 2006. – № 1-2. – S. 52-56.
10. Variabelnost serdechnogo ritma u bolnih s patologiyey zheludochno-kischechnogo trakta / A.I. Tokarenko, I.M. Fushtey, L.V. Porada // Lekarstva – cheloveku. Sovremenniye problemy sozdaniya, issledovaniya i approbatsii lekarstvennyh sredstv: materialy nauchno-practicheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, (Kharkov, 23 marta 2006 g.). – Kharkov, 2006. – S. 234-239.
11. Zmini sercevego ritmu u hvorih z patologiyeyu zhovchno-vyvudnoy sistemy / [Tokarenko O.I., Kovalyova O.V., Kovbel N.M. ta inch.] // Ukrainskiy balneologichniy naukovopraktychniy zhurnal. – 2006. – № 1-2. – S. 56-60.
12. Osobennosti izmeneniya vegetativnogo gomeostaza pri lechenii arterialnoy gipertenzii / [Fushtey I.M., Kovaleva O.V., Selivonenko V.G. i dr.] // Vid fundamentalnyh doslidzhen – do progresu v medytsini: materialy naukovopraktychnoy konferentsii z mezhdunarodnoyu uchastyu, prasyachenoy 200–richchyu z dnya zasnovannya Kharkivskogo derzhavnogo medychnogo universytetu, Kharkiv, 17-18 sichnya 2005 r. – Kharkiv, HDMU, 2005. – S. 120-121.
13. Baevskiy R.M. Analiz variabelnosti serdechnogo ritma pri ispolzovanii razlichnyh elektrokardiograficheskikh sistem / R.M. Baevskiy, G.G. Ivanov, L.V. Chireykin [i dr.] // Vestnik aritmologii. – 2001. – №24. – S. 65-86.
14. Kovaleva O.V. Apparat vonovoy energoinformatsionnoy terapii LEIT®. MODEL No. AT-30897 / O.V. Kovaleva, A.V. Kovaleva, S.N. Protsenko [i dr.] – Zaporozhye. Dnepropetrovsk, 2011. – 61 s.
15. Bogdanovskaya N.V. Velychiny deyakhih funktsionalnih pokaznykiv u hloptsiv ta divchat u vitsi 17-ti rokiv // V zb.: Aktualni problemy fisychnoy kulturi ta sportu v sotsialno-ekonomichnyh umovah. – Zaporizhzhya, 2005. – S. 160-168.
16. Kosynskiy E.O. Stan sertsevo-sudynnoy csystemy studentiv perschogo roku navchannya / E.O. Kosynskiy, Y.M. Andriychuk, V.M. Hodinov // Pedagogika, psihologiya ta mediko-biologichni problemy fizychnogo vyhovannya i sportu. – 2010. – №5. – S. 79-81.
17. Serdyuk I.V. Resultaty vyvchennya pokaznykiv arterialnogo tysku u studentok / I.V. Serdyuk // Pedagogika, psihologiya ta mediko-biologichni problemy fizychnogo vyhovannya i sportu. – 2012. – №1. – S. 105-108.
18. Shahlina L.Y. Medyko-biologicheskiye osnovy sportivnoy trenirovki zhenschin / L.Y. Shahlina. – K.: Naukova dumka, 2001. – 326 s.
19. Krapivina K. Stan gemodynamiki u zhinok reproduktivnogo viku pid vplyvom aerobnyh ta aerobno-anaerobnyh navantazhen / K. Krapivina, V. Tsimbal, N. Lysak [i inch.] // Teoriya i praktyka fisychnogo vyhovannya i sportu. – 2002. – №2-3. – S. 62-63.
20. Patrick B.T. Influence of weight training status on hemodynamic adjustments to isometric actions / B.T. Patrick, A. Caterisano // J Sports Med Phys Fitness. – 2002 – №42(4). – P. 451-7.
21. Melnikov A.A. Osobennosti gemodinamiki I reologicheskikh svoystv krovi u sportsmenov s raznoy napravlennoy trenirovochnogo protsesa / A.A. Melnikov, A.D. Vikulov // Teoriya i praktyka fizicheskoy kultury. – 2003. – №1. – S. 23-26.
22. Stepuk O.V. Funktsionalni osoblyvosti gemodynamichnih parametriv sertsevo-sudynnoy systemi pid vplyvom faktoriv riznoy prirody: avtoref. dys. na zdobuttya nauk. stupenya kand. biol. nauk: spets. 03.00.13 «Fiziologiya lyudyny i tvaryn» / O.V. Stepuk. – Lviv, 2003. – 23 s.
23. Vzaemozvyazok mizh fizychnoyu pidgotovlenictyu I funktsionalnym stanom sertsevo-sudynnoy systemy [Elektron. resurs] / D.S. Prisyazhnyuk, A.I. Drachuk, L.Y. Dudorova // Pedagogika, psihologiya ta mediko-biologichni problemy fizychnogo vyhovannya i sportu. — Kh., 2002. – №20. – S. 41-45.

24. Korinchak L.M. Vplyv fizychnogo navantazhennya na pokaznyki sertsevo-sudynnoy systemy studentiv / L.M. Korinchak // Pedagogika, psihologiya ta mediko-biologichni problemy fizychnogo vyhovannya i sportu. – 2008. – №7. – С. 74-76.
25. Reshetnyak O.A. Osobennosti adaptatsii serdechno-sosudistoy na fizicheskuyu nagruzku u studentov razlichnogo urovnya trenirovannosti / O.A. Reshetnyak // Uchenye zapiski Tavricheskogo natsionalnogo universiteta im. V.I.Vernadskogo. Seriya «Biologiya». – 2005. – Tom 18 (57), №3. – С. 140-143.
26. Manolas V.M. Echocardiographic changes in the development of the athlete's heart in 9 to 20-year-old male subjects / V.M. Manolas, G. Pavlik, A. Banhegyi et al // Acta Physiol Hung. – 2001. – №88(3-4). – P. 259-70.
27. Palazzetti S. Overloaded training increases exercise-induced oxidative stress and damage / S. Palazzetti, M.J. Richard, A. Favier et al // Can J Appl Physiol. – 2003. – №28. – P. 588-604.
28. Ioffe L.A. Serdechnaya deyatelnost u sportsmenov v usloviyah pokoya / L.A. Ioffe, G.M. Kukolevskiy // Serdtse I sport. – M, 1968. – С. 6-37.
29. Kanischeva O.P. Monitoring stanu zdorovya studentiv z riznym rivnem fizychnoy pidgotovlenosti / O.P. Kanischeva // Pedagogika, psihologiya ta mediko-biologichni problemy fizychnogo vyhovannya i sportu. – 2009. – №12. – С. 73-76.
30. Bogatov A.A. Svyaz indeksa napryazhennosti regulatorynyh system I drugih pokazateley serdechnogo ritma so spetsialnoy rabotosposobnostyu lyzhnikov-gonschikov / A.A. Bogatov // Teoriya i praktyka fisycheskoy kultury. – 2003. – №1. – С. 54-55.

УДК 599.323.41:591.619

ЗМІНА СИЛИ СКОРОЧЕННЯ ІШЕМІІЗОВАНОГО M. GASTROCNEMIUS (CAP. MED.) У АЛКОГОЛІЗОВАНИХ ЩУРІВ ПІД ЧАС ПРОГРЕСИВНОЇ НИЗЬКОЧАСТОТНОЇ М'ЯЗОВОЇ ВТОМИ

Коцан І. Я., Мельничук О. А., Мотузюк О. П.

Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки,

43025, Україна, Луцьк, просп. Волі, 13

olexiymelnichuk@gmail.com

Досліджено силову продуктивність ішемізованого *m. gastrocnemius* (cap. med.) у алкоголізованих щурів під час прогресивної низькочастотної м'язової втоми. Хронічна алкогольна інтоксикація здійснювалась шляхом ентерогастрального введення етилового спирту досліджуваним щурам (n=3) протягом 30 днів. Для індукції васкулярної ішемії, тривалістю 3 години, досліджуваним щурам (n=6) лігували *a. femoralis*. Тензометричні дослідження динаміки тетанічного скорочення ішемізованого *m. gastrocnemius* (cap. med.) в алкоголізованих щурів досліджувались в ізометричному режимі, за умов безпосередньої електричної стимуляції. Результати дослідження свідчать про зменшення силової продуктивності ішемізованого *m. gastrocnemius* (cap. med.) в алкоголізованих щурів, порівняно з неалкоголізованими.

Ключові слова: алкоголізація, васкулярна ішемія, тетанічна сила, м'язова втома, m. gastrocnemius.

ИЗМЕНЕНИЕ СИЛЫ СОКРАЩЕНИЯ ИШЕМИИЗИРОВАННОГО M. GASTROCNEMIUS (CAP. MED.) У АЛКОГОЛИЗИРОВАННЫХ КРЫС ВО ВРЕМЯ ПРОГРЕССИВНОЙ НИЗКОЧАСТОТНОЙ МУСКУЛЬНОЙ УСТАЛОСТИ

Коцан И. Я., Мельничук А. А., Мотузюк А. П.

Восточноевропейский национальный университет имени Леси Украинки,

43025, Украина, Луцк, просп. Свободы 13

olexiymelnichuk@gmail.com

Исследована силовая производительность ишемиизированного *m. gastrocnemius* (cap. med.) у алкоголизованных крыс во время прогрессивной низкочастотной мускульной усталости. Хроническая алкогольная интоксикация осуществлялась путем энтерогастрального введения этилового спирта исследуемым крысам (n=3) в течение 30 дней. Для индукции васкулярной ишемии,

длительностью 3 часа, исследуемым крысам (n=6) лигировали а. femoralis. Тензометрические исследования изменений динамики тетанического сокращения ишемизированного *m. gastrocnemius* (cap. med.) у алкоголизованных крыс исследовались в изометрическом режиме, при непосредственной электрической стимуляции. Результаты исследования свидетельствуют об уменьшении силовой производительности ишемизированного *m. gastrocnemius* (cap. med.) в алкоголизованных крыс, сравнительно с неалкоголизованными.

Ключевые слова: алкоголизация, васкулярная ишемия, тетаническая сила, мышечная усталость, *m. gastrocnemius*.

FORCE PRODUCTION CHANGE OF ISCHEMIC *M. GASTROCNEMIUS* (CAP. MED.) IN ALCOHOL INTOXICATED RATS DURING PROGRESSIVE LOW-FREQUENCY MUSCLE FATIGUE

Kotsan I. YA., Melnychuk O. A., Motuziuk A. P.

Eastern European National University named after Lessia Ukrainka,

43025, Ukraine, Lutsk, Volya ave., 13

olexiymelnychuk@gmail.com

The skeletal muscles ischemic diseases are accompanied by neuromuscular deficit of locomotion function. The compression ischemic skeletal muscles damages that arise up as a result of soft tissue compression position of lower extremities in alcohol intoxicated people are complicated by alcohol associated miofibrillar degradation. The dominant displays of such changes is step complication, cramp, contractile activity decline and muscles force productivity, ul'trastruktural degeneration and homoeostatic disbalance. The cascade of such ischemic-induced physiopathology changes will be complicated by alcohol-associated relative maintenance muscular proteins diminishing, their synthesis intensity decline which will be accompanied by diminishing of muscular fibers diameter. Alcohol can change the dynamic, biochemical, mechanical parameters of muscles contraction and their structure.

An alcoholic miopathy that is the result of chronic alcohol intoxication is considered to be a multivariable illness and is characterized by general atrophy process in skeletal muscles. However, it is set that protracted alcoholic dependence is accompanied by insignificant atrophy changes and I type muscular fibers. An alcohol-associated muscular dystrophy will come forward as additional factor of pathological ul'trastruktural, metabolic and, as a result, functional changes of skeletal muscles tetanic contraction dynamics, that considerably complicate the motion of compression ischemic syndrome. The tetanic contraction dynamics changes found out in experiments at the terms of ethyl spirt influence during the experimentally induced vascular ischemia can serve as subsoil for development and improvement of postischemic skeletal muscles therapy methods. Therefore, the research purpose was to analyse the *m. gastrocnemius* (cap. med.) force productivity changes in alcohol intoxicated rats at the terms of hind-limbs experimentally induced sharp unilateral vascular muscles ischemia.

Experiments were carried out on 6 young males rats Wistar ($m = 178,97 \pm 5.15$ g), which were kept under standard vivarium conditions and diet. The investigated rats were divided into two groups: alcohol intoxicated (3) and non intoxicated (3). The study was held in two phases: chronic (30 days) and acute (3 hours) experiment. All surgical procedures were carried out aseptically under general anesthesia. After the experiments the animals where given the lethal dose of natrium thiopental. The experimental protocol was confirmed by Eastern European National University named after Lessia Ukrainka Bioethical Commission in accordance with the rules of "European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes" (Strasburg, 1985). Experimental chronic alcohol intoxication was carried out after the method of M. KH. Khalilov and SH. YA. Zakirkhodzhaev during thirty calendar days. For enterogastral ethyl spirt injection was used epidural catheter: Perifix® Epidural Catheter $d=0.45 \times 0.85$ mm. $L=1000$ mm., the water was perorally injected into control group. Experimental unilateral vascular 3 hours duration ischemia, was induced in 30 days after last dose ethyl spirt injection, by ligating of proksimal and distal а. femoralis ends with the next cutting of intermediate segment between ligatures. For tetanic contraction dynamics research was selected *m. gastrocnemius* (cap. med.), that contains the muscular fibers pinches of different type: 56% - glycolic, 38% - fasts oxidative-glicolic, 4% - slow oxidative fibers.

The research of dynamic changes of ischemic *m. gastrocnemius* (cap. med.) tetanic contraction in alcohol intoxicated rats was carried in isometric mode, with direct electrical stimulation. Adapted muscular preparation during 30 min. was placed in an experimental chamber at the constantly term of 37 ± 1 ° C and circulatory Tirode solution. The direct stimulation of ischemic *m. gastrocnemius* (cap. med.) carried out the electric impulses of rectangular form with the followings parameters: duration - 0,1 ms., frequency - 30 Hz., amplitude – up to 0,5 V, run stimulation duration - 5 s., relaxation time between stimulation runs - 3 min. For stimulation we use bipolar platinum electrode. At a 100% force answer accepted of natively *m. gastrocnemius* (cap. med.) tetanic contraction highest amplitude to bazeline. Statistical analysis of research results was carried out by variation statistics methods using the software Origin 7.0. The differences $p \leq 0,05$ were considered credible.

Research results displayed force productivity diminishing of ischemic *m. gastrocnemius (cap. med.)* during low-frequency muscular fatigue in both investigated rat groups. It is set that with every tetanic run increases instant force and decreases tetanic force, simultaneously with maximal time diminishing. It can be explained by summation worsening of separate muscular contractions, through diminishing of intrafibrillar recirculation calcium amount, concentration of which in sarcoplasm grows with every successive tetanic run. However, differences of t_{max} in both investigated rat groups are not statistically reliable, and consequently, diminishing of *m. gastrocnemius (cap. med.)* force productivity in alcohol intoxicated rats which take place in time course, and is related with structurally functional alcohol associated muscle changes. In addition, there is efficiency worsening of single muscular contractions summation in this investigated rat groups, that is reflected in probed muscle force productivity. Concerning to general loss of tetanic force productivity, the fatigue index digital values displayed that at the end of experiment for native muscle $F_{max} = 0,35 \pm 0,22$ % from initial tetanic force which was accepted as 100%. Similarly, F_{max} for ischemic *m. gastrocnemius (cap. med.)* in alcohol intoxicated rats is $0,81 \pm 0,14$ % and $0,58 \pm 0,01$ % retrospectively. The difference in F_{max} loss between two investigated rat groups makes $23 \pm 0,13$ %, that shows more rapid force rate diminishing in alcohol intoxicated rats. Consequently, we can assert that *m. gastrocnemius (cap. med.)* force productivity diminishing in alcohol intoxicated rats with the experimentally induced hind limbs vascular muscles ischemia is the destructive ischemic-induction changes result, complicated by alcohol associated muscular fibers damage.

Tetanic *m. gastrocnemius (cap. med.)* force decrease in alcohol-intoxicated rats during progressive low-frequency muscle fatigue occurs more rapidly compared with non-intoxicated rats. Low force productivity of ischemic *m. gastrocnemius (cap. med.)* in alcohol-intoxicated rats testifies to substantial complications of compression ischemic syndrome motion. The maximal time diminishing, and minor fatigue index values of ischemic *m. gastrocnemius (cap. med.)* in alcohol-intoxicated rats specify to muscular fatigue process acceleration development.

The essential ischemic *m. gastrocnemius (cap. med.)* force productivity changes in alcohol-intoxicated rats during progressive low-frequency muscle fatigue testify to complication of skeletal muscles vascular ischemia motion during the early ischemic damage periods of lower extremities soft tissue. Research of skeletal muscles functional possibilities at the terms of chronic alcohol intoxication is the prospect of subsequent researches during the late periods of compression ischemia.

Key words: alcohol intoxication, vascular ischemia, tetanic force, muscle fatigue, m. gastrocnemius.

ВСТУП

Артеріальний тромбоз, емболія, травматичні розриви або зовнішнє стиснення є поширеною причиною ішемічного ушкодження м'язів [1, с - 172]. Ішеміє-асоційовані ультраструктурні зміни скелетних м'язів протягом гострої та хронічної ішемії [2, 3] супроводжуються дефіцитом нервово-м'язової функції опорно-рухового апарату [4]. Компресійно-ішемічні ушкодження скелетних м'язів, що виникають в результаті позиційного стиснення м'язів тканин нижніх кінцівок в алкоголь-залежних людей [5], ускладнюються алкоголь-асоційованою міофібрилярною деградацією [6].

Домінуючими проявами таких змін є ускладнення ходи, судоми, зниження скоротливої активності та силової продуктивності м'язів [7, с - 677], ультраструктурна дегенерація та гомеостатичний дисбаланс [8, 1, 17, 19].

Алкоголь, навіть при фізіологічно низьких концентраціях може змінювати динамічні, біохімічні, механічні параметри скорочення м'язів [7] та їхню структуру [9]. Алкогольна міопатія, яка є результатом хронічної алкогольної інтоксикації [6, 7], вважається багатофакторною хворобою [7, 10] та характеризується генералізацією атрофічного процесу в скелетних м'язах [11], оскільки показано, що алкоголь-асоційовані морфо-функціональні зміни м'язової тканини залежать від особливостей гістологічної структури досліджуваного м'яза [12].

При алкогольній міопатії найбільше страждають волокна II В (анаеробного) типу, на відміну від волокон I типу (аеробного) [7]. Проте встановлено, що тривала алкогольна залежність супроводжується незначними атрофічними змінами й м'язових волокон I типу, що найбільш вразливі до гіпоксії, однак відносно резистентні до впливу етилового спирту та його метаболітів, порівняно із анаеробними міофібрилами [11].

Оскільки ішемія призводить до тяжких морфофункціональних порушень у м'язовій тканині на рівні окремих міофібрил, що супроводжується їх дистрофією [2, 3], то каскад таких

ішеміє-індукованих патофізіологічних змін ускладнюватиметься алкоголь-асоційованим зменшенням відносного вмісту м'язових протеїнів [13], зниженням інтенсивності їх синтезу [14] і супроводжуватиметься зменшенням відносного діаметра м'язових волокон, що відобразатиметься на функціональних можливостях скелетних м'язів.

Отже, алкоголь-асоційована м'язова дистрофія виступатиме додатковим чинником патологічних ультраструктурних, метаболічних та, як наслідок, суттєвих змін динаміки тетанічного скорочення скелетних м'язів, що значно ускладнюватиме перебіг компресійного ішемічного синдрому.

У зв'язку з цим, розкриття характеру впливу гострої і хронічної алкогольної інтоксикації на динаміку скорочення ішемізованих скелетних м'язів є однією із актуальних та до кінця не досліджених проблем фізіології, що полягає в з'ясуванні етіології ультраструктурних, компресійно-ішемічних і алкоголь-індукованих ушкоджень та зумовлених ними функціональних обмежень.

З'ясовані в експериментах зміни динаміки тетанічного скорочення за умов впливу етилового спирту під час експериментально-індукованої васкулярної ішемії можуть слугувати підґрунтям для розробки та покращення методів пост-ішемічної терапії скелетних м'язів.

Тому метою цього дослідження був аналіз зміни силової продуктивності *m. gastrocnemius* (*cap. med.*) у алкоголізованих щурів за умов експериментально-індукованої гострої унілатеральної васкулярної ішемії м'язів задніх кінцівок.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Експерименти проводились на 6 дорослих самцях щурів лінії Wistar, середньою масою $178,97 \pm 5,15$ г., яких утримували в стандартних умовах та раціоні віварію.

Досліджувані тварини були поділені на 2 групи з експериментально індукованою унілатеральною васкулярною ішемією м'язів задніх кінцівок: неалкоголізовані ($n=3$) та алкоголізовані ($n=3$).

Протокол експерименту був затверджений комісією з питань біоетики СНУ імені Лесі Українки згідно із правилами "Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються в експериментальних та інших наукових цілях" (Страсбург, 1985) і норм біомедицини етики, відповідно Законам України №: 3446-IV 21.02.2006 р., м. Київ, "Про захист тварин від жорстокого поводження" з проведенням медико-біологічних досліджень.

Усі хірургічні процедури проводились в асептичних умовах під загальною анестезією. Ініціація наркотичного сну тіопенталом натрію (0,04 мг/100 г., підтримуюча доза – 0,1 мг/100 г.), здійснювалась після попередньої премедикації атропіном для попередження ларингоспазму та бронхоспазму (0,1 мл. за 30 хв. перед введенням у наркотичний сон). Глибина анестезії контролювалась шляхом оцінки сили згинального рефлексу при пощипуванні великого пальця ноги.

Дослідження проходило у дві фази: хронічний (30 днів) та гострий (3 години) експеримент. Експериментальна хронічна алкогольна інтоксикація здійснювалась за методикою М. Х. Халілова та Ш. Я. Закірходжаєва [15] протягом тридцяти календарних днів. Для ентерогастрального введення етилового спирту використовували епідуральний катетер: Regifix® Epidural Catheter $d=0.45 \times 0.85$ мм. $L=1000$ мм., контрольній групі перорально вводилась вода. Експериментальна унілатеральна васкулярна ішемія тривалістю 3 години, індукувалась через 30 днів після введення останньої дози етилового спирту, шляхом лігування проксимального та дистального кінців а. femoralis із наступним перерізанням проміжного сегменту між лігатурами. Після експерименту тварини були піддані евтаназії, шляхом введення критичної дози тіопенталу натрію (0,5 мг/100 г.).

Для дослідження динаміки тетанічного скорочення було обрано *m. gastrocnemius* (*cap. med.*), який містить пучки м'язових волокон різного типу: 56% – швидкі гліколітичні, 38% - швидкі окисно-гліколітичні, 4% - повільні аеробні [16, с - 54].

Для реєстрації сили ізометричного скорочення *m. gastrocnemius* (*cap. med.*) використовували тензометричну установку, розроблену на кафедрі біофізики Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Адаптований (позбавлений залишків нервів, судин та фасціальної сполучної тканини) м'язовий препарат протягом 30 хв. розміщували в плексигласовій камері при $t = 37 \pm 1$ °C і постійно циркулюючому фізіологічному розчині Тіроде: (H₂O – 100 мл, NaCl – 0,8 г, KCl – 0,02 г, CaCl₂ – 0,02 г, NaHCO₃ – 0,02 г, Na₂HPO₄ – 0,005 г, MgCl₂ – 0,01 г, глюкоза – 0,1 г, O₂ – насичення, Нерес – 0,92 г., рН – 7.0).

В експериментальному дослідженні використовувались хімічні реактиви кваліфікації х.ч. або ч.д.а. ("Хімлаборреактив", Україна), етиловий спирт (40%), дистильована вода, тіопентал натрію, атропіну сульфат (0,1%).

Безпосередню стимуляцію ішемізованого *m. gastrocnemius* (*cap. med.*) здійснювали електричними імпульсами прямокутної форми із такими характеристиками: тривалість – 0,1 мс., частота – 30 Гц., амплітуда – вище 0,5 В, тривалість стимуляційного пробігу – 5 с., час релаксації між стимуляційними пробігами – 3 хв. За 100% силової відповіді приймали максимальну висоту механограми тетанічного скорочення нативного *m. gastrocnemius* (*cap. med.*) відносно ізолінії.

Гradient сили розраховували за формулою:

$$dF / dt \quad (1)$$

Для числової характеристики gradienta сили розраховували час досягнення максимальної сили (t_{max}).

Індекс втоми (FI- fatigue index) розраховувався як співвідношення кінцевої тетанічної сили (F) у кінці тесту, до початкової (I), яка приймалась за 100%:

$$FI = I / F \quad (2)$$

Індекс злиття – (Fui - fusion index) розраховувався як відношення мінімальної м'язової сили ($F_{min.}$) до максимальної ($F_{max.}$) в кінці тетанічного скорочення (рис.1):

$$F_{min.} / F_{max.} \quad (3)$$

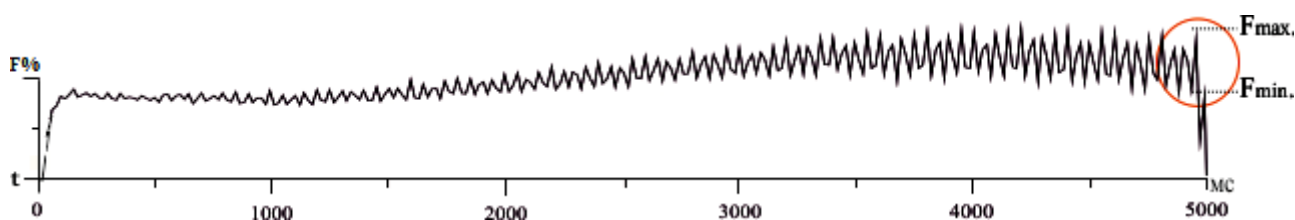


Рис.1. Індекс злиття (Fui): $F_{max.}$ – максимальна сила, $F_{min.}$ – мінімальна сила в кінці тетанічного скорочення.

Статистичну обробку результатів дослідження проводили методами варіаційної статистики з допомогою програмного забезпечення Origin 7.0. Перевірку вибірок на їхню приналежність до нормально розподілених генеральних сукупностей здійснювали за допомогою критерію Шапіро-Вілка. Для визначення вірогідних відмінностей між середніми величинами вибірок використовували U-критерій Манна-Вітні. Достовірними вважалися відмінності при $p \leq 0,05$.

Результати представлені як середнє арифметичне \pm похибка середнього ($M \pm m$) і вказана кількість дослідів (n).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результати дослідження (табл. 1, рис. 2, 3) показали, що силова продуктивність ішемізованого *m. gastrocnemius (cap. med.)* під час низькочастотної м'язової втоми у обох досліджуваних групах щурів, зменшується проградієнтно кількості реалізованих тетанічних пробігів. Ці зміни стосуються як миттєвої сили (F), так і F_{\max} та t_{\max} . Помітно, що миттєва сила (табл. 1), розвинена ішемізованим м'язом у відповідь на перші стимуляційні сигнали, зростає із кожним послідовним тетанічним пробігом, тоді як F_{\max} зменшується.

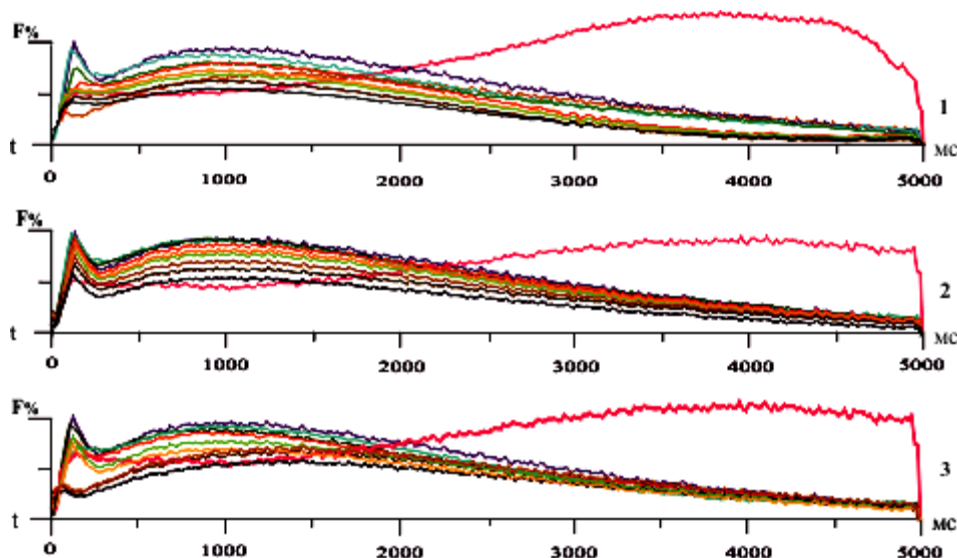


Рис.2. Динаміка тетанічного скорочення нативного *m. gastrocnemius (cap. med.)* під час прогресивної низькочастотної м'язової втоми. $F\%$ – максимальна м'язова сила, t (мс.) – час. Цифрами (1, 2, 3) позначено серію експерименту ($n=10$)

Це пояснюється погіршенням сумачії окремих м'язових скорочень внаслідок зменшення кількості доступного рециркульованого інтрафібрилярного кальцію в досліджуваному м'язі.

Із кожним послідовним тетанічним пробігом концентрація нерциркульованого Ca^{2+} зростає, до того ж, короткі інтервали між послідовними стимуляційними пробігами, ймовірно, призводять до часткової його рециркуляції в цистерни саркоплазматичного ретикулу. Тому, як наслідок, максимальна тетанічна сила, розвинена м'язом, також зменшується. Цей параметр відрізняється в обох групах досліджуваних щурів ($p \leq 0,05$). Аналогічно, статистично відмінні і показники F_{\max} .

Необхідно зазначити, що кожен наступний тетанічний пробіг характеризується тенденцією до зменшення t_{\max} , одночасно із зменшенням F_{\max} (табл. 1, рис. 2, 3). Утім, відмінності t_{\max} у обох досліджуваних групах щурів не є статистично достовірними, а отже, зменшення силової продуктивності *m. gastrocnemius (cap. med.)* в алкоголізованих щурів, що відбуваються з часом, пов'язане із структурно-функціональними алкоголь-асоційованими змінами м'язів.

Таблиця 1 – Динаміка тетанічного скорочення ішемізованого *m. gastrocnemius* (cap. med.) під час прогресивної низькочастотної м'язової втоми (n=10)

Досліджувані показники тетанічного скорочення						
n	F(%) N	F(%) I	F(%) A+I	Fmax.(%) N	Fmax.(%) I	Fmax.(%) A+I
1.		30,76±1,33	5,761±4,66*		70,49±6,33	24,59±0,33**
2.		34,61±0,50	28,84±1,00*		77,77±1,60	37,77±0,33**
3.		62,50±7,33	22,91±0,76*		69,04±0,33	38,09±0,30**
4.		80,55±4,00	25,00±1,03*		71,05±3,33	36,84±0,06**
5.	100	78,12±6,66	25,00±0,83*	100	73,52±3,33	32,35±0,03**
6.		66,66±2,66	23,33±0,53*		65,62±3,00	25,00±0,13**
7.		60,71±0,50	21,42±0,33*		68,00±3,00	28,00±0,03**
8.		84,21±0,46	26,31±0,26*		60,00±2,66	20,00±0,03**
9.		56,00±4,06	16,00±0,30*		60,86±3,66	17,39±0,33**
10.		60,00±4,13	15,00±0,03*		57,14±3,66	14,28±0,33**
n	t max. (с.) N	t max. (с.) I	t max. (с.) A+I			
1.	4,13±0,01	2,10±0,08*,**	1,95±0,46			
2.	2,68±0,20	2,21±0,47	1,70±0,22			
3.	2,19±0,05	1,88±0,31	1,58±0,35			
4.	1,19±0,15	1,14±0,30	1,67±0,36			
5.	0,10±0,01	1,09±0,85	1,58±0,45			
6.	0,84±0,03	1,20±0,33	1,50±0,43			
6.	0,76±0,10	1,13±0,32	0,83±0,01			
8.	0,70±0,05	1,00±0,30	0,63±0,10			
9.	0,61±0,05	1,01±0,39	0,57±0,08			
10.	0,47±0,11	0,92±0,34	0,45±0,07			
n	Fui. N	Fui. I	Fui. A+I	FI N	FI I	FI A+I
1.	0,42±0,04	0,62±0,03*	0,67±0,03			
2.	0,45±0,07	0,63±0,05	0,61±0,18			
3.	0,49±0,12	0,69±0,03	0,78±0,01**			
4.	0,51±0,12	0,73±0,01	0,77±0,06			
5.	0,54±0,10	0,78±0,02	0,87±0,06**	0,35±0,22	0,81±0,14*	0,58±0,01**
6.	0,57±0,11	0,80±0,02	0,85±0,02**			
7.	0,63±0,10	0,84±0,01	0,90±0,07**			
8.	0,67±0,08	0,87±0,04	0,92±0,11			
9.	0,69±0,06	0,87±0,04	0,97±0,08			
10.	0,71±0,03	0,91±0,04	0,93±0,06			

Примітка: F(%) – миттєва сила, F max.(%) – максимальна тетанічна сила, t max. (с.) – час досягнення максимальної сили, Fui. – індекс злиття, FI – індекс втоми. N – нативний м'яз, I – ішемізований м'яз, A+I – ішемізований м'яз в алкоголізованих щурів. * – достовірні відмінності між нативним та ішемізованим м'язом, ** – достовірні відмінності між ішемізованим та ішемізованим *m. gastrocnemius* (cap. med.) у алкоголізованих щурів. (p≤0,05).

Зменшення F max. впродовж послідовних тетанічних пробігів, під час низькочастотної м'язової втоми, в обох досліджуваних групах щурів характеризується зменшенням злиття компонентів тетанусу, порівняно із нативним *m. gastrocnemius* (cap. med.).

Зменшення ступеня злиття поодиноких м'язових скорочень впродовж послідовних пробігів, може свідчити про залежність зменшення F max. під час васкулярної ішемії та алкогольної інтоксикації не лише від патологічних деструктивно-дегенеративних змін, а й дефіциту вільного кальцію, оскільки зазначено, що дисбаланс Ca²⁺ у цих патологічних умовах є характерною ознакою м'язової дисфункції [17, 18], що безпосередньо відображається на силовій продуктивності м'язів.

Стосовно загальної втрати максимальної силової продуктивності цифрові значення індексу втоми показали, що в кінці експерименту для нативного м'яза F max. = 0,35±0,22% від початкової тетанічної сили, яка приймалась за 100%. Аналогічно, F max. для ішемізованого *m. gastrocnemius* (cap. med.) у неалкоголізованих і алкоголізованих щурів становить 0,81±0,14 % та 0,58±0,01% відповідно.

Менші значення індексу втоми для ішемізованого м'язу в обох досліджуваних групах щурів, ми можемо пояснити низьким рівнем F_{max} у першому тетанічному пробізі, внаслідок чого загальна втрата силової продуктивності є меншою, порівняно із нативним *m. gastrocnemius* (сар. мед.), який першопочатково розвиває значну F_{max} . Для порівняння, у другому тетанічному пробізі для нативного м'язу $F_{max} = 74,54 \pm 1,33\%$, отже, – під час другого тетанічного пробігу втрачається $25,46 \pm 1,33\%$ тетанічної сили. Таким чином, силова продуктивність нативного *m. gastrocnemius* (сар. мед.) під час прогресивної низькочастотної м'язової втоми в останньому тетанічному пробізі становить $65 \pm 2,85\%$ від максимальної. У неалкоголізованих і алкоголізованих щурів ці втрати становили $19 \pm 0,14\%$ та $42 \pm 0,01\%$ відповідно. Різниця у втраті F_{max} між двома досліджуваними групами щурів становить $23 \pm 0,13\%$, що свідчить про швидший темп зменшення тетанічної сили в алкоголізованих щурів (рис.3).

Отже, ми можемо стверджувати, що зменшення силової продуктивності *m. gastrocnemius* (сар. мед.) в алкоголізованих щурів з експериментально-індукованою васкулярною ішемією м'язів задніх кінцівок є результатом деструктивних ішеміє-індукованих змін, ускладнених алкоголь-асоційованим ушкодженням м'язових волокон.

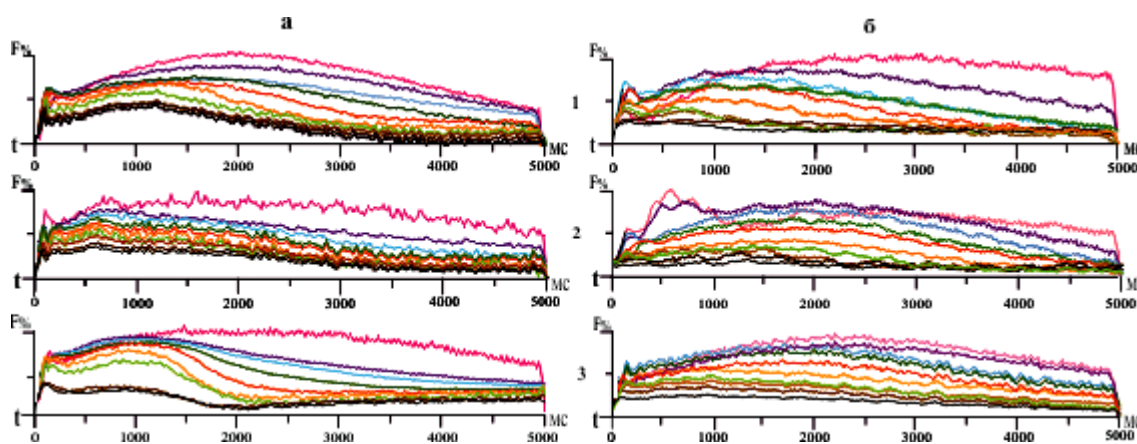


Рис.3. Зміна динаміки тетанічного скорочення ішемізованого (а) та ішемізованого *m. gastrocnemius* (сар. мед.) в алкоголізованих щурів (б) під час прогресивної низькочастотної м'язової втоми. $F\%$ – максимальна м'язова сила, t (мс.) – час. Цифрами (1, 2, 3) позначено серію експерименту ($n=10$)

Необхідно зазначити, що фактором додаткового обмеження F_{max} у таких умовах є алкоголь-асоційована м'язова атрофія [10]. До того ж, етанол та ацетальдегід виступають фактором посилення оксидативного стресу [8], внаслідок чого збільшується утворення активних форм кисню та редукуються клітинні механізми антиоксидантного захисту [6], що також відображається на функціонуванні м'язів. Однак ступінь міофібрилярної дегенерації при ішемії [12], як і за умов алкогольної міопатії [16], залежить від типу м'язових волокон.

Оскільки досліджуваний м'яз складається виключно із анаеробних міофібрил ПВ – типу [16], то його чутливість до тривалої гіпоксії є відносно високою, а отже встановлена нами значна втрата тетанічної сили у алкоголізованих щурів – пов'язана із алкоголь-асоційованими структурними змінами міофібрил та гомеостатичним дисбалансом.

Зумовлена ішемією інтенсивна тканинна дегенерація, що спостерігається в перші години ішемічного ушкодження та супроводжується набряком, відокремленням м'язових волокон, розширенням міжфібрилярного простору і зменшенням площі поперечного перерізу м'язів, [2, 3], на фоні алкоголь-асоційованої міофібрилярної атрофії та метаболічних змін у м'язах [19], призводить до поглиблення моторної дисфункції.

Отже, результати дослідження свідчать про значні зміни динаміки тетанічного скорочення та зменшення тетанічної сили ішемізованого *m. gastrocnemius* (сар. мед.) в алкоголізованих щурів під час прогресивної низькочастотної м'язової втоми, порівняно з неалкоголізованими.

Встановлені нами значні зміни силової продуктивності ішемізованого *m. gastrocnemius* (сар. мед.) в алкоголізованих щурів під час прогресивної низькочастотної втоми дають підстави стверджувати про ускладнення перебігу гострої васкулярної ішемії скелетних м'язів протягом ранніх періодів ішемічного ушкодження м'яких тканин нижніх кінцівок за умов хронічної алкогольної інтоксикації.

Дослідження функціональних можливостей скелетних м'язів за умов хронічної алкоголізації впродовж пізніх періодів компресійної ішемії є перспективою подальших досліджень. Це дозволить з'ясувати діапазон часу, впродовж якого можливо вжити невідкладних заходів для декомпресії тканин нижніх кінцівок, запобігши остаточній тканинній некротизації та розпочати ефективну пост-ішемічну м'язову терапію в таких пацієнтів.

ВИСНОВКИ

1. Зменшення тетанічної сили в алкоголізованих щурів під час прогресивної низькочастотної м'язової втоми, відбувається значно швидше, порівняно з неалкоголізованими.
2. Низька силова продуктивність ішемізованого *m. gastrocnemius* (сар. мед.) в алкоголізованих щурів свідчить про суттєві ускладнення перебігу компресійного ішемічного синдрому.
3. Зменшення максимального часу, а також ступеня злиття компонентів тетанічного скорочення і менші значення індексу втоми для ішемізованого *m. gastrocnemius* (сар. мед.) в алкоголізованих щурів вказують на пришвидшення розвитку процесу м'язової втоми.

ЛІТЕРАТУРА

1. Malinoski D. J. Crush injury and rhabdomyolysis / D. J. Malinoski, M. S. Slater, R. J. Mullins // *Crit Care Clin.* – 2004. – Т. 20. – Р.171 - 192.
2. Ноздренко Д. М. Ультраструктурні зміни міофібрил у людини при ішемічній контрактурі / Д. М. Ноздренко, О. П. Мотузюк, Д. О. Заводовський, Я. Степанюк // *Науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки.* – 2012. – № 2. – С.89 - 92.
3. Патченко Ю. В. Стан судинного ендотелію та гістологічні зміни м'язової тканини у хворих при хронічній ішемії кінцівок / Ю. В. Патченко, Р.В. Салютін, Д. Б. Дамбровський, С. І. Мартиненко // *Клінічна хірургія.* – 2011. – № 3. – С. 41 – 44.
4. Ключевский В. В. Хирургия поврежденных / В. В. Ключевский // *Ярославль.* – 1999. – С. 419 - 420.
5. Заугольников В. С. Рабдомиолиз и синдром позиционной ишемии / В. С. Заугольников, Н. Н. Теплова // *Вятский медицинский вестник.* – 2007. – № 2. – С.71-73.
6. Iraklis I. Chronically ischemic mouse skeletal muscle exhibits myopathy in association with mitochondrial dysfunction and oxidative damage / Iraklis I., et all // *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* – 2008. – Т. 295. – V.1. – Р. 290 - 296.
7. Preedy V. R. Alcoholic skeletal muscle myopathy: definitions, features, contribution of neuropathy, impact and diagnosis / V.R. Preedy, J. Adachi, Y. Ueno, S. Ahmed, D. Mantle, N. Mullatti, R. Rajendram, and T. J. Peters // *Eur J Neurol.* – 2001. – Т. 8. – Р. 677 - 687.

8. Hoek. J. B. Alcohol and Mitochondria: A Dysfunctional Relationship / J. B. Hoek., A. Cahill, and J. G. Pastorino // *Gastroenterology*. – 2002. – I.122. – V. 7. – P. 2049 - 2063.
9. Schiaffino S. Fiber types in mammalian skeletal muscles / S. Schiaffino and C. Reggiani // *Physiol. Rev.* –2011. – P. 1447 – 1531.
10. Дереча Л. М. Алкоголь та його дія на організм: огляд літератури / Л. М. Дереча // *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: біологія.* – 2007. – Вип. 6. – №788. – С. 7-16.
11. Martin F. C. Investigation of the organelle pathology of skeletal muscle in chronic alcoholism / F. C.Martin, G. Slavin, A. J. Levi, T. J. Peters // *J Clin Pathol.* – 1984. – I. 37. – P. 448 – 454.
12. Petrasek P. F. Determinants of ischemic injury to skeletal muscle / P. F. Petrasek, H V Shervanthy , P. M. Walker // *Journal of Vascular Surgery.* – 1994. – I. 19. – V. 4. – P. 623 – 631.
13. Urbano-Marquez A. The effects of alcoholism on skeletal and cardiac muscle / A. Urbano-Marquez, R. Estruch, F. Navarro-Lopez, J. M. Grau, L. Mont, E. Rubin // *N Engl J Med.* – 1989. – I. 320. – P. 409 – 415.
14. Vary T. C. Restoration of protein synthesis in heart and skeletal muscle after with drawal of alcohol / T. C. Vary, A. C. Nairn, C. H. Lang // *Alcohol Clin Exp Res.* – 2004. – I. 28. – P. 517 – 525.
15. Халилов М. Х. К характеристике некоторых патохимических сдвигов в крови, тканях печени и головного мозга при экспериментальной алкогольной интоксикации / М.Х. Халилов, Ш. Я. Закиходжаев // *Вопросы клиники алкоголизма: Сб. науч. тр.* – Ташкент. 1983. – С. 38 – 41.
16. Ariano M. A. Hind limb muscle fiber populations of five mammals / M. A. Ariano, R. B., Armstrong, V. R. Edgerton // *J. Histochem. Cytochem.* – 1973. – I. 21. – P. 51 – 55.
17. Oba T. Ethanol enhances caffeine-induced Ca^{2+} release channel activation in skeletal muscle sarcoplasmic reticulum / T. Oba, M. Koshita, M. Yamaguchi // *Am J Physiol Cell Physiol.* – 1997. – I. 272. – P. 622 – 627.
18. Westerblad H. Changes of myoplasmic calcium concentration during fatigue in single mouse muscle fibers / H. Westerblad, D. J. Allen // *Journal of General physiology.* – 1998. – P. 615 – 635.
19. Nicolas J. M. Influence of nutritional status on alcoholic myopathy / J. M. Nicolas, G. Garcia, F. Fatjo et al. // *Am. J. Clin. Nutrition.* – 2003. – I. 78. – V. 2.– P. 326-333.

REFERENCES

1. Malinoski D. J. Crush injury and rhabdomyolysis / D. J. Malinoski, M. S. Slater, R. J. Mullins // *Crit Care Clin.* – 2004. – I. 20. – P.171 – 192.
2. Nozdrenko D. M. Ultrastrukturni zminy miofibryl u lyudyny pry ishemichniy kontraktuti / D.M. Nozdrenko, O. P. Motuzyuk, D. O. Zavodovskiy, Ya. Stepanyuk // *Naukoviy visnyk Volynskogo natsionalnogo universytetu imeni Lesi Ukrainky.* – 2012. – № 2. – S.89 – 92.
3. Patchenko Yu. V. Stan sudynnogo endoteliiu ta gistologichni zminy myazovoi tcanyyny u hvoryh pry hronichniy ishemii kintsivok / Yu. V. Patchenko, R. V. Salyutin, D. B. Dambrovskiy, S. I. Martynenko // *Klinichna hirurgiya.* – 2011. – № 3. – S. 41-44.
4. Klyuchevskiy V. V. Hirurgiya povrezhdeniy / V. V. Klyuchevskiy // *Yaroslavl.* – 1999. – S. 419 – 420.
5. Zaugolnikov V. S. Rbdomioliz i sindrom pozitsionnoy ishemii / V. S. Zaugolnikov, N. N. Teplova // *Vyatskiy meditsinskiy vestnik.* – 2007. – № 2. – S.71-73.
6. Iraklis I. Chronically ischemic mouse skeletal muscle exhibits myopathy in association with

7. mitochondrial dysfunction and oxidative damage / Iraklis I., et al // *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* – 2008. – I. 295. – V.1. – P. 290 - 296.
8. 7. Preedy V. R. Alcoholic skeletal muscle myopathy: definitions, features, contribution of neuropathy, impact and diagnosis / V.R. Preedy, J. Adachi, Y. Ueno, S. Ahmed, D. Mantle, N. Mullatti, R. Rajendram, and T. J. Peters // *Eur J Neurol.* – 2001. – I. 8. – P. 677 – 687.
9. Hoek. J. B. Alcohol and Mitochondria: A Dysfunctional Relationship / J. B. Hoek., A. Cahill, and J. G. Pastorino // *Gastroenterology.* – 2002. – I.122. – V. 7. – P. 2049 – 2063.
10. Schiaffino S. Fiber types in mammalian skeletal muscles / S. Schiaffino and C. Reggiani // *Physiol. Rev.* – 2011. – P. 1447 – 1531.
11. Derecha L. M. Alkohol ta yoho diya na organizm: oglyad literatury / L. M. Derecha // *Visnyk Harkivskogo natsionalnogo universytetu imeni V. N. Karazina. Seriya: biologiya.* – 2007. – Vyp. 6. №788. – S. 7-16.
12. Martin F. C. Investigation of the organelle pathology of skeletal muscle in chronic alcoholism / F. C. Martin, G. Slavin, A. J. Levi, T. J. Peters // *J Clin Pathol.* – 1984. – I. 37. – P. 448 – 454.
13. Petrasek P. F. Determinants of ischemic injury to skeletal muscle / P. F. Petrasek, H-V Shervanthi, P. M. Walker // *Journal of Vascular Surgery.* – 1994. – I. 19. – V. 4. – P. 623 – 631.
14. Urbano-Marquez A. The effects of alcoholism on skeletal and cardiac muscle / A. Urbano-Marquez, R. Estruch, F. Navarro-Lopez, J. M. Grau, L. Mont, E. Rubin // *N Engl J Med.* – 1989. – I. 320. – P. 409 – 415.
15. Vary T. C. Restoration of protein synthesis in heart and skeletal muscle after withdrawal of alcohol / T. C. Vary, A. C. Nairn, C. H. Lang // *Alcohol Clin Exp Res.* – 2004. – I. 28. – P. 517 – 525.
16. Khalilov M. Kh. K kharakteristike nekotorykh patokhimicheskikh sdvigov v krovi, tkanyakh pecheni i golovnogo mozga pri eksperimentalnoy alkoholnoy intoksikatsii / M. Kh. Khaliliv, Sh. Ya. Zakirkhodzhaev // *Voprosy kliniki alkogolizma: Sb. nauch. tr.* – Tashkent. 1983. – S. 38 – 41.
17. Ariano, M. A. Hind limb muscle fiber populations of five mammals / M. A. Ariano, R. B., Armstrong, V. R. Edgerton // *J. Histochem. Cytochem.* – 1973. – I. 21. – P. 51 – 55.
18. Oba T. Ethanol enhances caffeine-induced Ca²⁺ release channel activation in skeletal muscle sarcoplasmic reticulum / T. Oba, M. Koshita, M. Yamaguchi // *Am J Physiol Cell Physiol.* – 1997. – I. 272. – P. 622 – 627.
19. Westerblad H. Changes of myoplasmic calcium concentration during fatigue in single mouse muscle fibers / H. Westerblad, D. J. Allen // *Journal of General physiology.* – 1998. – P. 615-635.
20. Nicolas J. M. Influence of nutritional status on alcoholic myopathy / J. M. Nicolas, G. Garcia, F. Fatjo et al. // *Am. J. Clin. Nutrition.* – 2003. – I. 78. – V. 2. – P. 326-333.

РОЗДІЛ IV. ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА ПРИРОДИ

УДК 634.95:504

НАКОПИЧЕННЯ РАДІОЦЕЗІУ МАКРОМІЦЕТАМИ ЛІСОБОЛОТНИХ ЕКОСИСТЕМ

Вінічук М.М.

Житомирський державний технологічний університет

10005, Україна, Житомир, Черняхівського, 103

Шведський університет сільськогосподарських наук

Швеція, Уппсала, PO Box 7014, SE-750

Mykhailo.Vinichuk@slu.se

Проаналізовано вміст радіоцезію в плодових тілах макроміцетів, що зростають у трьох відмінних екосистемах Швеції: у лісі, перехідній від лісу до болота зоні (екотон) та верховому моховому (сфагновому) болоті. Активність радіоцезію в плодових тілах грибів-сапротрофів, що зростали на болоті, була в 1,5 разу нижчою, ніж у плодових тілах мікоризоформуєвальних видів, що зростали в лісі. Рівні накопичення радіонукліду плодовими тілами більшості проаналізованих видів навіть при низьких рівнях радіоактивного забруднення все ще залишаються високими і на порядки перевищують допустимі рівні ^{137}Cs , прийняті в Україні і в Європі. Накопичення радіоцезію плодовими тілами грибів, що зростали на верховому болоті, і в лісі понад 20 років або не змінюється (*Galerina* spp. та *Russula paludosa*), або знижується (*Cortinarius semisanguineus* та *Suillus variegatus*).

Ключові слова: цезій, сфагнове болото, екотон, ліс, плодові тіла грибів.

НАКОПЛЕНИЕ РАДИОЦЕЗИЯ МАКРОМИЦЕТАМИ ЛЕСОБОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Виничук М.М.

Житомирский государственный технологический университет

10005, Украина, Житомир, Черняховского, 103

Шведский университет сельскохозяйственных наук

Швеция, Уппсала, PO Box 7014, SE-750

Mykhailo.Vinichuk@slu.se

Проанализировано содержание радиоцезия в плодовых телах макроміцетов, произрастающих в трех отличительных экосистемах Швеции: в лесу, переходной от леса к болоту зоне (экотон) и верховом моховом (сфагновом) болоте. Активность радиоцезия в плодовых телах грибов-сапротрофов, произрастающих на болоте, была в 1,5 раза ниже, чем в плодовых телах микоризных видов, встречающихся в лесу. Уровни накопления радионуклида плодовыми телами большинства проанализированных видов даже при низких уровнях радиоактивного загрязнения все еще остаются высокими и на порядки превышают допустимые уровни ^{137}Cs , принятые в Украине и в Европе. Накопление радиоцезия плодовыми телами грибов, произрастающих на верховом болоте и в лесу более 20 лет или не изменяется (*Galerina* spp. и *Russula paludosa*), или снижается (*Cortinarius semisanguineus* и *Suillus variegatus*).

Ключевые слова: цезий, сфагновое болото, экотон, лес, плодовые тела грибов.

UPTAKE OF RADIOCESIUM BY MACROMYCETES IN BOG, PINE SWAMP AND FOREST

Vinichuk M.M.

Zhytomyr State Technological University, Ukraine

10005, Ukraine, Zhytomyr, Chernyakhovsky str. 103

Swedish University of Agricultural Sciences, Sweden

Uppsala, Sweden, PO Box 7014, SE-750

Mykhailo.Vinichuk@slu.se

The aim of the study was to analyze and compare the radioactivity concentration of radiocesium (^{137}Cs) in fruit bodies of macromycetes fungi growing in three different ecosystems of Sweden: in the bog, pine

swamp and forest. In this study we analyzed altogether about 480 fruit bodies of fungi macromycetes belonging to 50 taxa (species or genera) collected in three different ecosystems. The study area was located on a small peatland (Pålsjömossen) (≈ 2 ha) within a coniferous forest in Heby municipality in eastern central Sweden, about 35 km NW of Uppsala ($60^{\circ}03'40''\text{N}$, $17^{\circ}07'47''\text{E}$). This area has been well monitored, as it was affected by the Chernobyl (about 1300 km away) fallout. The ecotone from peatland to surrounding forest (within about 1 km^2) was investigated. Based on the vegetation, the peatland was divided into two subareas, peat bog and pine swamp peatland. The forest surrounding the peatland is located on mineral soil. The peat bog site lacked trees and the vegetation was dominated by Sphagnum species sparsely covered by dwarf-shrubs. The field layer on the pine swamp peatland was dominated by vascular plants and slowly growing Scots pine. The forest on mineral soil consisted of Scots pine coniferous forest (*Picea abies* (L.) H.Karst. and *Pinus sylvestris* L.) with an intermixture of birch (*Betula* spp.).

Fungal sporocarps were collected once to several times per year through extensive searching and collection of all frequently occurring species during the peak of the fruiting period, August to September. The bog and pine swamp were sampled annually between 2006 and 2011. In the forests, sporocarps collections were initiated in 1990 and samples taken most years until 2011. Sporocarps were identified to species level according to fungal taxonomy, carefully cleaned of extraneous fragments, dried at 40°C to constant weight, and then milled to obtain a homogeneous material for measuring ^{137}Cs activity concentration.

Fruit bodies of fungi collected from the Sphagnum-dominated bog were of small size and rare and ectomycorrhizal fungi were absent. All of them belonged to saprotrophs due to the lack of trees ectomycorrhizal fungi were absent here.

^{137}Cs activity concentration in fungal sporocarps in all three ecosystems appeared to remain about one order of magnitude higher than in any other component of aboveground vegetation. The activity concentration of radioactive cesium in fruit bodies of saprotrophs grown in the ecotone was higher compared to that in macromycetes growing on the bog, while the activity concentration of radioactive cesium in the fruit bodies of mycorrhizal fungi grown in the forest was higher compared with mainly mycorrhizal fungi of ecotone. The activity of radioactive cesium in fruit bodies of saprotrophic fungi grown on the bog was at least 1.5 times lower than in the fruit bodies of mycorrhizal fungi grown in the forest. Meanwhile, the difference in the levels of radiocesium activity in fruit bodies as saprotrophs and mycorrhizal species of fungi was not statistically significant.

It has been shown that activity concentration of radiocesium in fruit bodies of saprotrophs grown on sphagnum bog ranged from 68.3 kBq kg^{-1} (*Hypholoma* spp.) to 8.2 kBq kg^{-1} (*Omphalina* spp.). Among those grown on the ecotone the highest activity of radionuclide ($70.9\text{--}82.7 \text{ kBq kg}^{-1}$) was observed in fungal bodies of mycorrhizal species of *Cortinarius*, and the lowest ($4.9\text{--}9.7 \text{ kBq kg}^{-1}$) in macromycetes of saprotrophs species of *Omphalina*. The highest activity of radionuclide in fruit bodies of macromycetes collected in the forest was also found in those belonging to the species of the genus *Cortinarius* ($122.5\text{--}186.7 \text{ kBq kg}^{-1}$), whereas the cesium activity concentration in fruit bodies of *Albatrellus* spp, *Boletus edulis* Bull., and *Leccinum scabrum* (Bull.) Gray was relatively high ($5.3\text{--}11.6 \text{ kBq kg}^{-1}$). Among the fungal species grown in the forest the highest radionuclide activity was also observed in the fruit bodies of edible species. Thus, in fruit bodies *Cantharellus cibarius* (Fr.) the average ^{137}Cs activity concentration during the years of study was at $68.1 \pm 1.9 \text{ kBq kg}^{-1} \text{ DW}$, and sporocarps of *Suillus variegatus* (Schwartz) Kuntze had activity concentration $62.7 \pm 4.9 \text{ kBq kg}^{-1} \text{ DW}$.

The dynamics of radiocesium activity concentration in fruit bodies of most common saprotrophic macromycetes grown on sphagnum bog and pine swamp as well as in sporocarps of mycorrhizal species of fungi grown in the forest during recent years were analyzed.

All the analyzed species showed different behavior of radionuclide accumulation during the study period. Among the species grown in forest most effectively ^{137}Cs was accumulated by *Cortinarius semisanguineus* (Fr.) Gillet. However, the radiocesium content in fruit bodies of this species significantly decreased over the last 20 years. In the fruit bodies of *Suillus variegatus* (Schwartz) Kuntze radionuclide activity concentration also decreased with time, however, such reduction in ^{137}Cs content generally coincided with the rate of physical decay of the radionuclide. In fruit bodies of *Russula paludosa* (Britz.) radiocesium activity concentration during the same period generally did not change and was at the level $40.0 \text{ kBq kg}^{-1} \text{ DW}$.

It is suggested that the levels of radionuclide accumulation by fruit bodies of most of the analyzed species over last 20 years still remain high and exceed the permissible levels of ^{137}Cs for dry mushrooms in Ukraine as well as those adopted in Europe.

The radiocesium deposition level in studied ecosystems is relatively low and in an average is about 23.0 kBq m^{-2} . An analysis of the time-dependency of ^{137}Cs in the sporocarps in forest between 1990 and 2011 suggested an ecological half-life for ^{137}Cs between 8 and 13 years. The relatively long ecological half-life of radionuclide in fruiting bodies of fungi and high levels of ^{137}Cs accumulation by at least some of them, e.g. *Russula paludosa* (Britz.) which remaining generally unchanged for more than 20 years of study makes fungal sporocarps important contributors to radiation dose due to their consumption.

Statistically significant changes of radiocesium activity concentration during the years study was also found in fruit bodies of most common types of saprotrophic fungi grown in the bog.

It is likely that the dynamics of the radioactive contamination of fungal sporocarps also depends on the growth conditions such as depth of mycelium in sphagnum cover.

The mycelium of fungi grown on the bog is closely associated with the apical part of sphagnum moss (mostly presented by species of *Sphagnum papillosum*, in some cases, *S. angustifolium* and *S. magellanicum*), where major part of radionuclide concentration is found. As a result, the activity concentration of radionuclide in fruit bodies of fungal species grown on the bog did not reduced over time and ^{137}Cs accumulation occurs within their fruit bodies.

The lower levels of radioactive contamination of fungi grown on the bog contrary to those grown in the forest is probably due to the mycelium of bog species of fungi (due to the lack of trees here), less is developed, and therefore its biomass in a unit volume of sphagnum layer is much less than the biomass of mycelium of mycorrhizal species of fungi grown in the nearby forest. Apart, mycorrhizal species of fungi generally accumulate larger amounts of the radionuclide compared to saprotrophic ones.

Key words: cesium, bog, pine swamp, forest, fungal sporocarps.

ВСТУП

Із часу, що минув після Чорнобильської аварії в 1986 році, гриби як об'єкт досліджень у радіоекології викликали і все ще викликають підвищений інтерес. Значну увагу дослідників було приділено вивченню особливостей накопичення радіоцезію плодовими тілами грибів, що зростають у лісових екосистемах [1]. Сапротрофні та мікоризні гриби накопичують радіоцезій з ґрунту ефективніше, ніж судинні рослини. Хоча масова та відсоткова частка грибів у раціоні харчування людини є незначною, вони можуть забезпечувати помітний вклад у дози внутрішнього опромінення населення [2].

Умови зростання грибів у болотних екосистемах, зокрема сфагнових болотах, є чітко відмінними від умов зростання в лісі. Сфагнові омбротрофні верхові болота, що сформувались на кислих оліготрофних ґрунтах і переважно зосереджені в субарктичних, бореальних та помірних зонах, характеризуються застійним зволоженням і живляться переважно атмосферними опадами. Центральна частина типового верхового болота є піднятою і добре вираженою в рельєфі. Такі болота бідні на мінеральні речовини, кислотність їх підвищена, а рослинний покрив представлений обмеженим числом видів судинних рослин та різноманітними видами сфагнових мохів, які утворюють суцільний покрив. На цих болотах зрідка трапляється пригнічений підріст сосни звичайної (*Pinus sylvestris*) та берези (*Betula* spp.). Високий рівень води у верхових сфагнових болотах спричинює низький рівень кисню та окислювально-відновний потенціал, який уповільнює темпи розкладання рослинного матеріалу та відповідно його накопичення у вигляді торфу.

Біологічна доступність радіоцезію в ґрунтах із високим вмістом глинистих мінералів, а відповідно і темпи його вертикальної міграції через високу поглинальну здатність останніх є низькою. У багатих на органічну речовину, але бідних на поживні речовини верхніх шарах лісових ґрунтів, вертикальна міграція радіоцезію також повільна, але доступність його для рослин та особливо грибів є високою. Добре розвинений міцелій у цих ґрунтах перешкоджає міграції радіонукліду в більш глибокі шари ґрунту шляхом транслокації останнього у висхідному напрямку [3]. В омбротрофних болотах участь міцелію грибів у процесах вертикальної міграції радіоцезію не відома, темпи такої міграції є також низькими, але доступність радіонукліду для судинних рослин болота та сфагнуму у сфагновому покриві є доволі високою [3].

У лісоболотних екосистемах України протягом останніх років досліджувались і особливості міграції ^{137}Cs , і участь у цьому процесі грибів-макроміцетів [4]. Накопичення радіоцезію різними видами грибів, що зростають у забруднених лісоболотних екосистемах Швеції, зокрема на сфагнових болотах, та їхні радіоекологічні функції досліджені ще недостатньо [3, 5].

Метою цієї роботи було проаналізувати та порівняти накопичення радіоцезію плодовими тілами грибів-макроміцетів, що зростають у трьох відмінних екосистемах Швеції: у лісі, перехідній від лісу до болота зоні (екотон) та верховому моховому (сфагновому) болоті.

МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводились у межах лісоболотних екосистем східної Швеції, розміщених на віддалі близько 35 км від м. Уппсала (60°03'40" пн.ш., 17°07'47" сх. д.). Було досліджено плодове тіла грибів-макроміцетів, що зростали в межах екотону, – перехідної зони від верхового сфагнового болота до лісу загальною площею близько 1 км². Детальний опис району досліджень приведено в Rosén et al., [3] та Vinichuk et al., [5]. Щільність забруднення в районі досліджень за радіоцезієм у 2005 році була 23,0 кБк м² [3].

Плодові тіла найбільш поширених видів грибів-макроміцетів збирались одно- або багаторазово протягом грибного сезону в серпні-вересні. На болоті та в перехідній зоні плодове тіла відбирались щорічно протягом 2006-2011 років. У лісі гриби збирались з 1990 по 2011 рік, але не щороку, а періодично. Сапротрофні види грибів, що зростали в лісі не відбирались і не аналізувались внаслідок їх незначного вкладу в загальну біомасу. Відібрані плодове тіла були старанно очищені від часток ґрунту, висушені при температурі 40°C до постійної ваги та розмелені для отримання гомогенного матеріалу.

Активність ¹³⁷Cs (похибка від 5 до 10 %) в отриманому в такий спосіб матеріалі аналізували з використанням германієвих детекторів на кафедрі ґрунтів та навколишнього середовища Шведського університету сільськогосподарських наук. Для вимірювань використовували геометрії 35 та 60 мл. Активність ¹³⁷Cs в окремих зразках, маси матеріалу в яких не вистачало для заповнення вимірювальних геометрій, коригувалась залежно від ступеня їх наповнення. Результати вимірювань також коригувались з урахуванням дати відбору зразків. Активність ¹³⁷Cs у вимірюваних зразках виражали у Бк кг⁻¹ сухої ваги (с.в.).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Загалом вміст радіоцезію було проаналізовано в 480 плодкових тілах грибів-макроміцетів, які належать до 50 таксонів (видів або родів) зібраних у трьох відмінних екосистемах (табл. 1).

Плодове тіла грибів, відібраних на верховому (сфагновому), болоті були невеликих розмірів та зустрічались рідко. Усі вони належали до сапротрофів, через відсутність дерев ектомікоризні види грибів тут не зустрічались.

Таблиця 1 – ¹³⁷Cs (кБк кг⁻¹ с.в.) у плодкових тілах макроміцетів різних екосистем, M±SD

Тип живлення	Ліс (1990-2011)		Екотон (2006-2010)**		Болото (2006-2011)***	
	n*	¹³⁷ Cs, кБк кг ⁻¹	n*	¹³⁷ Cs, кБк кг ⁻¹	n*	¹³⁷ Cs, кБк кг ⁻¹
Мікоризні	351(21)	53,9 ± 3,3	46(4)	43,0 ± 4,3	–	–
Сапротрофи	–	–	5(5)	19,8 ± 11,2	78(15)	34,8 ± 1,7
Всі види	351(21)	53,9 ± 3,3	51(21)	41,1 ± 4,0	78(15)	34,8 ± 1,7

Примітка: n* - кількість проаналізованих зразків (видів грибів); ** - лісоболотна екосистема, перехідна зона від лісу до болота; *** - верхове мохове (сфагнове) болото.

Активність радіоцезію в плодкових тілах сапротрофів, що зростали в перехідній зоні, була вищою в порівнянні з макроміцетами, що зростали на болоті, тоді як активність радіоцезію в плодкових тілах мікоризних грибів, що зростали в лісі, була вищою в порівнянні з переважно

мікоризними грибами перехідної зони. Активність радіоцезію в плодових тілах грибів-сапротрофів, що зростали на болоті, була щонайменше в 1,5 разу нижчою, ніж у плодових тілах мікоризоформувальних грибів, що зростали в лісі (табл. 1). Тим часом, різниця в рівнях радіоактивності за цезієм у плодових тілах і сапротрофних, і мікоризних видів грибів-макроміцетів досліджуваних екосистем не була статистично значущою.

Активність радіоцезію в плодових тілах сапротрофних видів, що зростали на моховому (сфагновому) болоті, коливалась у межах від 68,3 кБк кг⁻¹ (*Huophiloma* spp.) до 8,2 кБк кг⁻¹ (*Omphalina* spp.). Серед тих, що зростали в перехідній від лісу до болота зоні (екотон), найвища активність радіонукліду (70,9–82,7 кБк кг⁻¹) спостерігалась у мікоризоформувальних видів роду *Cortinarius*, а найнижча (4,9–9,7 кБк кг⁻¹) у макроміцетах сапротрофних видів роду *Omphalina*. Найвищу активність радіонукліду в плодових тілах макроміцетів, зібраних у лісі, також було виявлено у тих, що належать до видів роду *Cortinarius* (122,5–186,7 кБк кг⁻¹), тоді як активність радіоцезію в плодових тілах *Albatrellus* spp, *Boletus edulis* Bull., та *Leccinum scabrum* (Bull.) Gray була порівняно невисокою (5,3–11,6 кВк кг⁻¹). Серед грибів, що зростали в лісі, висока активність радіонукліду також спостерігалась у плодових тілах їстівних видів. Так, у плодових тілах лисички справжньої (*Cantharellus cibarius* Fr.) середня активність ¹³⁷Cs за роки досліджень була на рівні 68,1±1,9 кБк кг⁻¹ с.в., а моховика жовто-бурого (*Suillus variegatus* (Schwartz) Kuntze) – 62,7±4,9 кБк кг⁻¹ с.в.

Нами було проаналізовано динаміку активності радіоцезію в плодових тілах найбільш поширених сапротрофних макроміцетів, що зростали на верховому моховому (сфагновому) болоті, а також у мікоризоутворюючих макроміцетах, що зростали в лісі протягом останніх років (рис. 1, 2).

Усі проаналізовані види по-різному накопичували радіонуклід протягом досліджуваного періоду. Серед видів, що зростали в лісі, найбільш ефективно накопичує радіоцезій павутинник напівкривавий (*Cortinarius semisanguineus* (Fr.) Gillet). Кореляційно-регресійний аналіз показує, що в плодових тілах цього виду радіоактивність цезію протягом останніх 20 років закономірно та достовірно знижується (p=0,028) (рис. 2). У плодових тілах моховика жовто-бурого (*Suillus variegatus* (Schwartz) Kuntze) активність радіонукліду також знижувалась із часом, але повільнішими темпами, і взагалі збігається з темпами фізичного (природного) напіврозпаду радіоцезію. У плодових тілах сиріожки болотяної (*Russula paludosa* Britz.) активність радіоцезію протягом того ж періоду практично не змінювалась і була на рівні близько 40 кБк кг⁻¹ (рис. 2).

Рівні накопичення радіонукліду плодовими тілами більшості проаналізованих видів протягом понад 20 років все ще залишаються високими і на порядки перевищують як допустимі рівні ¹³⁷Cs для сухих грибів прийнятих в Україні (2 500 Бк кг⁻¹ згідно ДР-2006 [6], і тих, що прийняті в Європі (600 Бк кг⁻¹, Council Regulation, 2000 [7]). Досліджувані лісоболотні екосистеми є малозабрудненими радіацією. Щільність забруднення за радіоцезієм у районі досліджень не висока і в середньому становить 23,0 кБк м² [3]. Екологічний період напіврозпаду радіонукліду в плодових тілах грибів може бути досить тривалим [5]. Так, рівні накопичення ¹³⁷Cs окремі з них, як наприклад сиріожка болотяна (*Russula paludosa* Britz.), залишались незмінними протягом понад 20 років спостережень. Відомо, що міцелій грибів лісових екосистем бере участь у висхідному переміщенні радіонукліду з глибших шарів ґрунту [8], у результаті чого темпи вертикальної міграції останнього в лісових ґрунтах є повільними [9]. У результаті значна частина радіонукліду залишається залученою до біологічного колообігу протягом тривалого часу. Як наслідок, в окремих видів грибів рівні нагромадження радіоцезію з часом навіть можуть зростати. Достовірне зростання

накопичення цього радіонукліду плодовими тілами видів роду *Cantharellus* в післячорнобильський період (1986-2007) було виявлене Mascanzoni [10] у тих же лісових екосистемах. Ймовірно, що розбіжності стосовно динаміки накопичення радіоцезію різними видами грибів зумовлені умовами їх зростання, зокрема глибиною розміщення міцелію в ґрунті. Відомо, що рівні активності в плодових тілах грибів одного і того ж виду (*Suillus variegatus*) можуть варіювати навіть у ширшому діапазоні, ніж у тих, що належать до різних видів [7, 12].

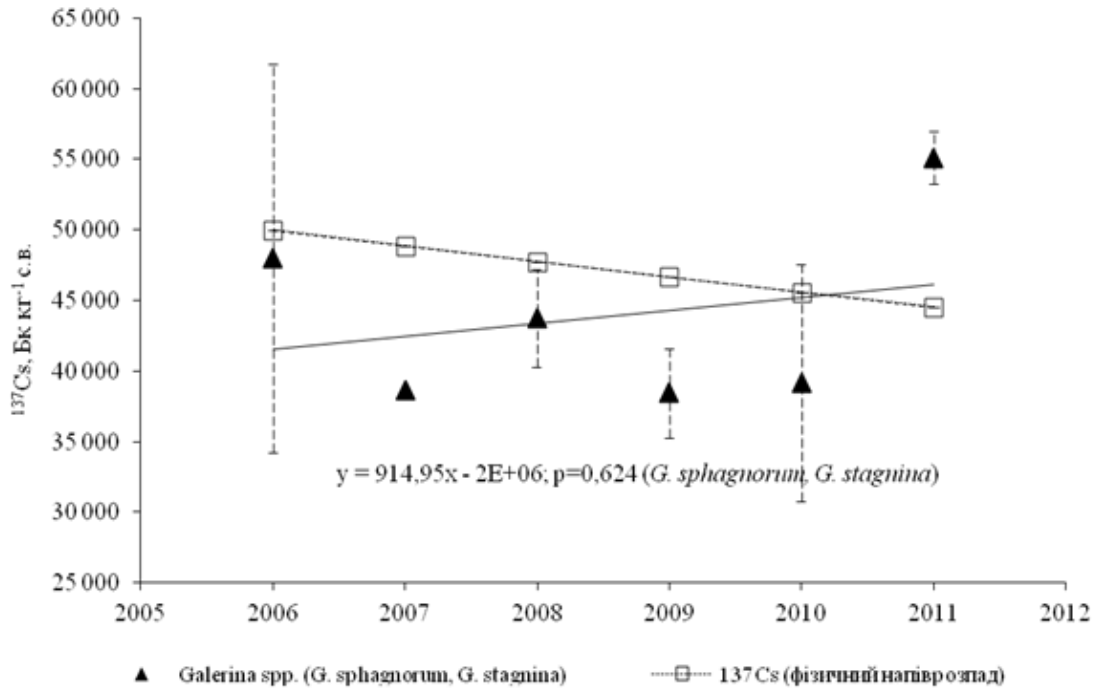


Рис. 1. Динаміка активності радіоцезію в плодових тілах макроміцетів сапротрофів, що зростали на верхньому моховому (сфагновому) болоті в період із 2006 по 2011 рік.

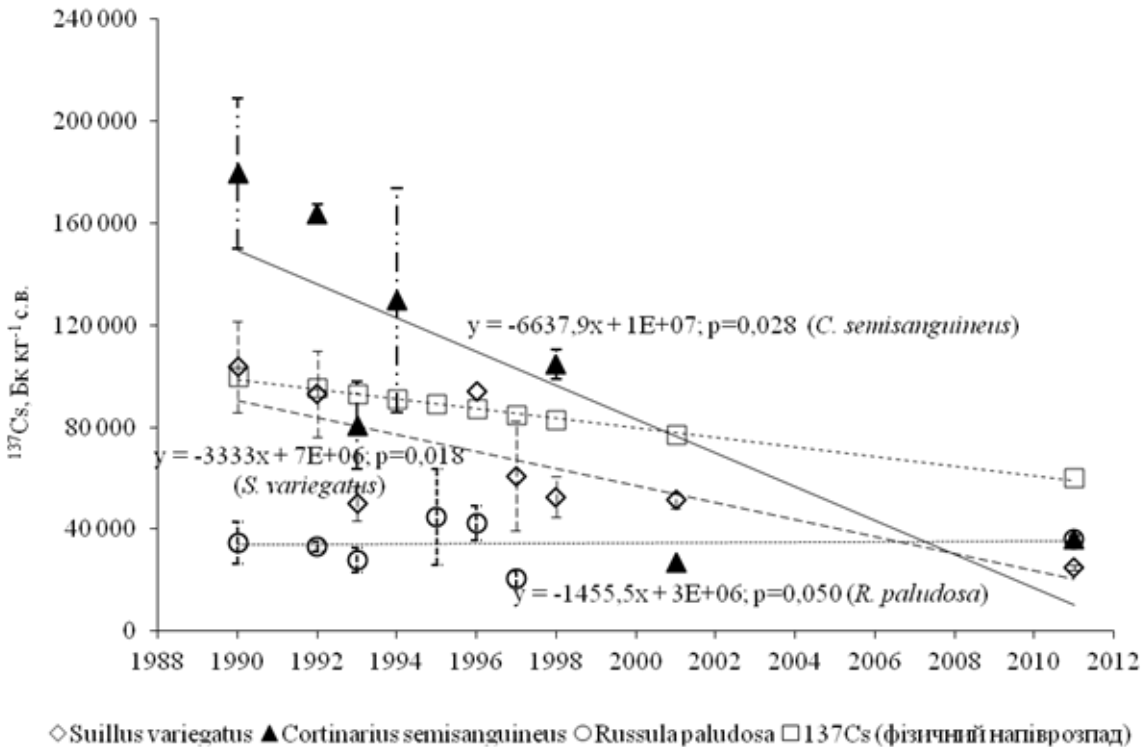


Рис. 2. Динаміка активності радіоцезію в плодових тілах мікоризоутворюючих макроміцетах, що зростали в лісі в період з 1990 по 2011 рік.

У плодкових тілах найбільш поширених сапротрофних видів грибів, що зростали на болоті, статистично значущих змін активності радіоцезію протягом досліджуваних років також не встановлено ($p=0,62$) (рис. 1). Вірогідно, що динаміка накопичення радіоцезію болотними видами грибів також залежить від умов їх зростання та глибини залягання міцелію у сфагновому покриві. У межах ґрунтового профілю на досліджуваному болоті найвищі значення активності радіоцезію навіть через чверть століття після його випадіння спостерігаються у верхніх 1-4 см шарах сфагнового покриву, тобто в апікальних, фізіологічно активних живих частинах мохів, тоді як у перехідній від лісу до болота зоні максимум активності радіонукліду знаходиться на глибині 10-12 см [3]. У міру збільшення глибини, де переважає відмерла частина моху, активність радіоцезію закономірно знижується. Відомо, що радіоцезій активно переміщується до верхівкових апікальних тканин сфагнуму [13], у результаті чого темпи вертикальної міграції радіонукліду в межах профілю повільні і становлять 0,57 см за рік, тоді як у перехідній від лісу до болота зоні швидкість міграції становить 0,78 см за рік [3]. Міцелій грибів, що зростають на болоті, тісно асоційований з верхівковою частиною сфагнових мохів (це здебільшого види *Sphagnum papillosum*, в окремих випадках *S. angustifolium* або *S. magellanicum*), у якій також переважно зосереджений радіонуклід. У результаті активність радіоцезію в плодкових тілах грибів болота з часом не зменшується, а отже відбувається його акумуляція, оскільки характер динаміки накопичення радіонукліду грибами є відмінним від динаміки його фізичного напіврозпаду (рис. 1). Нижчі рівні накопичення радіоцезію грибами болота в порівнянні з видами, що зростали в лісі, ймовірно є наслідком того, що міцелій болотяних видів грибів відсутність дерев розвинений слабше, а відповідно біомаса його в одиниці об'єму товщі сфагнуму менша в порівнянні з біомасою міцелію мікоризоутворюючих лісових видів. Крім того, радіоцезій також активно поглинається та утримується мохами [14, 13]. Очевидно, що поширення мікоризних видів грибів залежить від наявності дерев та інших екологічних умов. Мікоризні види грибів накопичують радіоцезій у більших кількостях, ніж сапротрофи. Варіювання вмісту радіоцезію в грибах болота вірогідно залежить від коливання рівня води у сфагновому покриві, що обумовлюватиме біологічну доступність радіонукліду. Відмінності в динаміці накопичення радіонукліду окремими видами досліджуваних грибів та його фізичного напіврозпаду є підтвердженням їхньої здатності акумулювати радіоцезій.

Незважаючи на те, що грибна біомаса (міцелій та плодове тіло) у ґрунтах досліджуваних екосистем є незначною, частка радіонукліду, зосередженого в ній може, бути досить помітною. Було показано [5], що в біомасі грибів (міцелій та плодове тіло) болота, перехідної від болота до лісу зони та в лісі може бути зосереджено відповідно 0,1, 2,0 та 11,0% від загальної активності радіоцезію.

Подальші дослідження варто направити на виявлення причин того, що рівні накопичення радіонукліду плодковими тілами більшості проаналізованих видів навіть при низьких рівнях радіоактивного забруднення все ще залишаються високими і на порядки перевищують допустимі рівні ^{137}Cs , прийняті і в Україні, і в Європі.

ВИСНОВКИ

При дослідженні накопичення радіоцезію плодковими тілами грибів-макрOMICETIV, які зростають у лісоболотних екосистемах виявилось, що:

1. Мікоризоформуючі види грибів, що зростають у лісі, накопичують радіонуклід у більших кількостях, ніж мікоризоформуючі та сапротрофні види перехідної від болота до лісу зони.

2. Мікоризоформуючі та сапротрофні види грибів, що зростають у перехідній від болота до лісу зоні, у свою чергу накопичують більше радіоцезію, ніж сапротрофні види верхового сфагнового болота.
3. Рівні активності радіоцезію в плодових тілах різних видів грибів досліджуваних екосистем із часом або залишаються незмінними, або знижуються.
4. Відмінності в динаміці накопичення радіонукліду окремими видами грибів та його фізичного напіврозпаду свідчать про його акумуляцію плодовими тілами грибів.
5. Вміст радіонукліду в плодових тілах грибів навіть при порівняно низькій щільності радіоактивного забруднення все ще залишається достатньо високим.

ЛІТЕРАТУРА

1. Steiner M. The role of fungi in the transfer and cycling of radionuclides in forest ecosystems / M. Steiner, I. Linkov, S. Yosida // Journal of Environmental Radioactivity – 2002. – V. 58. – P. 217–241.
2. Карачов І. І. Сучасний стан проблеми внутрішнього опромінення населення України за рахунок продуктів харчування [Електронний ресурс] : / І. І. Карачов, Л. С. Гронська, В. І. Даценко // Проблеми харчування. – 2004. – №. 1. - Режим доступу до журналу: http://www.medved.kiev.ua/arh_nutr/art_2004/n04_1_4.htm
3. Rosén K. ¹³⁷Cs in a raised bog in central Sweden / K. Rosén, M. Vinichuk, K.J. Johanson // Journal of Environmental Radioactivity. – 2009. – V. 100. – P. 534–539.
4. Орлов О. О. Біогеохімія цезію-137 у лісоболотних екосистемах Українського Полісся / О. О. Орлов, В. В. Долін. – К. : Наук. думка, 2010. – 198 с.
5. Vinichuk M. ¹³⁷Cs in fungal sporocarps in relation to vegetation in a bog, pine swamp and forest along a transect / M. Vinichuk, K. Rosén, A. Dahlberg // Chemosphere. – 2013. – V. 90. – P. 713–720.
6. Про затвердження Державних гігієнічних нормативів "Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ¹³⁷Cs та ⁹⁰Sr у продуктах харчування та питній воді": Наказ МОЗ України від 03.05.2006 № 256 // [Електронний ресурс] - Режим доступу : www.rada.gov.ua
7. Council Regulation (EC) No. 616/2000 and Council Regulation (EEC) No. 737/90. 2000. Official Journal of the European Communities 24.3.2000, L.75/1, Brussels. <http://eur-lex.europa.eu>
8. Rafferty B. Mechanisms of ¹³⁷Cs migration in coniferous forest soils / R. Rafferty, M. Brennan, D. Dawson, D. Dowding // Journal of Environmental Radioactivity. – 2000. – V. 48(2). – P. 131–143.
9. Rosén K. Migration of radionuclides in undisturbed soil profiles / K. Rosén, M. Vinichuk, I. Öborn, J. Gutierrez-Villanueva // NSFS Conference (August 22-25, 2011). – Reykjavik, 2011. – P. 47.
10. Mascanzoni D. Long-term transfer of ¹³⁷Cs from soil to mushrooms in a semi-natural environment / D. Mascanzoni // Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. – 2009. – V. 282. – P. 427–431.
11. de Meijer RJ. Resorption of cesium radionuclides by various fungi / RJ. de Meijer, FJ. Aldenkamp, AE. Jansen // Oecologia. – 1988. – V. 77. – P. 268–272.
12. Dahlberg A. Intraspecific variation in ¹³⁷Cs activity concentration in Sporocarps of *Suillus variegatus* in seven Swedish populations / A. Dahlberg, I. Nikolova, K-J. Johanson // Mycological Research. – 1997. – V. 101(5). – P. 545–551.

13. Vinichuk M. The distribution of ^{137}Cs , K, Rb and Cs in plants in a *Sphagnum*-dominated peatland in eastern central Sweden / M. Vinichuk, K.J. Johanson, H. Rydin, K. Rosén // Journal of Environmental Radioactivity. – 2010. – V. 101. – P. 170–176.
14. Болюх В.О. Накопичення радіонуклідів мохами Українського Полісся / В.О. Болюх, В. М. Вірченко // Український ботанічний журнал. – 1994. – Т.51, № 4.– С. 39–45.

REFERENCES

1. Steiner M. The role of fungi in the transfer and cycling of radionuclides in forest ecosystems / M. Steiner, I. Linkov, S. Yosida // Journal of Environmental Radioactivity – 2002. – V. 58. – P. 217–241.
2. Karachov I. I. Suchasnyj stan problemy vnutrishn'ogo oprominennja naselennja Ukrai'ny za rahunok produktiv harchuvannja [Elektronnyj resurs] : / I. I. Karachov, L. S. Grons'ka, V. Y. Dacenko // Problemy harchuvannja. – 2004. – №. 1. – Rezhym dostupu do zhurnalu: http://www.medved.kiev.ua/arh_nutr/art_2004/n04_1_4.htm
3. Rosén K. ^{137}Cs in a raised bog in central Sweden / K. Rosén, M. Vinichuk, K.J. Johanson // Journal of Environmental Radioactivity. – 2009. – V. 100. – P. 534–539.
4. Orlov O. O. Biogeohimija ceziju-137 u lisobolotnyh ekosystemah Ukrai'ns'kogo Polissja / O. Orlov, V. V. Dolin. – K. : Nauk. dumka, 2010. – 198 s.
5. Vinichuk M. ^{137}Cs in fungal sporocarps in relation to vegetation in a bog, pine swamp and forest along a transect / M. Vinichuk, K. Rosén, A. Dahlberg // Chemosphere. – 2013. – V. 90. – P. 713–720.
6. Pro zatverdzhennja Derzhavnyh gigijenichnyh normatyviv "Dopustymi rivni vmistu radionuklidiv ^{137}Cs ta ^{90}Sr u produktah harchuvannja ta pytnij vodi": Nakaz MOZ Ukrai'ny vid 03.05.2006 № 256 // [Elektronnyj resurs] – Rezhym dostupu : www.rada.gov.ua
7. Council Regulation (EC) No. 616/2000 and Council Regulation (EEC) No. 737/90. 2000. Official Journal of the European Communities 24.3.2000, L.75/1, Brussels. <http://eur-lex.europa.eu>
8. Rafferty B. Mechanisms of ^{137}Cs migration in coniferous forest soils / R. Rafferty, M. Brennan, D. Dawson, D. Dowding // Journal of Environmental Radioactivity – 2000. – V. 48(2). – P. 131–143.
9. Rosén K. Migration of radionuclides in undisturbed soil profiles / K. Rosén, M. Vinichuk, I. Öborn, J. Gutierrez-Villanueva // NSFS Conference (August 22-25, 2011): – Reykjavik, 2011. – P. 47.
10. Mascanzoni D. Long-term transfer of ^{137}Cs from soil to mushrooms in a semi-natural environment / D. Mascanzoni // Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry – 2009. – V. 282. – P. 427 – 431.
11. de Meijer RJ. Resorption of cesium radionuclides by various fungi / RJ. de Meijer, FJ. Aldenkamp, AE. Jansen // Oecologia. –1988. – V. 77. – P. 268–272.
12. Dahlberg A. Intraspecific variation in ^{137}Cs activity concentration in Sporocarps of *Suillus variegatus* in seven Swedish populations / A. Dahlberg, I. Nikolova, K-J. Johanson // Mycological Research – 1997. – V. 101(5). – P. 545–551.
13. Vinichuk M. The distribution of ^{137}Cs , K, Rb and Cs in plants in a *Sphagnum*-dominated peatland in eastern central Sweden. / M. Vinichuk, K.J. Johanson, H. Rydin, K. Rosén // Journal of Environmental Radioactivity. – 2010. – V. 101. – P. 170–176.
14. Boljuh V.O. Nakopychennja radionuklidiv mohamy Ukrai'ns'kogo Polissja / V.O. Boljuh, V. M. Virchenko // Ukrai'ns'kyj botanichnyj zhurnal. – 1994. – Т.51, № 4.– С. 39–45.

УДК 581.17; 581.557.24

РАДИОЕКЛОГІЧНІ ФУНКЦІЇ АРБУСКУЛЯРНИХ МІКОРИЗНИХ ГРИБІВ

Вінічук М.М.

*Житомирський державний технологічний університет**10005, Україна, Житомир Черняхівського, 103**Шведський університет сільськогосподарських наук**Швеція, Уппсала, PO Box 7014, SE-750*

Mykhailo.Vinichuk@slu.se

Порівняння ефективності передпосівної інокуляції ґрунту арбускулярними мікоризними грибами *Glomus mosseae* при вирощуванні пажитниці багатоквіткової в умовах вегетаційного і польового дослідів показує відсутність стимулюючого ефекту інокуляції ґрунту на величину біомаси досліджуваних рослин. Показано, що інокуляція ґрунту арбускулярними мікоризними грибами при вирощуванні пажитниці багатоквіткової в умовах обох дослідів не впливає на рівень накопичення радіоцезію досліджуваними рослинами. Наземні частини рослин пажитниці багатоквіткової, що зростали на інокульованому АМ грибами ґрунті, мали нижчу активність радіонукліду та відповідно нижчі значення КН ^{137}Cs ніж ті, що вирощувались на контрольних варіантах в обох дослідях. Аналогічно, в умовах польового дослідів КН ^{137}Cs , для рослин дослідного варіанта, що зростали на інокульованому АМ грибами ґрунті виявились у 1,5 разу нижчими, ніж для рослин обробленого фунгіцидом ґрунту для всіх трьох укосів. Також не виявлено залежностей між величинами КН ^{137}Cs рослинами та показниками інтенсивності мікоризної інфекції кореневої системи.

Ключові слова: арбускулярні гриби, ґрунт, інокуляція, радіоцезій.

РАДИОЭКЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ АРБУСКУЛЯРНЫХ МИКОРИЗНЫХ ГРИБОВ

Виничук М.М.

*Житомирский государственный технологический университет**10005, Украина, Житомир, Черняховского, 103**Шведский университет сельскохозяйственных наук**Швеция, Уппсала, PO Box 7014, SE-750*

Mykhailo.Vinichuk@slu.se

Сравнение эффективности предпосевной инокуляции почвы арбускулярными микоризными грибами *Glomus mosseae* при выращивании райграса однолетнего как в условиях вегетационного, так и полевого опытов, показывает отсутствие стимулирующего эффекта инокуляции почвы на величину биомассы исследуемых растений. Показано, что инокуляция почвы арбускулярными микоризными грибами при выращивании райграса однолетнего в условиях обоих опытов не влияет на уровень накопления радиоцезия исследуемыми растениями. Наземные части растений райграса однолетнего, которые произрастали на инокулированной АМ грибами почве имели низкую активность радионуклида и соответственно более низкие значения КН ^{137}Cs , чем те, что выращивались на контрольных вариантах в обоих опытах. Аналогично, в условиях полевого опыта КН ^{137}Cs для растений исследуемого варианта, выращиваемых на инокулированной АМ грибами почве, оказались в 1,5 раза ниже, чем для растений, выращиваемых на обработанной фунгицидом почве для всех трех укосов. Также не выявлено зависимостей между величинами КН ^{137}Cs растениями и показателями интенсивности микоризных инфекций корневой системы.

Ключевые слова: арбускулярные грибы, инокуляция, почва, радиоцезий.

RADIOECOLOGICAL FUNCTIONS OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI

Vinichuk M.M.

*Zhytomyr State Technological University, Ukraine**10005, Ukraine, Zhytomyr, Chernyakhovsky str. 103,**Swedish University of Agricultural Sciences, Sweden**Box 7014, 750 07, Uppsala, Sweden*

Mykhailo.Vinichuk@slu.se

In the frame of this study we investigated how soil inoculation with strain of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi effects the uptake of radioactive isotope ^{137}Cs by perennial ryegrass (*Lolium multiflorum*, variety 'Corvus'), when grown on soils with low-level contamination by radionuclides after an accident on Chernobyl NPP in 1986.

Another aim of the study was to elucidate whether use of allochthonous AM fungus strain in combination with a plant is suitable for the purpose of phytoremediation of soils contaminated by radionuclides.

The potential use of mycorrhiza as a bioremediation agent for soils contaminated by radiocesium was evaluated in both greenhouse (2008) and field experiments (2009-2010) on sandy soil. The greenhouse experiment comprised a block design including two treatments and five replicates: AM+ and AM-. In treatment AM+, soil was autoclaved before the experiment and then inoculated with a commercial AM fungus *Glomus mosseae*. The fungal strain had been isolated from agricultural soil in Finland and contained spores and hyphae of the arbuscular mycorrhizal fungus *G. mosseae*. In treatment AM-, soil was autoclaved but non-inoculated.

Experimental plots in field experiment were established near the settlements of Yazhberen (51°14'55" N, 29°09'25" E, site I) and Khrystynivka (51°14'14" N, 29°13'09" E, site II) in Narodychi, Zhytomyr Region, Ukraine, about 70 km Southwest of Chernobyl and a few kilometers away from the contaminated zone (Zone-1).

A randomized block design was used, which comprised three treatments: AM+, F and C. In treatment AM+, soil was inoculated with AM fungus *G. mosseae* before the experiment and in treatment F, soil was treated with fungicide: treatment C was assigned as a control and did not receive any fungicide or inoculum.

For AM fungi colonization quantification, soil samples were treated with 20% potassium hydroxide and roots were stained with 0.05% trypan blue in a 14:1:1 lactic acid:glycerol:water solution and then rinsed in a de-staining solution (14:1:1 lactic acid:glycerol:water). For examination, the roots were spread onto glass slides and the appearance of fungal infections was visually recorded under a binocular microscope.

The rate of mycorrhizal infection frequency in the roots was graded as 0 = no infection; 1 = sign of infection; 2 = moderate infection; and, 3 = abundant infection. To verify if root infection frequency was related to dry matter production and ^{137}Cs concentration ratios the rate of mycorrhizal infection frequency on the roots of experimental crop was analyzed.

It has been shown that fungi did not affect the biomass of perennial ryegrass. The comparison of the effectiveness of soil inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi *Glomus mosseae* on ryegrass biomass growing in both greenhouse and field experiments showed no effect. The biomass of the studied plants only moderately depended on the intensity of mycorrhizal root infections. Soil inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi when growing ryegrass plants in both greenhouse and field experiments did not affect the level of radiocaesium uptake by experimental plants. Aboveground parts of the ryegrass plant grown on inoculated by AM fungi soil had lower activity of the radionuclide and thus lower values of ^{137}Cs TF than those grown on control treatment in both experiments. Similarly, in both greenhouse and field experiments ^{137}Cs TF to plants grown on inoculated soil were 1.5 times lower than for plants grown in soil treated with fungicide for all three cuts.

The quantification of AM fungi colonization (mycorrhizal infection frequency of plant roots) of ryegrass when grown in greenhouse experiment revealed only a single infection (1 point for 3- point scale) in 60% of the analyzed samples. The level of ^{137}Cs TF to plants and intensity of mycorrhizal infection of root system were weakly negatively related. ($r = -0,334$). In the field experiments roots of ryegrass plants appeared to be moderate (2 points for a 3- point scale) infected with AM fungi. Meanwhile, the only weak positive relationships between the magnitude of ^{137}Cs TF to plants and mycorrhizal infection intensity of roots found ($r = 0,33$). The values of the biomass of the studied plants appeared to be also negatively related on the intensity of mycorrhizal root infections: correlation coefficients between these parameters were - 0.36 and - 0.50 for greenhouse and field experiments, respectively.

Since the magnitude of biomass and ^{137}Cs TF of ryegrass plants grown on soil inoculated with AM fungi were lower than those parameters in the control plant, the total activity concentration of radioactive cesium accumulated within the biomass of experimental plants also appeared to be lower than control plants.

It is worth to mention that relatively high levels of radionuclide accumulation were observed in plants grown on sterilized soil (greenhouse experiment) and on soil treated with fungicides (field experiment). The most plausible explanation for higher values of ^{137}Cs TF for ryegrass in both cases may be that there was an additional release of radionuclide from soil biota, especially microbiota due to high temperatures and pressures and due to the action of fungicides.

One of the goals of this study was to determine how soil inoculation with strain of AM fungus *G. mosseae* when growing ryegrass in both greenhouse and field experiment affect the level of radiocesium uptake. It is known that mycorrhizal symbiosis which might be formed under greenhouse conditions not necessarily will be the same in the field, where co-colonization may exist.

In this study, a commercial inoculant *G. mosseae* was used. To achieve better results, the consideration of the edaphic origin of AM fungi might be important. Inoculation with indigenous, locally adapted AMF strains, which are better adapted to the regional edaphoclimatic conditions than nonlocal fungi, positively affect plant

production and result in a larger quantity of fungal propagules in the soil, instead of autochthonous AM fungi. This may explain why inoculation with nonlocal *G. mosseae* strain did not improve ^{137}Cs uptake in crops.

The responsiveness of host plants and AM fungus combination to ^{137}Cs uptake in both greenhouse and field experiment seems to be conditional and did not facilitate the uptake of radiocesium. Thus, the inoculation of soil with allochthonous strains of arbuscular mycorrhizal fungi for the purpose of phytoremediation of contaminated lands can not be recommended and the feasibility of the use of AM fungus *G. mosseae* for bioremediation of soil contaminated with a low concentration of ^{137}Cs could not be acknowledged.

It is also suggested, that for the purpose of phytoremediation of contaminated lands it is important to consider the origin of AM fungi since autochthonous (aboriginal) strains of fungi may be better adapted to local conditions than allochthonous ones. The experimental data obtained in this study are in a good agreement with the results of other similar studies.

Keywords: arbuscular fungi, inoculation, radiocesium, soil.

ВСТУП

Ґрунт є одним з основних джерел, із якого радіонукліди надходять до живих організмів, у тому числі й до людини. Надходження радіонуклідів із ґрунту через кореневу систему до рослин є одним з основних шляхів їх міграції та визначає масштаби включення останніх у харчові ланцюги. У ґрунтах із високим вмістом тонкодисперсних глинистих фракцій ^{137}Cs фіксується глинистими мінералами, тоді як у ґрунтах із високим вмістом органічної речовини та низьким вмістом глини доступність ^{137}Cs рослинам може бути доволі високою, оскільки органічна речовина ґрунту має лише обмежені адсорбційні властивості щодо радіоцезію. У багатих на органічну речовину верхніх шарах лісового ґрунту значна частина (до 50 %) радіоцезію може бути зосереджена в грибній біомасі, зокрема у міцелії грибів [1]. Хоча ґрунтові мікроорганізми, зокрема ектомікоризні гриби, внаслідок їх низького вмісту в лісових ґрунтах акумулюють у своїй тілах порівняно невелику частину загальної кількості радіоцезію ґрунту [2], вони активно поглинають радіонуклід і можуть накопичувати його в 270 разів більше, ніж рослини, що ростуть у тих же біотопах [3].

Радіоекологічні функції арбускулярних мікоризних (AM) грибів та можливості їх використання в цілях фітореMediaції ґрунтів, забруднених радіонуклідами, також достатньо добре вивчені, але одержані результати неоднозначні, а часто навіть суперечливі. Так, у ряді робіт [4-6] показано безпосередню участь міцелію арбускулярних мікоризних грибів у транслокації радіоцезію до коренів рослин. Інокуляція арбускулярними мікоризними грибами сприяла підвищенню рівнів накопичення радіоцезію рослинами буркуну лікарського [7], райграсу пасовищного [8], та соняшника [9]. Результати інших досліджень свідчать, що AM гриби, навпаки, знижували рівні накопичення радіоцезію інокульованими рослинами [10-12].

Очевидно, що розходження у висновках щодо участі грибів арбускулярної мікоризи в процесах надходження радіонуклідів із ґрунту через кореневу систему до рослин вказує на наявність тих чи інших чинників, які здатні модифікувати кінцевий результат. Одним з можливих факторів є умови проведення експерименту. Більшість результатів досліджень отримані в умовах вегетаційних та/або лабораторних досліджень. Тим часом, симбіотичні взаємовідносини, що формуються між рослиною-господарем та штамом арбускулярних мікоризних грибів в умовах теплиці чи лабораторії, не завжди будуть залишаються такими ж в польових умовах [13]. З огляду на це метою наших досліджень було експериментально підтвердити або спростувати гіпотезу про те, що арбускулярні мікоризні гриби можуть використовуватись у цілях фітореMediaції забруднених радіоцезієм ґрунтів однаково ефективно (чи неефективно) і в умовах теплиці, і в польових умовах. Можливість використання AM грибів із метою фітореMediaції забруднених радіонуклідами ґрунтів остаточно не встановлена і потребує подальших досліджень.

Метою роботи було дослідження, яким чином інокуляція ґрунту штамом арбускулярного мікоризного гриба *Glomus mosseae* при вирощуванні пажитниці багатоквіткової в умовах вегетаційних і польових дослідів впливає на рівень накопичення радіоцезію досліджуваними

рослинами. Крім того, було досліджено ефективність використання алохтонного штаму АМ гриба при вирощуванні пажитниці багатоквіткової з метою підбору комбінації рослин і АМ грибів, найбільш придатних для фіторемедіації радіоактивно забруднених ґрунтів.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Вегетаційний дослід проводили у 2008 році на супіщаному ґрунті за схемою: інокульований АМ грибами ґрунт, стерилізований ґрунт та контроль. Повторність 5 кратна. Верхній (0-15 см) шар забрудненого після аварії на Чорнобильській АЕС ґрунту відбирали з пасовища в районі Євле, Швеція. Активність ґрунту за $^{137}\text{Cs} \approx 700 \text{ Бк кг}^{-1}$. У лабораторії ґрунт ретельно перемішували, просівали через сито 2 мм та стерилізували протягом 3-х годин при температурі 121 °С та тиску 2 бари. Рослини пажитниці багатоквіткової (*Lolium multiflorum* Lam., сорт "Согвус") вирощували в теплиці в пластикових горщиках об'ємом 4,2 дм³, добрива не використовували. Насіння висівали вручну. Перед посівом у ґрунт вносили матеріал, що містить спори та гіфи АМ грибів у пропорції 1:100. За період вегетації рослини зрізали двічі, висушували їх на повітрі до постійної ваги, подрібнювали та вимірювали величину активності за ^{137}Cs . Активність ^{137}Cs у ґрунті та рослинах визначали за допомогою НРGe детекторів із перерахунком на час відбору зразків. Коефіцієнти накопичення (КН) радіонукліду розраховували як відношення його активності в рослині, Бк кг⁻¹ с.в. до активності в ґрунті, Бк кг⁻¹ с.в.

Польовий дослід проводили у 2009-2010 рр. у Народицькому районі Житомирської області поблизу сіл Яжберень (51°14'55" пн. ш., 29°09'25" сх. д.) та Христинівка (51°14'14" пн. ш., 29°13'09" сх. д.) на супіщаному ґрунті за схемою: інокульований АМ грибами ґрунт, ґрунт, оброблений фунгіцидом "Benlate", та контроль. Розмір посівної площі кожної експериментальної ділянки становив 7,2 м² (3,0 м x 2,4 м), облікової площі 2,8 м² (1,4 м x 2,0 м). Відстань між ділянками 1 м. Повторність дослідів 4 кратна. Щільність радіоактивного забруднення за ^{137}Cs у 2009 році в шарі ґрунту 0-20 см становила 93,1±8,4 та 832,4±53,2 кБк м⁻². Перед посівом у ґрунт вносили матеріал, що містить спори та гіфи АМ грибів у кількості 5 мл см³ ґрунту з наступним перемішуванням його з верхнім 2-3-сантиметровим шаром ґрунту. Фунгіцид вносили у вигляді водного розчину з розрахунку одержання кінцевої концентрації 125 мг кг⁻¹ ґрунту. Усього було проаналізовано три укуси трави, методика підготовки зразків та вимірювання аналогічна до наведеної вище.

Для визначення інтенсивності мікоризної інфекції коренів рослин останні занурювали у 20% розчин гідроксиду калію, промивали водопровідною водою і підкислювали 1% соляної кислоти. Після цього коріння фарбували 0,05% трипанового синього в розчині молочна кислота-гліцерин-вода (14:1:1). Оцінку проводили візуально під бінокулярним мікроскопом. Інтенсивність мікоризної інфекції в корінні оцінювали як 0 = немає інфекції, 1 = поодинокі інфекції, 2 = помірно інфіковані корені, 3 = сильно інфіковані корені.

У дослідях використовували арбускулярний мікоризний продукт Муко-Умррі, що виробляється фірмою МТТ Агріфуд Ресерч (Фінляндія). Присутній у матеріалі штаму гриба було ізольовано з ґрунту сільськогосподарського призначення у Фінляндії. Муко-Умррі містить спори та гіфи арбускулярного мікоризного гриба *Glomus mosseae* разом із матеріалом-носієм (субстратом). Субстрат являє собою стерилізовану паром суміш торфу, піску та перліту.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Порівняння ефективності передпосівної інокуляції ґрунту арбускулярними мікоризними грибами при вирощуванні пажитниці багатоквіткової в умовах вегетаційного і польового

дослідів показує відсутність стимулюючого ефекту інокуляції ґрунту на величину біомаси досліджуваних рослин (табл. 1, 2). Так, в умовах вегетаційного дослідження біомаса пажитниці багатоквіткової першого укосу досліджуваного варіанта виявилась нижчою, ніж у варіанті зі стерилізованим ґрунтом та на контролі. При другому укосі відмінностей між досліджуваним та контрольними варіантами не спостерігалось. Аналогічні результати отримані і в умовах польового дослідження: відмінності між досліджуваними варіантами були в межах похибки для першого та другого укосів та практично нівелювались для третього укосу. Статистично значимих відмінностей величин біомаси пажитниці багатоквіткової між досліджуваними варіантами не виявлено.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика ефективності передпосівної інокуляції ґрунту арбускулярними мікоризними грибами (АМ) при вирощуванні пажитниці багатоквіткової. Вегетаційний дослід.

Варіанти дослідження	Укіс	
	1-й	2-й
Біомаса, г м ⁻²		
Інокульований ґрунт	3,21±0,32	1,90±0,09
Стерилізований ґрунт	3,99±0,17	1,96±0,02
Контроль	3,76±0,14	1,83±0,09
¹³⁷ Cs, Бк кг ⁻¹		
Інокульований ґрунт	213,4±28,0	290,5±79,4
Стерилізований ґрунт	445,4±48,8	568,5±58,9
Контроль	347,5±22,5	427,9±14,8
¹³⁷ Cs КН, (x10 ⁻²)		
Інокульований ґрунт	30,9±4,06	42,2±11,5
Стерилізований ґрунт	64,7±7,08	82,5±8,55
Контроль	50,4±3,27	62,1±2,15

Наземні частини рослин пажитниці багатоквіткової, що зростали на інокульованому АМ грибами ґрунті мали нижчу активність радіонукліду та відповідно нижчі значення КН ¹³⁷Cs ніж ті, що вирощувались на контрольних варіантах у вегетаційному та польовому дослідженнях (табл. 1, 2). Так, в умовах вегетаційного дослідження КН ¹³⁷Cs для рослин дослідного варіанта що зростали на інокульованому АМ грибами ґрунті, виявились у 2 рази нижчими, ніж для рослин стерилізованого ґрунту, та у 1,5 разу нижчими, ніж у рослин контрольного (неінокульований та нестерилізований ґрунт) варіанта для обох укосів. Аналогічно, в умовах польового дослідження КН ¹³⁷Cs для рослин дослідного варіанта, що зростали на інокульованому АМ грибами ґрунті, виявились у 1,5 разу нижчими, ніж для рослин обробленого фунгіцидом ґрунту для всіх трьох укосів. Для рослин пажитниці багатоквіткової контрольного варіанта (неінокульований та необроблений фунгіцидом ґрунт) величини КН ¹³⁷Cs варіювали залежно від укосів трави, але в середньому були на рівні величин КН ¹³⁷Cs для рослин дослідного варіанта. Це ж стосується і кореневої системи рослин обох дослідів: КН ¹³⁷Cs коренями дослідних рослин були нижчими, ніж КН ¹³⁷Cs коренями рослин контрольних варіантів. Отже, передпосівна інокуляція забрудненого радіоцезієм ґрунту АМ грибами при вирощуванні пажитниці багатоквіткової в умовах вегетаційного і польового дослідження не підвищує, а навпаки, знижує рівень накопичення радіонукліду рослинами.

Таблиця 2 – Порівняльна характеристика ефективності передпосівної інокуляції ґрунту арбускулярними мікоризними грибами при вирощуванні пажитниці багатоквіткової. Польовий дослід.

Варіанти дослідів	Укіс		
	1-й	2-й	3-й
Біомаса, г м ⁻²			
Інокульований ґрунт	140,2±23,6	107,0±13,9	104,5±9,98
Ґрунт, оброблений фунгіцидом	133,9±18,0	120,5±13,9	104,0±6,23
Контроль	106,0±13,9	114,3±14,2	96,5±10,7
¹³⁷ Cs, Бк кг ⁻¹			
Інокульований ґрунт	102,1±25,1	111,6±22,6	62,6±12,8
Ґрунт, оброблений фунгіцидом	143,0±32,3	141,8±25,6	68,5±20,6
Контроль	119,4±22,5	158,2±30,9	85,4±11,7
¹³⁷ Cs КН, (x10 ⁻³)			
Інокульований ґрунт	41,1±6,11	44,1±6,88	21,5±4,92
Ґрунт, оброблений фунгіцидом	56,3±13,1	59,7±14,9	32,1±12,1
Контроль	61,3±16,5	21,5±4,92	21,5±4,58

У результаті дослідження інтенсивності мікоризної інфекції коренів рослин пажитниці багатоквіткової в умовах вегетаційного дослідів виявлено лише поодинокі інфекції (1 бал за 3-бальною шкалою) у 60% проаналізованих зразків. Залежностей між величинами КН ¹³⁷Cs рослинами та показниками інтенсивності мікоризної інфекції кореневої системи не виявлено ($r = -0,334$). В умовах польового дослідів корені рослин пажитниці багатоквіткової виявились помірно (2 бали за 3 бальною шкалою) інфіковані АМ грибами. Тим часом, залежностей між величинами КН ¹³⁷Cs рослинами та показниками інтенсивності мікоризної інфекції кореневої системи також не виявлено ($r = 0,33$). Величина біомаси досліджуваних рослин також не залежала від інтенсивності мікоризної інфекції кореневої системи: коефіцієнти кореляції між цими параметрами становили – 0,36 та – 0,50 для вегетаційного та польового дослідів відповідно.

Оскільки величини біомаси та КН ¹³⁷Cs рослинами пажитниці, що зростали на інокульованому АМ грибами ґрунті, виявились нижчими від тих же величин у рослин контрольних варіантів, загальна активність радіоцезію, накопиченого біомасою дослідних рослин, також виявилась нижчою ніж у контрольних рослин.

Характерно, що високі рівні накопичення радіонукліду спостерігались у тих рослин, які вирощувались на стерилізованому ґрунті (вегетаційний дослід), а також на ґрунті, обробленому фунгіцидом (польовий дослід). Найбільш імовірним поясненням вищих значень КН ¹³⁷Cs в обох випадках є додаткове вивільнення радіонукліду з біоти ґрунту, насамперед мікобіоти, і при дії високих температур та тиску і при дії фунгіциду.

Експериментальні дані, одержані нами, добре узгоджуються з результатами інших подібних досліджень. Відсутність ефекту від внесення АМ грибів у ґрунт при вирощуванні пажитниці багатоквіткової спостерігалась у вегетаційних дослідів Rosen і співавт., [11]. Інші автори [14] дійшли висновку, що інокуляція ґрунту не сприяє накопиченню радіоцезію рослинами пажитниці, а навпаки, знижує надходження останнього в рослини.

Одним із завдань цього дослідження було виявити, як інокуляція ґрунту штамом АМ гриба *Glomus mosseae* при вирощуванні пажитниці багатоквіткової в умовах вегетаційних і польових дослідів впливає на рівень накопичення радіоцезію. Адже відомо, що мікоризний симбіоз, що утворюється в тепличних умовах вегетаційного дослідів не обов'язково буде таким же в польових умовах [13]. Крім того, в умовах польових дослідів, на відміну від

вегетаційних дослідів, можна очікувати на супутні колонізації. В обох випадках інокуляція ґрунту не сприяє накопиченню радіонукліду рослинами пажитниці.

Оскільки симбіотичні асоціації між ендомікоризними грибами і коренями рослин є найбільш поширеним типом мікоризи, застосування алохтонних “чужорідних” видів грибів, які сформувалися поза межами цієї екосистеми, є найбільш імовірним поясненням менш вираженого ефекту підсилення накопичення радіонукліду досліджуваними рослинами.

Крім того, як показано Linderman та Davis [15], деякі комбінації рослин та АМ грибів можуть бути більш вигідними для рослини-господаря, ніж інші, що є свідченням структурних та функціональних відмінностей не лише між видами, а навіть між морфотипами одного і того ж виду грибів. З огляду на це позитивний ефект інокуляції може бути досягнутий лише у випадку сумісності рослини-господаря та АМ гриба [16]. У цьому експерименті ми використовували комерційний інокулянт *Glomus mosseae*. Очевидно, що для досягнення кращих результатів важливо враховувати походження АМ грибів. Відомо, що інокуляція ґрунту автохтонними (аборигенними) штамми грибів, які краще адаптовані до місцевих умов, ніж алохтонні, позитивно впливає не лише на продуктивність рослин, а також і на кількість грибних відростків у ґрунті [17].

Напрями подальших досліджень. З огляду на те, що в цій роботі використовувався алохтонний штам АМ гриба, варто було б дослідити, яким чином інокуляція автохтонним штамом впливатиме на накопичення радіоцезію мікоризними рослинами.

ВИСНОВКИ

При дослідженні ефективності передпосівної інокуляції ґрунту арбускулярними мікоризними грибами *Glomus mosseae* при вирощуванні пажитниці багатоквіткової в умовах вегетаційного і польового дослідів встановлено таке:

1. Інокуляція ґрунтів, що мають низький рівень радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи, штамом арбускулярного мікоризного гриба *Glomus mosseae* при вирощуванні пажитниці багатоквіткової не впливає на величину біомаси рослин в умовах вегетаційного і польового дослідів.
2. Рослини пажитниці багатоквіткової, що зростали на інокульованому АМ грибами ґрунті, накопичували меншу кількість радіонукліду, ніж ті, що вирощувались на контрольних варіантах в обох дослідях.
3. Інокуляція ґрунту алохтонними штамми арбускулярних мікоризних грибів із метою фіторемедіації радіоактивно забруднених земель не може бути рекомендована.

ПОДЯКИ. Автор висловлює подяку проф. А. Мортенссон, д-ру К. Розену та д-ру Б. Недрі за сприяння в проведенні експериментів та визначенні інтенсивності мікоризної інфекції. Фінансову підтримку прекутано надано Шведським університетом сільськогосподарських наук.

ЛІТЕРАТУРА

1. Vinichuk M.M. Accumulation of ¹³⁷Cs by fungal mycelium in forest ecosystems of Ukraine / M.M. Vinichuk, K.J. Johansson // Journal of Environmental Radioactivity – 2003. – V. 64(1). – P. 27–43.
2. Vinichuk M.M. ¹³⁷Cs in fungal sporocarps in relation to vegetation in a bog, pine swamp and forest along a transect / M.M. Vinichuk, K. Rosén, A. Dahlberg // Chemosphere. – 2013. – V. 90. – P. 713–720.

3. Bakken L.R. Accumulation of radiocaesium in fungi / L.R. Bakken, R.A. Olsen // *Can. J. Microbiology*. – 1990. – V. 36. – P. 704–710.
4. Declerck S. Extraradical mycelium of the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus lamellosum* can take up, accumulate and translocate radiocaesium under root-organ culture conditions / S. Declerck, H. Dupré de Boulois, C. Bivort, B. Delvaux // *Environmental Microbiology* – 2003. – V. 5. – P. 510–516.
5. Кріпка Г. В. Використання арбускулярних мікоризних грибів у фіторе mediaції ґрунтів від радіонуклідів : автореф. дис... канд. біол. наук: 03.00.20 / Г.В. Кріпка; Ін-т клітин. біології та генет. інженерії, НАН України. – К., 2005. – 21 с.
6. de Boulois H. Transport of radiocaesium by arbuscular mycorrhizal fungi to *Medicago truncatula* under *in vitro* conditions / H. de Boulois, L. Voets, B. Delvaux, I. Jakobsen, S. Declerck // *Environmental Microbiology*. – 2006. – V. 8. – P. 1926–1934.
7. Rogers R.D. Vesicular Arbuscular Mycorrhiza - Influence on Plant Uptake of Cesium and Cobalt / R.D. Rogers, S.E. Williams // *Soil Biology & Biochemistry*. – 1986. – V. 18. – P. 371–376.
8. Entry J.A. Accumulation of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr from contaminated soil by three grass species inoculated with mycorrhizal fungi / J.A. Entry, L.S. Astrud, M. Reeves // *Environmental Pollution*. – 1999. – V. 104. – P. 449–457.
9. Dubchak S. Influence of silver and titanium nanoparticles on arbuscular mycorrhiza colonization and accumulation of radiocaesium in *Helianthus annuus* / S. Dubchak, D. Ogar, J.W. Mietelski, K. Turnau // *Spanish Journal of Agricultural Research*. – 2010. – V. 8(1). – P. 103–108.
10. Joner E.J. No significant contribution of arbuscular mycorrhizal fungi to transfer of radiocaesium from soil to plants / E.J. Joner, P. Roos, J. Jansa, E. Frossard, C. Leyval, I. Jakobsen // *Applied Environmental Microbiology*. – 2004. – V. 70. – P. 6512–6517.
11. Rosén K. Arbuscular mycorrhizal fungi mediated uptake of ¹³⁷Cs in leek and ryegrass / K. Rosén, Z. Weiliang, A. Mårtensson // *Science of the Total Environment*. – 2005. – V. 338. – P. 283–290.
12. Vinichuk M.M. Effect of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi on ¹³⁷Cs uptake by plants grown on different soils / M.M. Vinichuk, A. Mårtensson, T. Ericsson, K. Rosén // *Journal of Environmental Radioactivity*. – 2013. – V. 115. – P. 151–156.
13. Harley J.C. *Mycological Symbiosis* / J.C. Harley, S.E. Smith. – Academic Press : London., 1983. – 483 pp.
14. Dighton J. Uptake and immobilization of caesium in UK grassland and forest soils by fungi following the Chernobyl accident / T. Dighton, G.M. Terry. In: J.C. Frankland, N. Magan, G.M. Gadd, Eds., *Fungi and Environmental Change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. – 1996. – P. 184–200.
15. Linderman R.G. Varied response of marigold (*Tagetes* spp.) genotypes to inoculation with different arbuscular mycorrhizal fungi / R.G. Linderman, E.A. Davis // *Scientia Horticulturae (Canterbury, Engl.)*. – 2004. – V. 99. – P. 67–78.
16. Rodríguez Y.B. Estudio comparativo del comportamiento de seis cepas de hongos micorrícicos arbusculares en su interacción con el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. var. Amalia) / Y.B. Rodríguez, de la Noval, F. Fernández, P. Rodríguez // *Ecología Aplicada*. – 2004. – V. 3. – P. 162–171.

17. Johnson N.C. Resource limitation is a driver of local adaptation in mycorrhizal symbioses / N.C. Johnson, G.W.T. Wilson, M.A. Bowker, J.A. Wilson, R.M. Miller // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2010. – V. 107. – P. 2093–2098.

REFERENCES

1. Vinichuk M.M. Accumulation of ^{137}Cs by fungal mycelium in forest ecosystems of Ukraine / M.M. Vinichuk, K.J. Johansson // Journal of Environmental Radioactivity. – 2003. – V. 64(1). – P. 27–43.
2. Vinichuk M.M. ^{137}Cs in fungal sporocarps in relation to vegetation in a bog, pine swamp and forest along a transect / M.M. Vinichuk, K. Rosén, A. Dahlberg // Chemosphere. – 2013. – V. 90. – P. 713–720.
3. Bakken L.R. Accumulation of radiocaesium in fungi / L.R. Bakken, R.A. Olsen // Can. J. Microbiology. – 1990. – V. 36. – P. 704–710.
4. Declerck S. Extraradical mycelium of the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus lamellosum* can take up, accumulate and translocate radiocaesium under root-organ culture conditions / S. Declerck, H. Dupré de Boulois, C. Bivort, B. Delvaux // Environmental Microbiology. – 2003. – V. 5. – P. 510–516.
5. Kripka G. V. Vykorystannja arbuskuljarnyh mikoryznych grybiv u fitoremediacii' gruntiv vid radionuklidiv : avtoref. dys... kand. biol. nauk: 03.00.20 / G.V. Kripka; In-t klityn. biologii' ta genet. inzhenerii', NAN Ukraïny. – K., 2005. – 21 s.
6. de Boulois H. Transport of radiocaesium by arbuscular mycorrhizal fungi to *Medicago truncatula* under *in vitro* conditions / H. de Boulois, L. Voets, B. Delvaux, I. Jakobsen, S. Declerck // Environmental Microbiology. – 2006. – V. 8. – P. 1926–1934.
7. Rogers R.D. Vesicular Arbuscular Mycorrhiza - Influence on Plant Uptake of Cesium and Cobalt / R.D. Rogers, S.E. Williams // Soil Biology & Biochemistry. – 1986. – V. 18. – P. 371–376.
8. Entry J.A. Accumulation of ^{137}Cs and ^{90}Sr from contaminated soil by three grass species inoculated with mycorrhizal fungi / J.A. Entry, L.S. Astrud, M. Reeves // Environmental Pollution. – 1999. – V. 104. – P. 449–457.
9. Dubchak S. Influence of silver and titanium nanoparticles on arbuscular mycorrhiza colonization and accumulation of radiocesium in *Helianthus annuus* / S. Dubchak, D. Ogar, J.W. Mietelski, K. Turnau // Spanish Journal of Agricultural Research . – 2010. – V. 8(1). – P. 103–108.
10. Joner E.J. No significant contribution of arbuscular mycorrhizal fungi to transfer of radiocesium from soil to plants / E.J. Joner, P. Roos, J. Jansa, E. Frossard, C. Leyval, I. Jakobsen // Applied Environmental Microbiology. – 2004. – V. 70. – P. 6512–6517.
11. Rosén K. Arbuscular mycorrhizal fungi mediated uptake of ^{137}Cs in leek and ryegrass / K. Rosén, Z. Weiliang, A. Mårtensson // Science of the Total Environment. – 2005. – V. 338. – P. 283–290.
12. Vinichuk M.M. Effect of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi on ^{137}Cs uptake by plants grown on different soils / M.M. Vinichuk, A. Mårtensson, T. Ericsson, K. Rosén // Journal of Environmental Radioactivity. – 2013. – V. 115. – P. 151–156.
13. Harley J.C. Mycological Symbiosis / J.C. Harley, S.E. Smith. – Academic Press : London., 1983. – 483 pp.
14. Dighton J. Uptake and immobilization of caesium in UK grassland and forest soils by fungi following the Chernobyl accident / T. Dighton, G.M. Terry. In: J.C. Frankland, N. Magan, G.M. Gadd, Eds., Fungi and Environmental Change. Cambridge, UK: Cambridge University Press. – 1996. – P. 184–200.
15. Linderman R.G. Varied response of marigold (*Tagetes* spp.) genotypes to inoculation with different arbuscular mycorrhizal fungi / R.G. Linderman, E.A. Davis // Scientia Horticulturae (Canterbury, Engl.). – 2004. – V. 99. – P. 67–78.
16. Rodríguez Y.B. Estudio comparativo del comportamiento de seis cepas de hongos micorrícicos arbusculares en su interacción con el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. var. Amalia) / Y.B. Rodríguez, de la Noval, F. Fernández, P. Rodríguez // Ecología Aplicada. – 2004. – V. 3. – P. 162–171.
17. Johnson N.C. Resource limitation is a driver of local adaptation in mycorrhizal symbioses / N.C. Johnson, G.W.T. Wilson, M.A. Bowker, J.A. Wilson, R.M. Miller // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2010. – V. 107. – P. 2093–2098.

УДК 581.55 (477.60:477. 64:477.72:477.75:470.61:470.62)

СИНТАКСОНОМІЯ РОСЛИННОСТІ ЗСУВНИХ БЕРЕГІВ АЗОВСЬКОГО МОРЯ

¹Коломійчук В. П., Мележик О. В.

¹*Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління*

03035, Україна, Київ, вул. Митрополита Василя Липківського, 35

vkolomiychuk@ukr.net

Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна»

03115, Україна, Київ вул. Львівська, 23

o_melezhyk@bigmir.net

У статті, на основі власних досліджень, проведених з 2008 по 2013 рр., охарактеризовано рослинність абразійно-зсувних берегів Азовського моря. Наведено синтаксономічну схему, яка налічує 4 класи, 4 порядки, 4 союзи, 10 асоціацій, 20 варіантів. Охарактеризовано структурні особливості виділених синтаксонів. Висловлене припущення про зростання процесів синантропізації флори узбережжя спричинених глобальними кліматичними змінами.

Ключові слова: рослинність, синтаксони, класифікація, берегова зона, Азовське море

СИНТАКСОНОМІЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ОПОЛЗНЕВЫХ БЕРЕГОВ АЗОВСКОГО МОРЯ

¹Коломійчук В. П., Мележик О. В.

¹*Государственная экологическая академия последипломного образования и управления*

03035, Украина, Киев, ул. Митрополита Василия Лыпковического, 35

vkolomiychuk@ukr.net

²*Открытый международный университет развития человека «Украина»*

03115., Украина, Киев, ул. Львовская, 23

o_melezhyk@bigmir.net

В статье, на основе собственных исследований, осуществленных с 2008 по 2013 гг., охарактеризована растительность абразионно-оползневых берегов Азовского моря. Приведена синтаксономическая схема, которая насчитывает 4 класса, 4 порядка, 4 союза, 10 ассоциаций, 20 вариантов. Охарактеризованы структурные особенности выделенных синтаксонов. Высказано предположение о росте процессов синантропизации флоры побережья, вызванных глобальными климатическими изменениями.

Ключевые слова: растительность, синтаксоны, классификация, береговая зона, Азовское море

VEGETATION SYNTAXONOMY OF THE SEA OF AZOV LANDSLIDE COASTS

¹Kolomiychuk V. P., Melezhyk O. V.

¹*State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management*

03035, Ukraine, Kyiv, Mytropolita Vasyilia Lypkivskogo, 35

vkolomiychuk@ukr.net

²*Open International University of Human Development «Ukraine»*

03115., Ukraine, Kyiv, Lvivska St., 23

o_melezhyk@bigmir.net

The coastal zone of the Sea of Azov consists of mainland cliff and modern surface terrace. Its length (including estuaries and accumulative formations – bars, spits) is about 2686 km, and a height of 100 m, and width varies from 150 meters to several kilometers. In the coastal zone of the Sea of Azov there are four main types of coasts: abrasion, abrasion and landslide, accumulative and anthropogenic. Multifactorial and variable processes in the coastal zone of the sea (between land and water masses) are identified by the peculiarities of geological structure and a number of factors (hydrological, hydrochemical, hydrodynamic and hydrobiological), each of those presenting significant fluctuations in space and time.

Abrasion and landslide coasts are common for the Sea of Azov coastal zone, especially in the North Pryazov'ya, Taganrog Bay and Kerch-Taman region in particular. Coast is the Quaternary loess formations. Vegetation of abrasion and landslide coasts of the Sea of Azov is characterized in this article on the basis of

authors' research carried out during 2008-2013. This research was conducted in three regions of Ukraine (Donetsk, Zaporozhye and Kherson), the Autonomous Republic of Crimea and two administrative units of the Russian Federation – Rostov and Krasnodar regions. Environmental profile of abrasion and landslide coasts of the Sea of Azov with distribution of major vegetation classes is presented. The syntaxonomical scheme of vegetation of abrasion and landslide coast of the Sea of Azov, which has 4 classes, 4 orders, 4 unions, 10 associations, 20 options is presented. In particular, class *Agropyreteea repentis* Obert., Th. Mull. et Görs in Oberd. et al. 1967, which combines ruderal communities formed by perennial plant species on anthropogenic ecotopes, includes 1 order (*Agropyretalia repentis* Oberd., Th. Mull. et Görs in Oberd. et al. 1967), 1 union (*Convolvulo-Agropyron repentis* Görs 1966), 7 associations (*Convolvulo-Agropyretum repentis* Felföldy 1943, *Cardario-Agropyretum repentis* Th. Mull. et Görs 1969, *Agropyretum repentis* Görs 1966, *Anisantho-Artemisietum austriacae* Kost. 1986, *Atriplici calothecae-Melilotetum officinalis* Korzh. et Klyukin 1990, *Cardario drabae-Sonchetum oleracei* Korzh. et Klyukin 1990, *Geranio tuberosi-Dactylidetum glomeratae* Korzh. et Klyukin 1990) and 13 options. Class *Artemisitea vulgaris* Lohm., Prsg. et R. Tx. in R. Tx. 1950, which combines ruderal communities of biennial and perennial plant species, widespread on nitrified ecotopes, includes 1 order (*Meliloto-Artemisietalia absinthii* Elias 1979), 1 union (*Potentillo-Artemision absinthii* Elias (1979) 1980) and 1 association (*Artemisia absinthii-Phragmitetum australis* Smetana, Deproluk, Krasova 1997). Class *Chenopodietea* Br.-Bl. 1951 em Lohm., J. et R. Tx 1961 ex Matsz 1962, which combines communities of annual ruderal species of recovery succession stages on disturbed soils, includes 1 order (*Sisymbrietalia* J. Tx. ex Matsz 1962 em Gros. 1966), 1 union (*Sisymbrium officinalis* R. Tx., Lohm., Prsg. in R. Tx 1950 em Hejny et al. 1979), 1 association (*Atriplicetum tataricae* Ubrizsy 1949) and 4 options. Class *Festuco-Puccinellietea* Soó ex Wicherek 1973, which combines mesoxerophytic communities of saline substrates with varying moisture, primarily saline meadows, includes 1 order (*Artemisia santonicae-Limonietalia gmelinii* V. Golub et V. Sl. 1988), 1 union (*Artemision santonicae* Shelyag-Sosonko et V. Sl. 1987) and 1 association (*Limonio meyeri-Elytrigetum elongati* Tyschenko 1996) consisting of three options. Structural features of outlined syntaxons are characterized (including the description of the floristic composition, projective cover, the average number of species descriptions). 8 associations (*Convolvulo-Agropyretum repentis*, *Cardario-Agropyretum repentis*, *Agropyretum repentis*, *Anisantho-Artemisietum austriacae*, *Cardario drabae-Sonchetum oleracei*, *Artemisia absinthii-Phragmitetum australis*, *Atriplicetum tataricae*, *Limonio meyeri-Elytrigetum elongati*) among those are widely spread in the coastal zone, while 2 (*Atriplici calothecae-Melilotetum officinalis*, *Geranio tuberosi-Dactylidetum glomeratae*) are found fragmentarily on the southern coast (Kerch-Taman region). The largest area of the landslide coasts of the Sea of Azov is occupied by phytocoenoses of classes *Agropyreteea repentis* and *Festuco-Puccinellietea*, which are spread on different parts of the coast. The first ones are found on the most moving upper and middle parts of the slopes, the latter ones are located in their soles. First class communities are characterized by low projective cover and polydominance, plant communities of slopes' soles, on the contrary, are characterized by high projective cover, significant biological products and dominance of 1-3 plant species. Flora landslide shores of the Azov Sea is about 150 of species of vascular plants, two thirds of them are synanthropic species. They are primarily formed out of synanthropic annual, biennial (*Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Atriplex aucheri* Moq., *A. prostrata* Boucher ex DC., *A. tatarica* L., *Bromus squarrosus* L., *Centaurea diffusa* Lam., *Conium maculatum* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Diploaxis muralis* (L.) DC., *Melandrium album* (Mill.) Garcke, *Melilotus albus* Medik., *M. officinalis* (L.) Pallas) and perennial (*Acroptilon repens* (L.) DC., *Artemisia austriaca* Jacq., *A. absinthium* L., *A. vulgaris* L., *Cardaria draba* (L.) Desv., *Convolvulus arvensis* L., *Cynanchum acutum* L., *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Ecbalium elaterium* (L.) A. Rich., *Marrubium peregrinum* L.) plant species. A significant role in forming landslide coasts communities also belongs to steppe (*Agropyron pectinatum*, *Carex melanostachya* M. Bieb. ex Willd., *Bromopsis riparia* (Rehman) Holub, *Dactylis glomerata* L., *Festuca valesiaca* Gaudin, *Galatella villosa* (L.) Reichenb., *Kochia prostrata* (L.) Schrader, *Poa angustifolia* L., *P. bulbosa* L.), meadow (*Agrostis stolonifera* L., *Alopecurus pratensis* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Elytrigia elongata* (Host) Nevski, *E. intermedia* (Host) Nevski), shrub (*Crataegus fallacina* Klokov, *Lycium barbarum* L., *Prunus spinosa* L., *Rhamnus cathartica* L.), paludal (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Epilobium hirsutum* L., *Carex riparia* Curt.) and littoral (*Artemisia santonica* L., *Lactuca tatarica* (L.) C.A. Mey., *Leymus sabulosus* (Lam.) Tzvelev, *Crambe pontica* Steven et Rurp., *Glycyrrhiza glabra* L., *Pleconax subconica* (Friv.) Sourkova) taxa. Geographical distribution of particular communities within the coastal zone is presented. There is a suggestion that the growth of processes synanthropization of coastal flora the Sea of Azov is caused by global climate change. The influence of natural and anthropogenic factors contributes to increasing the area of abrasion and landslide coasts, that, in turn, leads to the distribution of synanthropic communities in the Sea of Azov coastal zone and the decrease of the territories occupied by natural vegetation. The prospect of further investigation of abrasion and landslide coasts of the Sea of Azov is to study the dynamic processes, especially syngeneses and demutation, as well as to develop plans for phytobiota management of these dynamic geomorphological formations.

Keywords: vegetation, syntaxa, classification, coastal zone, the Sea of Azov

ВСТУП

Берегова зона моря – найбільш динамічна його частина, де відбувається складна взаємодія водних мас та прилеглих ділянок суходолу. Багатофакторність та мінливість процесів, що проходять у цій зоні, визначені особливостями геологічної будови та низки факторів (гідрологічних, гідрохімічних, гідродинамічних, гідробіологічних), кожному з яких властиві значні флуктуації в просторі та часі.

Берегова зона Азовського моря включає материковий кліф та сучасну надводну терасу. Її довжина з лиманами і акумулятивними утвореннями (барами, косами, пересипами, стрілками) становить близько 2686 км, а ширина – коливається від 150 м до декількох кілометрів.

Береги Азовського моря складені переважно пухкими абразивними відкладами неогенового та четвертинного періоду [1]. Вони зазвичай невисокі, легко піддаються відносно інтенсивній абразії з боку моря. До моря майже усюди підходять степові алювіальні і лесові рівнини, які сформувалися на структурах стародавньої (Російської докембрійської) і більш молоді (Скіфської герцинської) платформ. Корінний берег узбережжя моря здебільшого має вигляд стрімкого обриву або зсуву [2].

На основі даних про комплексне дослідження геологічної будови і геоморфології, напрямок та інтенсивність сучасних берегових процесів, характер гідро- та літодинамічних факторів В.О. Мамікіна і Ю.П. Хрустальов виділяють три основні типи берегів Азовського моря: абразійний, абразійно-зсувний і акумулятивний, які у свою чергу поділяють на підтипи [3].

Абразійно-зсувний тип берега широко поширений у береговій зоні Азовського моря (далі – БЗАМ), насамперед у Північному Приазов'ї, зокрема в Таганрозькій затоці і в Керченсько-Таманській області. У інших районах він має локальне поширення. Спостерігається чітка притаманність цього типу відносно підвищеним ділянкам берега, в основі яких знаходяться неогенові піщано-глинисті відслонення. Відносна висота і потужність горизонтів піску і глин визначають морфологію зсувів. Найбільший розвиток у межах БЗАМ отримали глибокі зсуви, що мають вигляд декількох зсувних терас або сходів, розташованих одна над одною, з високою стінкою відриву (окол. с. Порт-Катон, с. Приморка, м. Маріуполь, мис Ахіллеон тощо). Цей підтип притаманний найвищим ділянкам берега (вище 45 м), в основі яких знаходиться піщано-глинистий шар. Зсувні зони мають широтну протяжність до 10 км і більше.

Поверхневі зсуви типу плавунів та потоків поширені в районах зі значною потужністю піску в береговому обриві, перекритому лесоподібними суглинками (ділянки Маргаритовська, Міуська, Керченський півострів). Періодично відновлювальні неглибокі зсуви відмічені на Шабельській, Сійській ділянках БЗАМ, північному березі Таганрозької затоки, де в періоди між циклами утворення зсувів відбуваються абразійно-обвальні процеси [3].

Приморська рослинність берегів Азовського моря являє собою генетично різноманітну сукупність різних її типів: літорального, степового, чагарникового, лучного, солончакового, болотного, водного та синантропного. Їх виникнення, формування і розвиток відбуваються в умовах екотонального гіперпростору екологічних факторів, серед яких провідними є зволоження, інтенсивність абразивно-акумуляційних та згінно-нагінних процесів, а також ступінь алювіальності, засолення і антропогенного пресу. Усе це обумовлює високий рівень різноманіття азонально-зональної рослинності. На абразійно-зсувних берегах формується комплекс різноманітних рослинних угруповань, обумовлений з низкою факторів, провідними з яких є рухи субстрату, рівень зволоження та засолення. Синтаксономічні дослідження рослинності зсувів Приазовських берегів до останнього часу не узагальнені. Існують окремі розробки по Керченській, Східній та Північноприазовській ділянках БЗАМ [4–6].

Метою статті є узагальнення інформації щодо синтаксономії рослинності зсувних берегів БЗАМ, включаючи розробку синтаксономічної схеми і характеристику виділених синтаксонів.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Матеріалами для дослідження слугували власні геоботанічні дослідження зсувних берегів Азовського моря на території трьох областей України (Донецької, Запорізької та Херсонської), АР Крим, Ростовської області та Краснодарського краю РФ, а також матеріали опубліковані по регіону іншими авторами [4–6]. Польові дослідження виконано у 2008–2013 рр. класичними ботанічними методами: детально-маршрутним та напівстаціонарним. Також використовувався метод еколого-ценотичного профілювання. Розміри пробних ділянок варіювали від 50 до 100 м². Рясність видів визначали за шкалою: 5 – > 50%, 4 – 26–50%, 3 – 16–25%, 2 – 6–15%, 1 – 1–5%, + – < 1%. Класифікацію рослинних угруповань БЗАМ здійснювали на основі підходу Браун-Бланке [7] за допомогою програми Twinspan [8] з пакету програм Juice 7.0.45 [9]. Загалом було оброблено 1823 геоботанічні описи, з яких власними є 1348. Описи збережено в базі даних Vegplots, розробленій В.А. Онищенком [10]. У статті наведено 57 описів рослинності, характерної для абразійно-зсувних берегів БЗАМ. Назви судинних рослин наведені за останнім флористичним зведенням «Vascular plants of Ukraine» [11].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Еколого-ценотичний ряд рослинності абразійно-зсувного берега Азовського моря від підніжжя схилу до плакорних умов починається з галофітних фітоценозів класу *Festuco-Puccinellietea* Soó ex Wicherek 1973, прилеглих до ділянок пляжу. На їх розвиток впливають процеси імпульверизації солей та безпосередньо хвильової діяльності моря у вигляді бризок. Зсувні процеси в цій частині берега виражені слабо. На окремих ділянках нижньої частини зсувних берегів трапляються деривати класів *Robinietaea* Jurko ex Hadac et Sofron 1980 та *Rhamno-Prunetea* Rivas Goday et Carb. 1961, причому в межах Таганрозької затоки вони поширені переважно на глікофільних, а на інших ділянках БЗАМ – галофілних різновидах ґрунтів.

На «фрухомих» ділянках схилів абразійно-зсувного берега формуються синтаксони синантропної рослинності (класів *Agropyreteae repentis* Oberd., Th. Mull. et Gors in Oberd. et al. 1967, *Artemisietea vulgaris* Lohm., Prsg. et R. Tx. in R.Tx. 1950 та *Chenopodietaea* Br.-Bl. 1951 em Lohm., J. et R. Tx. 1961 ex Matsz. 1962), серед яких найбільшу площу мають угруповання першого класу, що об'єднує угруповання гемікриптофітів з потужною кореневою системою на сухих та періодично висихаючих мінералізованих ґрунтах. На верхній частині схилу, що переходить у плакорні умови, формуються стійкі степові угруповання класу *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et R.Tx. in Br.-Bl. 1949, характеристика яких, (як і чагарникових), у цій статті залишається поза нашою увагою. У разі безпосереднього розташування рілних агроландшафтів біля краю берегового обриву тут можуть формуватись угруповання сегетальної рослинності класу *Stellarietea mediae* Tüxen et al. ex von Rochow 1951, що представлені переважно угрупованнями однорічників. Флору зсувних берегів Азовського моря утворюють близько 150 видів судинних рослин, дві третини з них є представниками синантропофітону.

Формування рослинності на абразійно-зсувному типі берега БЗАМ ілюструє рис. 1.

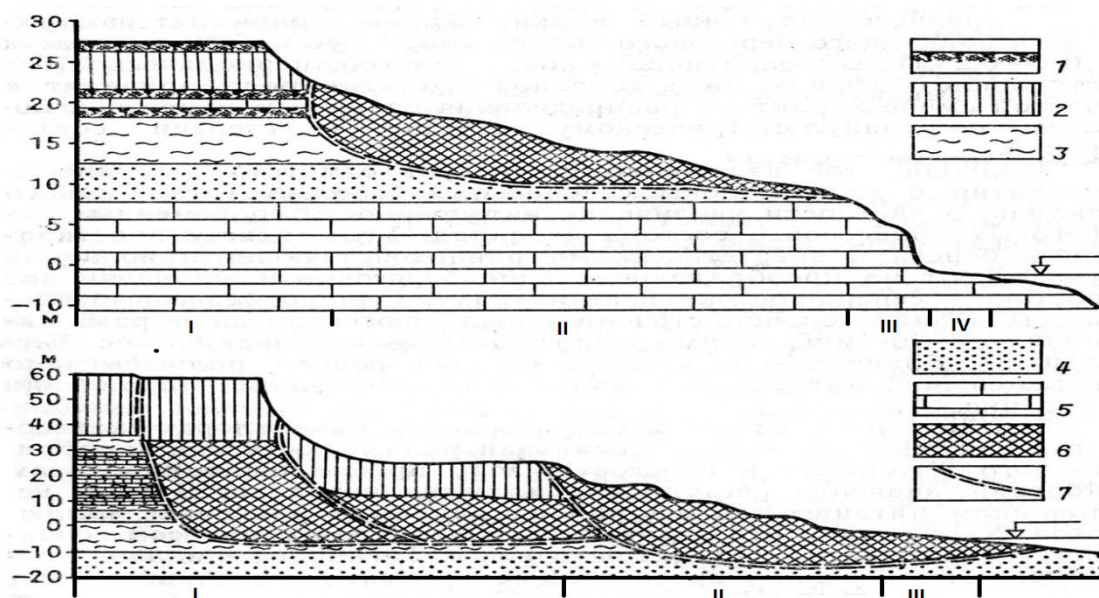


Рис. 1. Еколого-ценотичний профіль рослинності на абразійно-зсувному типі берега

Умовні позначення: 1 – «похований» ґрунт; 2 – суглинок; 3 – глина; 4 – пісок; 5 – вапняки; 6 – зсувні накопичення; 7 – площини зсуву.

Рослинність: I – плакор (клас *Festuco-Brometea*), II – комплекс зсувного берега (класи *Agropyretea repentis*, *Artemisietea vulgaris* та *Chenopodietea*) III – підніжжя зсуву (клас *Festuco-Puccinellietea*), IV – смуга пляжу (клас *Sakiletea maritima*).

Нижче наведено класифікаційну схему рослинності абразійно-зсувних берегів Азовського моря:

Клас *Agropyretea repentis* Obert., Th. Mull. et Görs in Oberd. et al. 1967

Порядок *Agropyretalia repentis* Oberd., Th. Mull. et Görs in Oberd. et al. 1967

Союз *Convolvulo-Agropyron repentis* Görs 1966

Асоціація *Convolvulo-Agropyretum repentis* Felföldy 1943*

var. *typica**

var. *Barkhausia rhoeadifolia**

Асоціація *Cardario-Agropyretum repentis* Th. Mull. et Görs 1969

Асоціація *Agropyretum repentis* Görs 1966

var. *typica**

var. *Melilotus officinalis**

var. *Phragmites australis**

Асоціація *Anisantho-Artemisietum austriacae* Kost. 1986*

Асоціація *Atriplici calothecae-Melilotetum officinalis* Korzh. et Klyukin 1990*

var. *typica**

var. *Calamagrostis epigeios**

var. *Ecbalium elaterium**

Асоціація *Cardario drabae-Sonchetum oleracei* Korzh. et Klyukin 1990*

var. *Vicia narbonensis* [5]

var. *Phragmites australis**

Асоціація *Geranio tuberosi-Dactylidetum glomeratae* Korzh. et Klyukin 1990 [5]

var. *Eryngium campestre*

var. *Crinitaria villosa*

var. *Kochia prostrata*

Клас *Artemisietea vulgaris* Lohm., Prsg. et R.Tx. in R.Tx. 1950

Порядок *Meliloto-Artemisietalia absinthii* Elias 1979

Союз *Potentillo-Artemision absinthii* Elias (1979) 1980

Асоціація *Artemisia absinthii-Phragmitetum australis* Smetana, Deproluk, Krasova 1997*

Клас *Chenopodieta* Br.-Bl. 1951 em Lohm., J. et R. Tx 1961 ex Matsz 1962

Порядок *Sisymbrietalia* J. Tx. ex Matsz 1962 em Gros. 1966

Союз *Sisymbrium officinalis* R.Tx., Lohm., Prsg. in R.Tx 1950 em Hejny et al. 1979

Асоціація *Atriplicetum tataricae* Ubrizsy 1949*

var. *Cardaria draba**

var. *Hordeum murinum**

var. *Poa bulbosa**

var. *Melilotus albus**

Клас *Festuco-Puccinellietea* Soó ex Wicherek 1973

Порядок *Artemisia santonicae-Limonietalia gmelinii* V. Golub et V. Sl. 1988

Союз *Artemision santonicae* Shelyag-Sosonko et V. Sl. 1987

Асоціація *Limonio meyeri-Elytrigetum elongati* Tyshchenko 1996*

var. *typica**

var. *Elytrigia repens**

var. *Phragmites australis**

* Зірочкою позначені синтаксони, описані авторами особисто. Інші рослинні угруповання в узагальненій схемі наведено з посиланнями на відповідні літературні джерела. Безрангові син таксони, наведені в статті Н.О. Гречушкіної зі співавторами, залишаємо поза увагою, у зв'язку з їх невизначеним статусом [4].

Характеризуючи виділені синтаксони, слід відмітити, що найбільшу площу на зсувах займають фітоценози класів *Agropyreteae repentis* та *Festuco-Puccinellietea*, які в профілі притаманні різним ділянкам зсуву. Перші формуються переважно на верхніх і середніх частинах зсувів, другі – притаманні їхнім нижнім частинам. Для угруповань першого класу характерними є невисоке проективне покриття і полідомінантність, рослинні угруповання нижніх частин схилів, навпаки, характеризуються високим проективним покриттям, значною біологічною продукцією і домінуванням 1 – 3 видів рослин.

Угруповання асоціації *Convolvulo-Agropyretum repentis* Felfoldy 1943 спорадично трапляються на давньоабразійних схилах Присивашся (Стефанівський півострів), Північного (окол. м. Таганрог), Східного (схили до Єйського лиману) та Таманського (схили до Курчанського лиману) Приазов'я. Діагностичними для асоціації є *Elytrigia repens* (L.) Nevski (осібне проективне покриття (ОПП) – 30–50%) та *Convolvulus arvensis* L. (5–15%). Високий ступінь постійності, крім діагностичних видів, мають *Lactuca tatarica* (L.) C. A. Mey., *Lepidium ruderae* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Sonchus oleraceus* L. Звичайними в цих угрупованнях є *Crepis rhoeadifolia* M. Vieb., *Centaurea diffusa* Lam., *Poa angustifolia* L. Нами для БЗАМ виділено два варіанти: var. *typica* та var. *Crepis rhoeadifolia*. Загальне проективне покриття (ЗПП) асоціації становить 60–90%, середня кількість видів у описах – 12–20 на 100 м².

Характерною для зсувних берегів БЗАМ є асоціація *Cardario-Agropyretum repentis* Th. Mull. et Görs 1969. Ці угруповання мають стрічкоподібне поширення вздовж берегового уступу абразійних берегів БЗАМ, до яких близько підходять агроланшафти. У видовому відношенні ці угруповання формує *Elytrigia repens*, частка якого в проективному покритті становить 40–60%. Також характерним компонентом виступає *Cardaria draba* (L.) Desv. (1–15%). Середнє проективне покриття фітоценозів становить 60–70%, середня кількість видів у описах становить 14–18 на 100 м². Для БЗАМ виділені чотири варіанти асоціації: var. *typica*, var. *Artemisia absinthium*, var. *Melandrium album* та var. *Atriplex tatarica*.

Угруповання асоціації *Agropyretum repentis* Görs 1966 є досить звичайними для зсувних берегів БЗАМ. Вони локалізуються на середніх та нижніх ділянках зсувів і представлені у вигляді шлейфів або пасм, розташованих паралельно до берегової лінії. Діагностичними видами асоціації виступають *Elytrigia repens* (ОПП – 15–20%), *Artemisia ausrtiaca* Jacq., *A. santonica* L., *Senecio vernalis* Waldst. et Kit. З високим ступенем постійності відмічені

Calamagrostis epigeios, *Centaurea diffusa*, *Cynanchum acutum* L. ЗПП 40–55%, середня кількість видів в угрупованнях – 16–18 на 100 м². Нами для БЗАМ виділені три варіанти асоціації: var. *typica*, var. *Melilotus officinalis* та var. *Phragmites australis*.

Угруповання асоціації *Anisantho-Artemisietum austriacae* Kost. 1986 на абразійних берегах (Сиваш, Північне та Східне Приазов'я) – тяжіють до верхніх малорухливих ділянок схилів (крутизною 20–35° південної та східної експозиції). Діагностичними видами асоціації є *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Artemisia taurica* Willd., *A. austriaca*, *Bromus squarrosus* L. ЗПП асоціації становить – 50–60%, середня кількість видів у описах 16–20.

Асоціація *Atriplici calothecae-Melilotetum officinalis* Korzh. et Klyukin 1990 поширена в південно-західній частині БЗАМ (Присивашся, Кримське і Таманське Приазов'я). Угруповання цього типу формуються на свіжих зсувних абразійних берегах з суглинистими ґрунтами. Вони по суті започатковують сингенез розвитку рослинності цих берегів, їх вік складає 5–15 років. Ці ценози характеризуються середнім проективним покриттям – 45–60%, на *Atriplex calotheca* (Rafn.) Fr. (= *A. prostrata* Boucher ex DC.) припадає 10–15%, а на *Melilotus officinalis* (L.) Pall. – 15–20%. Постійними компонентами асоціації є *Elytrigia repens*, *Convolvulus arvensis*, *Bromopsis riparia* (Rehman) Holub, *Sonchus oleraceus*. Для зсувних берегів Криму В.В. Корженевський та О.А. Клюкін у складі асоціації виділяють 3 субасоціації: *A. c.-M. o. typicum* (діагностичні види: *Elytrigia repens*, *Convolvulus arvensis*, *Sonchus oleraceus*), *A. c.-M. o. calamagrostetosum epigei* (д.в.: *Centaurea diffusa*, *Acroptilon repens* (L.) DC.) та *A. c.-M. o. ecbalietosum elaterii* (д.в.: *Asperugo pricumbens* L., *Galium spurium* L.) [5].

Асоціація *Cardario drabae-Sonchetum oleracei* Korzh. et Klyukin 1990 є досить типовою для абразійно-зсувних берегів БЗАМ. Ці фітоценози з середнім рівнем проективного покриття (50–70%), формуються на поверхні сучасних зсувів віком до 10–15 років. Частка *Cardaria draba* та *Sonchus oleraceus* становить відповідно 25–40% та 10–15%. У складі асоціації виділяють дві субасоціації *C. d.-S. o. vicietosum narbonensis* (на глинах майкопської серії, переважно у Кримській і Таманській частинах БЗАМ) та *C. d.-S. o. phragmitetosum australis* (активні глинисті зсуви, по всій території БЗАМ) [5].

Угруповання асоціації *Geranio tuberosi-Dactylidetum glomeratae* Korzh. et Klyukin 1990 поширені в Кримському та Таманському Приазов'ї. Вони притаманні виключно давньоабразійно-зсувним берегам з суглинистими ґрунтами (переважно ділянкам відмерлих кліфів, вік яких становить не менше 25–30 років). ЗПП становить 50–70%. У цих угрупованнях наявна постійна злакова основа – *Dactylis glomerata* L., *Koeleria cristata* (L.) Pers., *Festuca valesiaca* Gaudin). Крім *Dactylis glomerata* (20–25%) та *Geranium tuberosum* L. (15%) типово відмічені *Achillea setacea* Waldst. et Kit., *Falcaria vulgaris* Bernh., *Galium verum* L., *Koeleria cristata*.

У межах Керченського півострова В.В. Корженевським та О.А. Клюкіним виділено 3 субасоціації: *G. t.-D. g. eryngietosum campestris* (діагностичні види: *Cerastium tauricum* Spreng., *Vicia tetrasperma* (L.) Scherb.), *G. t.-D. g. crinitariosum villosae* (*Cynanchum acutum*, *Calamagrostis epigeios*) та *G. t.-D. g. kochietosum prostratae* (*Artemisia austriaca*, *A. taurica*, *Cardaria draba*) [5].

Асоціація *Artemisio absinthii-Phragmitetum australis* Smetana, Deproluk, Krasova 1997 трапляється спорадично на абразійно-зсувних берегах Північного (район м. Таганрог – ст. Синявська) та Східного Приазов'я з примітивними суглинистими ґрунтами. Тут наявні водоносні горизонти, які сприяють поширенню видів гідрофітного комплексу (*Phragmites australis*, *Epilobium hirsutum*). ЗПП угруповань становить 40–60%, частка *Artemisia absinthium* L. становить 10–15%, а *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. – 25–40%.

Асоціація *Atriplicetum tataricae* Ubrizsy 1949 на абразійно-зсувних берегах БЗАМ поширена фрагментарно. У Приазов'ї вона більш звичайно відмічена на солонцюватих перелогах,

ділянках порушених внаслідок випасу та будівництва. На зсувних берегах БЗАМ травостій угруповання виділяється високим проективним покриттям (80–95%) та домінуванням *Atriplex tatarica* L. (ОПП 40–60%). З інших діагностичних видів асоціації Д.В. Дубина та Т.П. Дзюба наводять *Lepidium syvaschicum* Клеоров [12]. Однак, за нашими спостереженнями, цей ендемічний таксон, що трапляється у БЗАМ переважно на галофітних та піщаних екотопах, навряд чи може діагностувати такі широко поширені нестійкі рудеральні угруповання, якими є *Atriplicetum tataricae*. З певною постійністю в цих фітоценозах відмічені степові та бур'янові види: *Artemisia santonica*, *A. taurica*, *Anthemis ruthenica* M. Bieb., *Bassia sedoides* (Pall.) Asch., *Bromus squarrosus*, *Festuca valesiaca*, *Carduus acanthoides* L., *Elytrigia repens*, *Poa bulbosa* L. У флористичному складі асоціації на зсувних берегах трапляється близько 30 видів (від 6 до 20 в окремих описах).

Асоціація *Limonio meyeri-Elytrigetum elongati* Tyshchenko 1996 репрезентує угруповання підосви зсувних берегів БЗАМ. Ці угруповання знаходяться під впливом діяльності моря (солоні бризки, імпульверизація), тому формуються на засоленних ґрунтах. Фон рослинного покриву утворює *Elytrigia elongata* (Host) Nevski, покриття якої коливається від 50 до 90%, в середньому 60–70%, при середньому ЗПП – 75–80%. Постійним компонентом угруповань є галофіти. Окрім *Limonium gmelini* (Willd.) O. Kuntze (1–5%) з високою постійністю відмічені – *Artemisia santonica*, *Bromus squarrosus*, *Cynanchum acutum*, *Galium humifusum* M. Bieb., *Puccinellia distans* (Jacq.) Parl., *Senecio vernalis*.

Варіант асоціації *L.m.-E.e.* var. *Phragmites australis* зустрічається типово по всій території зсувних берегів БЗАМ. До домінуючого *Phragmites australis* (ОПП до 60%, при ЗПП 65–70%) домішуються в невеликій кількості *Agrostis maetotica* Klokov (ОПП до 3%), *Elytrigia elongata* (ОПП – 1–2%) та поодинокі екземпляри *Limonium gmelini*.

Варіант асоціації *L.m.-E.e.* var. *Elytrigia repens* характерний для галофітних знижень північної та східної частини БЗАМ. Вперше для регіону його наводить О.В. Тищенко (підніжжя південної частини лісового острова Степок) [6]. Тут лучна рослинність значною мірою пошкоджена домашньою худобою. Травостій угруповань утворюють переважно *Elytrigia repens* (ОПП – 70% при ЗПП – 95–100%) та *Elytrigia elongata* (ОПП – 20%), незначну частку мають *Artemisia santonica* (до 5%) та *Halimione verrucifera* (M. Bieb.) Aell. (до 3%), а решта видів – *Atriplex prostrata*, *Tripolium pannonicum* (Jacq.) Dobrocz. – трапляються поодинокі.

Площі абразійних берегів постійно зростають внаслідок кліматичних змін, що пов'язано з підняттям рівня Світового океану та, зокрема, Азовського моря. Також важливими факторами в цьому процесі є відсутність стратегії берегоукріплення, руйнація акумулятивних форм, що захищають абразійні береги, порушення природоохоронного та водного законодавства (будівництво в прибережній захисній смузі, розорювання земель, що впритул наближені до берегового уступу). Комплексна взаємодія вищенаведених факторів спричинює зростання площі абразійно-зсувних берегів, що, у свою чергу, призводить до збільшення рівня синантропізації флори берегової зони Азовського моря та зменшення площ, зайнятих природною рослинністю.

До перспектив подальших досліджень рослинності абразійно-зсувних берегів БЗАМ насамперед слід віднести вивчення процесів динамічних змін (етапів сингенезу, сучасних напрямків розвитку рослинних комплексів узбережжя), встановлення сучасного фіторізноманіття цих динамічних екосистем, а також дослідження процесів синантропізації флори, з розробкою системи заходів щодо попередження поширення видів синантропофітону, насамперед антропофітів.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що синтаксономія рослинності абразійно-зсувних берегів Азовського моря представлена угрупованнями 4 класів, з яких найбільші площі займають угруповання класів *Agropyreteea repentis* та *Festuco-Puccinellietea*. Загалом рослинність

досліджених екоотопів представлена 4 класами, 4 порядками, 4 союзами, 10 асоціаціями та 20 варіантами.

- У зв'язку з кліматичними змінами, що спричиняють підняття рівня Світового океану, а опосередковано – Азовського моря, відсутністю стратегії берегоукріплення морських берегів, порушеннями природоохоронного та водного законодавства, руйнацією акумулятивних форм, що захищають абразійні береги, площа останніх у найближчі роки буде збільшуватись. Це прискорить процеси синантропізації флори берегової зони, спричинить появу нових інвазійних таксонів, призведе до зменшення площ, зайнятих природною рослинністю.

ЛІТЕРАТУРА

- Берега / [Каплин П. А., Леонтьев О. К., Лукьянова С. А. и др.]. – М.: Мысль, 1991. – С. 254–256.
- Шнюков Е. Ф. Геология Азовского моря / Е. Ф. Шнюков, Г. Н. Орловский, В. П. Усенко. – К.: Наукова думка, 1974. – 248 с.
- Мамыкина В. А. Береговая зона Азовского моря / Вера Александровна Мамыкина, Юрий Петрович Хрусталиев. – Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского ун-та, 1980. – 176 с.
- Гречушкина Н. А. Растительные сообщества нарушенных местообитаний на Азовском побережье России / Гречушкина Н. А., Голуб В. Б., Сорокин А. Н. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14, № 1 (10). – С. 2545–2548.
- Корженевский В. В. Растительность Керченских оползней (Класс *Agropyreteea repentis*) / Корженевский В. В., Клюкин А. А. // Труды Никит. ботан. сада. – 1997. – Т. 117. – С. 92–110.
- Тищенко О. В. Рослинність приморських кіс північного узбережжя Азовського моря / Оксана Василівна Тищенко – К.: Фітосоціоцентр, 2006. – 156 с.
- Westhoff V. The Braun-Blanquet approach / Westhoff V., Van der Maarel E. // Ordination and classification of communities. – The Hague, 1973. – P. 619–737.
- Hill M. O. Twinspan – a Fortran program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and the attributes / M. O. Hill. – Ithaca: NY, 1979. – 48 p.
- Tichý L. Juice, software for vegetation classification / L. Tichý // J. Veg. Sci. – 2002. – Vol. 13. – P. 451–453.
- Онищенко В. А. Нова комп'ютерна програма для роботи з геоботанічними описами / Онищенко В. А. // Проблеми ботаніки і мікології на порозі третього тисячоліття: Материали Х з'їзду УБТ (м. Полтава, 22–23 травня 1997 р.). – Київ–Полтава, 1997. – С. 226.
- Mosyakin S. L. Vascular plants of Ukraine: A nomenclatural checklist / Sergey Mosyakin & Mykola Fedoronchuk. – Kiev, 1999. – 346 p.
- Дубина Д. В. Синтаксономія рослинності островів Азово-Сиваського національного природного парку. Класи *Festuco-Brometea*, *Agropyreteea repentis*, *Chenopodietea*, *Artemisietea vulgaris* / Дубина Д. В., Дзюба Т. П. // Чорномор. ботан. журн. – 2007. – Т. 3, №1. – С. 30–43.

REFERENCES

- Berega / [Kaplin P. A., Leontiev O. K., Lukyanova S. A. i dr.]. – M.: Mysl, 1991. – S. 254–256.
- Schniukov E. F. Geologiya Azovskogo moria / E. F. Schniukov, G. N. Orlovskiy, V. P. Usenko. – K.: Naukova dumka, 1974. – 248 s.
- Mamykina V. A. Beregovaya zona Azovskogo moria / Vera Aleksandrovna Mamykina, Yuriy Petrovich Chrustaliyov. – Rostov-na-Donu: Rostovskogo un-ta, 1980. – 176 s.

4. Grechushkina N. A. Rastitelnye soobshchestva narushennykh mestoobitaniy na Azovskom poberejye Rossii / Grechushkina N. A., Golub V. B., Sorokin A. N. // Izv. Samarskogo nauchnogo tsentra RAN. – 2012. – T. 14, № 1 (10). – S. 2545–2548.
5. Korjnevskiy V. V. Rastitelnost Kerchenskikh opolzney (Class *Agropyreteae repens*) / Korjnevskiy V. V., Kliukin A. A. // Trudy Nikit. botan. sada. – 1997. – T. 117. – S. 92–110.
6. Tyshchenko O. V. Roslynnist prymorskykh kis pivnichnogo uzberezhzhia Azovskogo moria / Oksana Vasylyvna Tyshchenko. – K.: Fitosociotsentr, 2006. – 156 s.
7. Westhoff V. The Braun-Blanquet approach / Westhoff V., Van der Maarel E. // Ordination and classification of communities. – The Hague, 1973. – P. 619–737.
8. Hill M. O. Twinspan – a Fortran program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and the attributes / M. O. Hill. – Ithaca : NY, 1979. – 48 p.
9. Tichý L. Juice, software for vegetation classification / Tichý L. // J. Veg. Sci. – 2002. – Vol. 13. – P. 451–453.
10. Onyshchenko V. A. Nova compiuerna programa dlia roboty z geobotanichnymy opysamy / Onyshchenko V. A. // Problemy botaniky i mikologii na porozi tretioho tysiacholittia : Mat-ly X zyzdu UBT (m. Poltava, 22–23 travnia 1997 g.). – Kyiv-Poltava, 1997. – S. 226.
11. Mosyakin S. L. Vascular plants of Ukraine: A nomenclatural checklist / Sergey Mosyakin & Mykola Fedoronchuk. – Kiev, 1999. – 346 p.
12. Dubyna D. V. Syntaksonomiya roslynnosti ostroviv Azovo-Syvashskogo natsionalnogo pryrodnogo parku. Klassy *Festuco-Brometea*, *Agropyreteae repens*, *Chenopodietae*, *Artemisietae vulgaris* / Dubyna D. V., Dziuba T. P. // Chornomor. botan. jurn. – 2007. – T. 3, №1. – S. 30–43.

УДК 593.175:627.88(477.42)

ОЦІНКА ІНТЕНСИВНОСТІ ЖИВЛЕННЯ КРУГОВІЙЧАСТИХ ІНФУЗОРІЙ (CILIOPHORA, PERITRICHIA) ОЧИСНИХ СПОРУД

Константиненко Л. А.

Житомирський державний університет імені Івана Франка

10008, Україна, Житомир, вул. В. Бердичівська, 40

lkonstantynenko1@rambler.ru

Досліджена залежність інтенсивності живлення круговійчастих інфузорій від значень гідрохімічних показників активного мулу очисних споруд, на яких здійснюється очистка промислових стоків. Для трьох із досліджених видів, *Carchesium batorliqetiense*, *Vorticella microstoma* та *V. submicrostoma*, встановлена пряма залежність між значеннями КЧВ та концентрацією розчинного кисню в змішаній рідині активного мулу. Для *Puxicola affinis*, *Thuricola similis* та *Epistylis longicaudatum* – обернена залежність між значеннями КЧВ та муловим індексом. Обернена залежність між значеннями КЧВ та активної реакції середовища встановлена для чотирьох видів круговійчастих інфузорій, *V. microstoma*, *V. submicrostoma*, *E. coronata* та *C. batorliqetiense*. Встановлена відмінність інтенсивності живлення перітрих у процесі очистки побутових та промислових стічних вод.

Ключові слова: круговійчасті інфузорії, активний мул, інтенсивність живлення, квадрат числа травних вакуоль.

ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ПИТАНИЯ КРУГОРЕСНИЧНЫХ ИНФУЗОРИЙ (CILIOPHORA, PERITRICHIA) ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Константиненко Л. А.

Житомирский государственный университет имени Ивана Франко

10008, Украина, Житомир, ул. В. Бердичевская, 40

lkonstantynenko1@rambler.ru

Исследована зависимость интенсивности питания кругоресничных инфузорий от значений гидрохимических показателей активного ила очистных сооружений, где происходит очистка промышленных стоков. Для трёх исследованных видов, *Carchesium batorliqetiense*, *Vorticella microstoma* та *V. submicrostoma*, установлена прямая зависимость интенсивности питания от концентрации растворённого кислорода в смешанной жидкости активного ила. Для *Pyxicola affinis*, *Thuricola similis* та *Epistylis longicaudatum* – обратная зависимость между значениями квадрата числа пищеварительных вакуолей и иловым индексом. Обратная зависимость между интенсивностью питания и активной реакцией среды установлена для четырёх видов кругоресничных инфузорий, *V. microstoma*, *V. submicrostoma*, *E. coronata* та *C. batorliqetiense*. Установлено отличие интенсивности питания перитрих в процессе очистки бытовых и промышленных сточных вод.

Ключевые слова: кругоресничные инфузории, активный ил, интенсивность питания, квадрат числа пищеварительных вакуолей

THE EVALUATION OF THE PERITRICHIA (CILIOPHORA, PERITRICHIA) NUTRITION RATE IN THE SEWAGE TREATMENT PLANT

Konstantynenko L.A.

Zhytomyr Ivan Franko State University

10008, Ukraine, Zhytomyr, V. Berdychivska str., 40

lkonstantynenko1@rambler.ru

The peritrichous infusoria – is one of the main organism groups in activated sludge in the sewage treatment plant. As the result of their filtering activity sewage cleaning takes place, activated sludge flakes structural characteristics ameliorate. The peritrichia indicative meaning is important too. They react to sewage treatment plant technological regime changes both morphologically and physiologically. That's why we suggest using their nutrition rate – the square number of food vacuoles – for evaluation of cleaning sewage quality.

Nutrition in peritrichia goes with certain rhythm. Maximum nutrition intensity is registered in favourable environmental conditions. In unfavourable conditions infusoria stop their nutrition and sewage water cleaning deteriorates. Earlier we evaluated some peritrichia species nutrition rate in activated sludge from aerotanks with sewage water from dwelling quarters. But we didn't investigate this index in activated sludge of industrial sewage.

The aim of this work is to investigate the dependence of peritrichia nutrition rate on hydrochemical indices of activated sludge from industrial sewage.

The activated sludge was investigated every season during 2007-2013. 250 samples were taken. The samples were taken from aerotanks in two sewage treatment plants in Zhytomyr. On the first plant sewage water mainly from dwelling quarters was collected, while in the second – from industrial enterprises, such as meat-processing factory, plants where plastic windows and bags are produced, etc. The peritrichia were investigated in living state. The activated sludge was constantly aerated in the laboratory. To investigate the nutrition rate activated sludge was poured into Petri cups (d=3,5 cm) 2,5 ml each, then 0,01 ml of liquid black ink "Gamma" (Moscow, Russia) was added and after 10 minute exposition the number of food vacuoles with ink was calculated. As the index of peritrichia nutrition rate we used square number of food vacuoles. Obtained data were processed with STATISTICA 6,0 program.

All in all 26 peritrichia species were registered in activated sludge of these plants. Average indices of peritrichia nutrition rate in these two Zhytomyr plants were analyzed during the whole period. Nutrition rates and their dependence on activated sludge hydrochemical indices were investigated in the following species: *Vorticella convallaria* (Linnaeus, 1758), *V. alba* Fromentel, 1874, *V. submicrostoma* Ghosh, 1922, *V. microstoma* Ehrenberg, 1830, *Carchesium batorliqetiense* Stiller, 1953, *Epistylis plicatilis* Ehrenberg, 1831, *E. longicaudatum* Banina, 1983, *E. entzii* Stiller, 1935, *E. epibioticum* Banina, 1983, *E. coronata* Nusch, 1970, *Thuricola similis* Bock, 1963 та *Pyxicola affinis* Kent, 1881.

The highest average indices of nutrition rate are in peritrichia colonial forms: *E. plicatilis* (108,59), *E. entzii* (82,59), *E. longicaudatum* (72,07) та *E. coronata* (57,02). In our opinion it's the result of mutual activity of zooids from one colony. Approximately equal nutrition rate is in *V. alba* (24,83), *V. convallaria* (19,38), *C. batorliqetiense* (27,74), *P. affinis* (21,65) and *T. similis* (22,30). The lowest indices of nutrition rate are in such species as *V. microstoma* (11,24) та *V. submicrostoma* (12,92). Amongst the colonial forms the lowest average nutrition rate index is in *E. epibioticum* (26,56) due to zooids smaller size. According to the investigation results peritrichia nutrition rate greatly slows down during sewage cleaning technological regime breach. One of the reasons is hydrobionts intoxication with toxic substances from primary settling tank in which fresh sediments were not removed thoroughly. In such conditions peritrichia activity lowers, their peristoms draw into and the cilia movements become sluggish. It results in lower number of food vacuoles the square of which is the nutrition rate index. Also, if the cleaning regime changes, hydrochemical indices such as dissolved oxygen, active environmental reaction which directly influence peritrichia nutrition rate change too.

The dependence of peritrichia nutrition rate on activated sludge hydrochemical indices is researched. In all researched species the direct dependence of square number of food vacuoles and the dissolved oxygen in activated sludge is established. But for majority of them the correlation coefficients were less than 0,2. The low correlation can be explained by the constant dissolved oxygen level maintained by workers for normal sewage cleaning. Only in *C. batorliqetiense*, *V. microstoma* та *V. submicrostoma* correlation coefficients are 0,75, 0,60 and 0,35, that's why the square number of their food vacuoles can be recommend as the indicator of oxygen level in aerotank sewage.

Inverse dependence in nutrition rate and sludge indices is clearly seen in such species as *P. affinis*, *T. similis* and *E. longicaudatum*. Their correlation coefficients are $-0,71$, $-0,73$ та $-0,68$ accordingly. These three species are more sensitive to pressure change and quickly react to sludge reloading with low nutrition rate. That's why square number of their food vacuoles can be recommended as indicator of AS pressure.

S.I. Metalnikov admitted increase of nutrition rate in paramecium in low-acid environment and its decrease in low-alkaline one. The same tendency is observed in peritrichia in activated sludge. In our research the pH level was constant. The highest inverse dependence in nutrition rate and pH level is in *V. microstoma*, *V. submicrostoma*, *E. coronata* та *C. batorliqetiense*. Their correlation coefficients are $-0,42$, $-0,46$, $-0,52$ and $-0,38$ accordingly/

The results of our research show great difference in peritrichia nutrition rate in two sewage treatment plants. All peritrichia species have lower square number of food vacuoles in industrial sewage if compared with that from dwelling quarters. Most probably it is connected with industrial sewage toxicity.

The further investigation of peritrichia nutrition rate, enlisting indicative species for registering fluctuations of activated sludge hydrochemical indices, establishment of peritrichia indicative species in industrial sewage are promising. It is important to implement the investigation results into the practice of sewage cleaning monitoring for quick reactions to technological regime violations.

Key words: peritrichia, activated sludge, nutrition rate, square number of food vacuoles

ВСТУП

Кругові часті інфузорії складають основну групу одноклітинних в активному мулі (АМ) очисних споруд [1, 2]. Важливим наслідком їхньої фільтраційної діяльності є знищення бактерій, у тому числі і хвороботворних, освітлення очищеної води. Така діяльність інфузорій значною мірою допомагає формуванню пластівців АМ і покращує його структурні властивості [3, 4]. Важливе й індикаторне значення перітрих активного мулу [3, 4, 5]. Вони морфологічно і фізіологічно реагують на зміни технологічного режиму роботи очисних споруд. Саме тому і запропоновано використовувати показник інтенсивності їх живлення – квадрат числа травних вакуоль (КЧВ) для визначення якості очистки стічних вод [6, 7, 8].

Процес живлення в інфузорій відбувається з певною ритмічністю. Максимальна інтенсивність живлення спостерігається за наявності сприятливих умов середовища [5]. У випадку, коли умови середовища несприятливі, інфузорії перестають жити, відповідно погіршується очистка стічних вод. Попередньо нами здійснювалась оцінка інтенсивності живлення деяких видів перітрих, що населяють активний мул очисних споруд, але лише тих, де відбувається очистка побутових стоків [9, 10]. Дослідження залежності інтенсивності живлення перітрих від складу стічних вод до цього не проводились.

Метою роботи було дослідити залежність інтенсивності живлення кругові частих інфузорій від гідрохімічних показників АМ очисних споруд, де відбувається очистка промислових стоків.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження активного мулу проводили кожного сезону впродовж 2007-2013 років. Усього відібрано 250 проб. Проби відбирали в аеротенках двох очисних споруд каналізації (ОСК №1 та ОСК №2) м. Житомира. На перших проходить очистка переважно побутових стічних вод (продукти життєдіяльності людини), на інших – промислових. На ОСК №2 очищуються стічні води, що містять стоки м'ясокомбінату, підприємств, де виготовляють металопластикові вікна, поліетиленові мішки та ін. АМ зачерпували ковшем із глибини 0,5-1 м і відразу доставляли до лабораторії у відкритій скляній посудині. Перітрих вивчали в живому стані під мікроскопом МБР-3 (збільшення 150-600 разів). У лабораторії АМ постійно аерували. Для вивчення інтенсивності живлення кругові частих інфузорій АМ розливали в чашки Петрі ($d = 3,5$ см) по 2,5 мл, по черзі додавали по 0,01 мл рідкої чорної

туші «Гамма» (Москва, Росія) і через 10 хв. експозиції підраховували кількість травних вакуоль, що містять часточки туші. Як показник інтенсивності живлення перітрих використовували значення КЧВ [6, 7, 8]. Дослідження інтенсивності живлення та її залежності від значень гідрохімічних показників АМ проводили у таких видів: *Vorticella convallaria* (Linnaeus, 1758), *V. alba* Fromentel, 1874, *V. submicrostoma* Ghosh, 1922, *V. microstoma* Ehrenberg, 1830, *Carchesium batorliqetiense* Stiller, 1953, *Epistylis plicatilis* Ehrenberg, 1831, *E. longicaudatum* Banina, 1983, *E. entzii* Stiller, 1935, *E. epibioticum* Banina, 1983, *E. coronata* Nusch, 1970, *Thuricola similis* Bock, 1963 та *Pyxicola affinis* Kent, 1881.

Кількісні дані оброблено за допомогою програми STATISTICA 6.0.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За весь період дослідження проаналізовано середні значення інтенсивності живлення круговійчастих інфузорій двох очисних споруд м. Житомира (рис. 1). Всього зареєстровано в АМ цих споруд 26 видів круговійчастих інфузорій [10]. Найбільш високі середні показники інтенсивності живлення (КЧВ) характерні для колоніальних форм круговійчастих інфузорій: *E. plicatilis* (108,59), *E. entzii* (82,59), *E. longicaudatum* (72,07) та *E. coronata* (57,02). Приблизно однакова інтенсивність живлення спостерігалася у *V. alba* (24,83), *V. convallaria* (19,38), *C. batorliqetiense* (27,74), *P. affinis* (21,65) та *T. similis* (22,30). Найнижчий показник інтенсивності живлення належить представникам таких поодиноких видів, як *V. microstoma* (11,24) та *V. submicrostoma* (12,92). Серед колоніальних форм найменший середній показник інтенсивності живлення притаманний *E. epibioticum* (26,56).

Найвищі показники інтенсивності живлення (57,2-108,6) притаманні саме колоніальним формам перітрих. Це є, на нашу думку, наслідком спільної діяльності зооїдів однієї колонії. Зменшення показників інтенсивності живлення (11,2-26,56) видів, *V. microstoma*, *V. submicrostoma* та *E. epibioticum*, ймовірно, пов'язано із відносно меншими розмірами зооїдів цих перітрих.

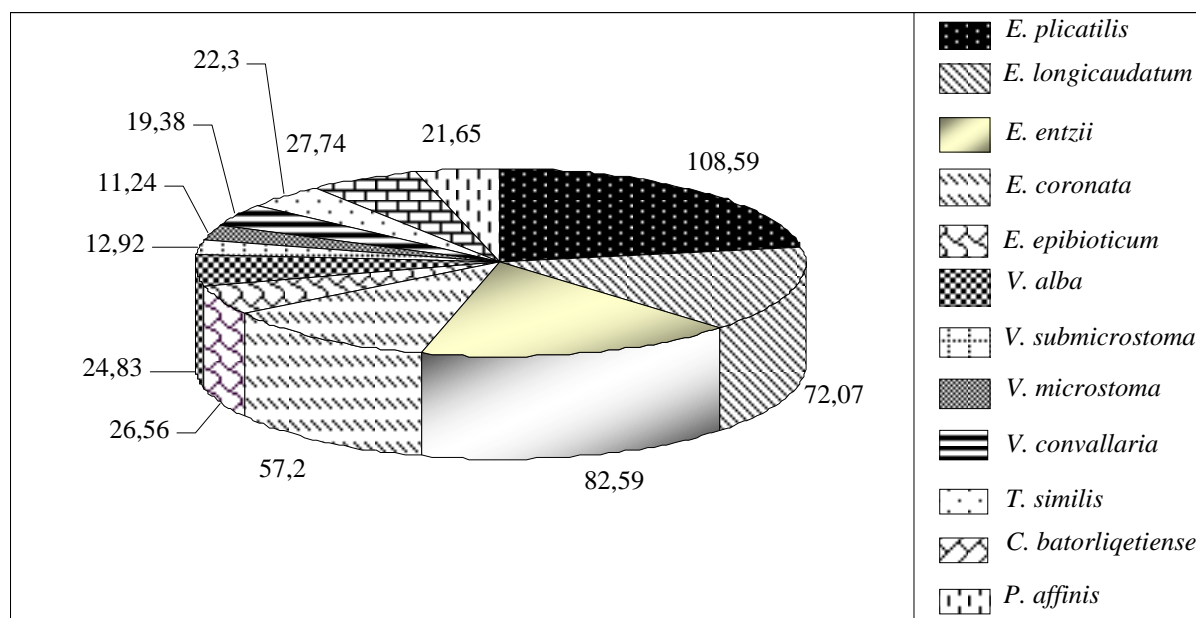


Рис. 1. Середні значення КЧВ круговійчастих інфузорій за період дослідження

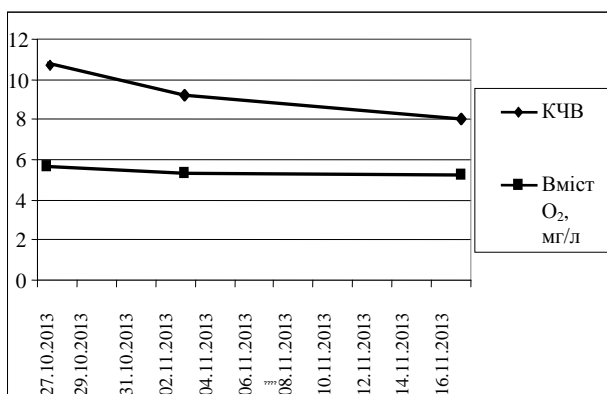
За результатами досліджень встановлено, що інтенсивність живлення круговійчастих інфузорій значно знижується при порушенні технологічного режиму роботи ОСК [9, 10]. Однією з причин такого зниження є інтоксикація гідробіонтів токсичними речовинами, які утворюються в первинних відстійниках при недостатньому видаленні з них сирого осаду [5]. За таких умов активність перітрих знижується, їх перистоми часто втягуються, а робота

війок послаблюється. Це призводить до зменшення кількості травних вакуоль і відповідно КЧВ, що є показником інтенсивності їх живлення.

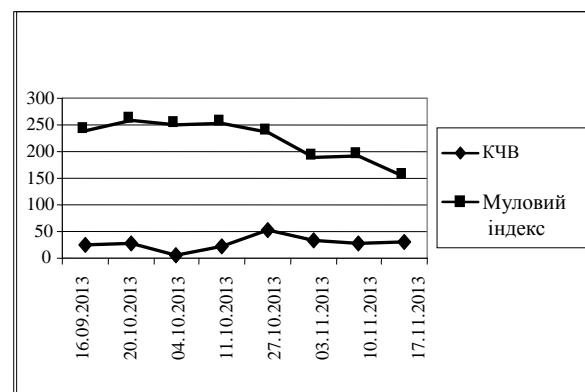
Крім того, при зміні режиму очистки, значною мірою змінюються значення основних гідрохімічних показників, таких як вміст розчиненого у воді кисню, активна реакція середовища і навантаження, які безпосередньо впливають на активність живлення інфузорій [5].

Для всіх досліджуваних видів встановили пряму залежність між значеннями КЧВ та вмістом розчиненого кисню в АМ. Проте для більшості з них коефіцієнти кореляції були меншими за 0,2. Низьку кореляцію можна пояснити тим, що концентрація розчиненого кисню в АМ підтримується працівниками очисних споруд приблизно на одному рівні, що є необхідною умовою нормального ходу процесу очистки [5]. Лише для *C. batorliqetiense*, *V. microstoma* та *V. submicrostoma* коефіцієнти кореляції мають відповідно такі значення: 0,75, 0,60 та 0,35 (рис. 2). Незначні коливання концентрації розчиненого кисню, ймовірно, призводять до змін значення КЧВ у трьох згаданих видів, тому КЧВ даних видів можна рекомендувати використовувати як індикатор вмісту кисню в змішаній рідині аеротенків, у яких і відбувається біологічна очистка стічних вод.

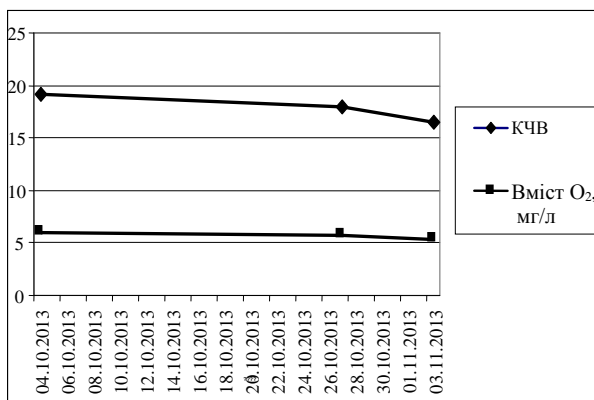
Чітко виражена обернена залежність інтенсивності живлення від значення мулового індексу у таких видів, як *P. affinis*, *T. similis* та *E. longicaudatum* (рис. 3). Коефіцієнти кореляції між цими показниками становлять $-0,71$, $-0,73$ та $-0,68$ відповідно для трьох згаданих видів. Для *V. microstoma*, *V. submicrostoma*, *C. batorliqetiense*, *E. entzii* та *E. coronata* залежність інтенсивності живлення від значення мулового індексу незначна. Коефіцієнти кореляції між цими показниками становили менше ніж $-0,30$. Це пояснюється тим, що дані види є менш вимогливими до змін навантаження та здатні пристосуватись до перевантаження. Три види, *P. affinis*, *T. similis* та *E. longicaudatum*, є більш чутливі до зміни навантаження, і при перевантаженні активного мулу швидко реагують на нього зниженням інтенсивності живлення. Тому КЧВ даних видів можна рекомендувати використовувати як індикатор навантаження на АМ. Стосовно інших видів можна припустити, що зміна КЧВ була пов'язана з дією якогось іншого зовнішнього чинника.



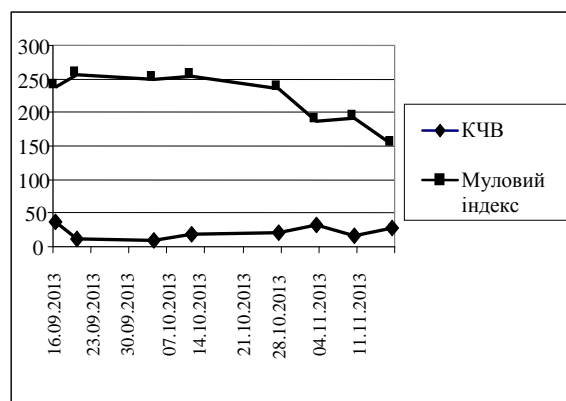
а



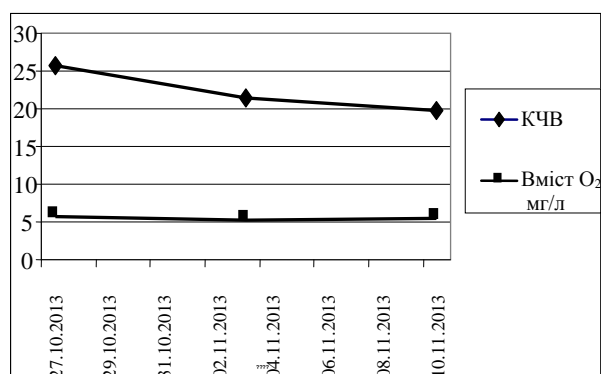
а



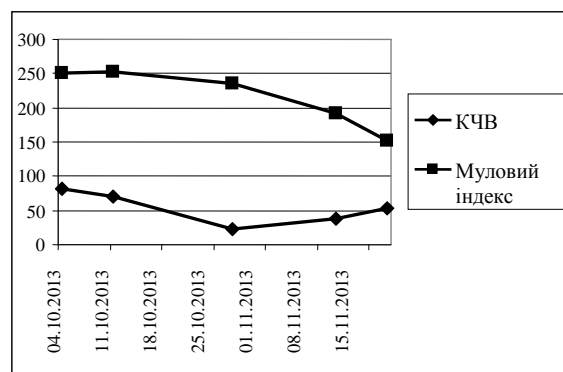
b



b



c

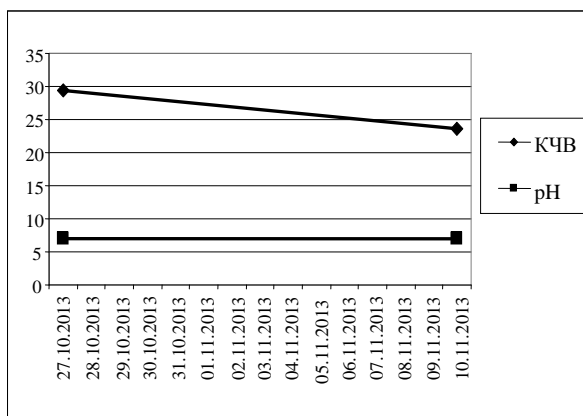


c

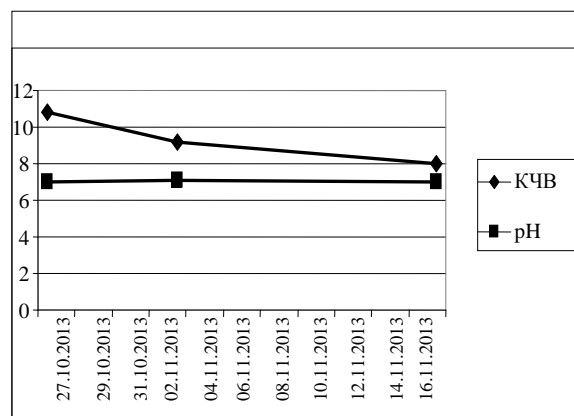
Рис. 2. Залежність інтенсивності живлення (КЧВ) перітрих від вмісту розчиненого кисню:
 а – *V. submicrostoma*,
 б – *V. microstoma*,
 с – *C. batorliquetiense*

Рис. 3. Залежність інтенсивності живлення (КЧВ) перітрих від значення мулового індексу:
 а – *T. similis*,
 б – *P. affinis*,
 с – *E. longicaudatum*

Ще С. І. Метальников [11] помітив, що слабокисле середовище підвищує інтенсивність живлення в парамецій, тоді як слаболужне, навпаки, знижує її. Подібна картина спостерігалась і в інфузорій АМ. Результати наших досліджень показують, що значення рН підтримувалося приблизно на одному рівні впродовж періоду дослідження. Найтісніший обернений зв'язок між інтенсивністю живлення і значенням рН виявився у *V. microstoma*, *V. submicrostoma*, *E. coronata* та *C. batorliquetiense* (рис. 4). Коефіцієнти кореляції між цими показниками становили відповідно $-0,42$, $-0,46$, $-0,52$ та $-0,38$.



a



b

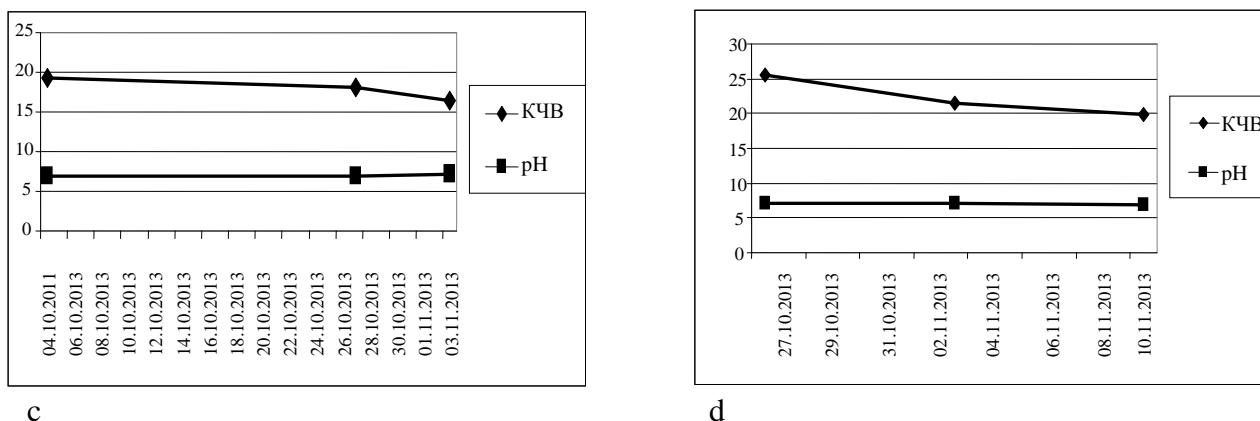


Рис. 3. Залежність інтенсивності живлення (КЧВ) перітрих від значення рН середовища: а – *E. coronata*, б – *V. submicrostoma*, в – *V. microstoma*, г – *C. batorliqetiense*

За результатами досліджень було встановлено, що інтенсивність живлення круговічастих інфузорій в ОСК-1 та в ОСК-2 різко відрізняється. Значення критерію Стюдента двох вибірок представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Значення критерію Стюдента при порівнянні показників інтенсивності живлення перітрих ОСК-1 і ОСК-2 м. Житомира

Назва виду	Середні показники інтенсивності живлення (КЧВ)		t – критерій	p
	ОСК-1	ОСК-2		
<i>E. plicatilis</i>	174,56±21,40	108,58±15,16	2.97	0.005
<i>E. longicaudatum</i>	116,00±11,08	72,92±10,83	2.75	0.010
<i>V. microstoma</i>	24,44±5,08	11,24±0,37	2.43	0.021
<i>V. submicrostoma</i>	43,83±9,67	12,91±1,45	2.35	0.037
<i>V. convallaria</i>	39,94±8,74	19,35±3,16	2.45	0.026

Для всіх видів р становить менше 0,05. Це свідчить про те, що гіпотеза стосовно нижчих значень показників інтенсивності живлення круговічастих інфузорій в очисних спорудах, де відбувається очищення промислових вод, порівняно із значеннями інтенсивності живлення перітрих очисних споруд, де відбувається очищення переважно побутових вод, підтверджується. Найбільш ймовірно, що це пов'язано із токсичністю промислових стоків.

Перспективним у майбутньому є подальше дослідження інтенсивності живлення інших перітрих, розширення списку рекомендованих індикаторних видів відхилень від оптимальних значень гідрохімічних показників активного мулу та виявлення серед круговічастих інфузорій видів-індикаторів якісного складу промислових стоків. Важливим є подальше впровадження результатів наших досліджень у практику з метою контролю за якістю очистки стічних вод та швидкого реагування на зміни технологічного режиму роботи очисних споруд.

ВИСНОВКИ

1. Найбільші середні значення показників інтенсивності живлення (КЧВ) притаманні саме колоніальним формам круговічастих інфузорій: *E. plicatilis*, *E. entzii*, *E. longicaudatum* та *E. coronata*.

2. Для трьох із досліджених видів, *C. batorliqetiense*, *V. microstoma* та *V. submicrostoma*, встановлена пряма залежність між значеннями КЧВ та концентрацією розчинного кисню в змішаній рідині активного мулу. Коефіцієнти кореляції становлять 0,75, 0,60 та 0,35 відповідно.
3. Для трьох із досліджених видів, *P. affinis*, *T. similis* та *E. longicaudatum* встановлена обернена залежність між значеннями КЧВ та муловим індексом, відповідно і навантаженням на активний мул. Коефіцієнти кореляції становлять $-0,71$, $-0,73$ та $-0,68$ відповідно.
4. Для чотирьох видів, *V. microstoma*, *V. submicrostoma*, *E. coronata* та *C. Batorliqetiense*, встановлена обернена залежність між значеннями КЧВ та активної реакції середовища. Коефіцієнти кореляції становлять $-0,42$, $-0,46$, $-0,52$ та $-0,38$ відповідно.
5. Для усіх досліджених видів встановлено, що інтенсивність їх живлення в очисних спорудах, де відбувається очистка промислових стічних вод менша, ніж інтенсивність живлення їх в очисних спорудах, у яких очищуються побутові стоки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Банина Н. Н. Тип Инфузории / Н. Н. Банина // Фауна аэротенков: атлас. – Л.: Наука, 1984. – С. 136–186.
2. Банина Н. Н. Сидячие перитрихи как эписимбиотные организмы / Н. Н. Банина, И. Л. Бойцова, Л. А. Полякова // Изв. ГОСНИОРХ. – 1977. – Т. 119. – С. 53–73.
3. Curds C. R. The Role of Protozoa in the Activated-Sludge Process / C. R. Curds // Amer. Zool. – 1973. – Vol. 13. – P. 161–169.
4. Curds C. R. Protozoa in biological sewage-treatment processes. II. Protozoa as indicators in the activated-sludge process / C. R. Curds, A. Cockburn // Water Res. – 1970. – Vol. 4. – P. 237–249.
5. Жмур Н. С. Управление процессом и контроль результата очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н. С. Жмур. – М.: Луч, 1997. – 172 с.
6. Константиненко Л. А. Новый показатель интенсивности питания перитрих (Ciliophora, Peritrichia) в условиях очистных сооружений / Л. А. Константиненко, И. В. Довгаль // Вестник зоологии. – 2007. – Т. 41, № 6. – С. 437–443.
7. Пат. Україна, МПК С 02 F 3/34, G01 N 33/18. Спосіб визначення якості роботи систем очистки стічних вод / Л. А. Константиненко, І. В. Довгаль; С. Ю. Шевчук. – N 95441 – Заяв. 29.05.2007; опубл. 10.08.11, Бюл. № 15. – 4 с.
8. Konstantynenko L. A. The nutrition rates in peritrichous ciliates (Ciliophora, Peritrichia) under conditions of the treatment facilities of Zhytomir (Ukraine) / L. A. Konstantynenko, I. V. Dovgal // Natura montenegrina. – 2009. – Vol. 8 (2). – P. 51–61.
9. Константиненко Л. А. Залежність інтенсивності живлення перитрих (Ciliophora, Peritrichia) від гідрохімічних показників активного мулу / Л. А. Константиненко // Наук. зап. Терноп. пед. ун-ту. Сер. Біол. – 2010. – № 4. – С. 64–69.
10. Константиненко Л. А. Круговійчасті інфузорії (Ciliophora, Peritrichia) очисних споруд Житомира: дис. ... кандидата біол. наук: 03.00.08 / Константиненко Людмила Анатоліївна. – Житомир, 2008. – 198 с.
11. Метальников С. И. К физиологии внутриклеточного пищеварения у простейших / С. И. Метальников // Изв. С-Пб. биол. лаб. – 1911. – Т. 11, № 4. – С. 3–121.

REFERENCES

1. Banina N. N. Tip Infusorii / N. N. Banina // Fauna aerotenvok: atlas. – L.: Nauka, 1984. – S. 136–186.
2. Banina N. N. Sidyachie peritrikhi kak epibiontnye organizmy / N. N. Banina, I. L. Boytsova, L. A. Polyakova // Izv. GOSNIORKH. – 1977. – T. 119. – S. 53–73.
3. Curds C. R. The Role of Protozoa in the Activated-Sludge Process / C. R. Curds // Amer. Zool. – 1973. – Vol. 13. – P. 161–169.
4. Curds C. R. Protozoa in biological sewage-treatment processes. II. Protozoa as indicators in the activated-sludge process / C. R. Curds, A. Cockburn // Water Res. – 1970. – Vol. 4. – P. 237–249.
5. Zhmur N. S. Upravlenie protsessom i kontrol rezultata ochistki stochnykh vod na soopuzheniyakh s aerotenkami / N. S. Zhmur. – M.: Luch, 1997. – 172 s.
6. Konstantinenko L. A. Novyy pokazatel intensivnosti pitaniya peritrikh (Ciliophora, Peritrichia) v usloviyakh ochistnykh sooruzheniy / L. A. Konstantinenko, I. V. Dovgal // Vestnik zoologii. – 2007. – T. 41, № 6. – S. 437–443.
7. Pat. Ukrayina, MPK C 02 F 3/34, G01 N 33/18. Spocib vyznachennya yakosti roboty system ochystky stichnykh vod / L. A. Konstantinenko, I. V. Dovgal; S. Yu. Shevchuk. – N 95441 – Zayav. 29.05.2007; opubl. 10.08.11, Byul. № 15. – 4 s.
8. Konstantynenko L. A. The nutrition rates in peritrichous ciliates (Ciliophora, Peritrichia) under conditions of the treatment facilities of Zhytomir (Ukraine) / L. A. Konstantynenko, I. V. Dovgal // Natura montenegrina. – 2009. – Vol. 8 (2). – P. 51–61.
9. Konstantynenko L. A. Zalezhnist intensyvnosti zhyvlennya peritriykh (Ciliophora, Peritrichia) vid gidrokhimichnykh pokaznykiv aktyvnogo mulu / L. A. Konstantinenko // Nauk. zap. Ternop. ped. un-ru. Ser. Biol. – 2010. – № 4. – S. 64–69.
10. Konstantynenko L. A. Krugoviychasti infuzoriyi (Ciliophora, Peritrichia) ochysnykh sporud Zhytomyra: dys. ... kandydata biol. nauk: 03.00.08 / Konstantynenko Lyudmyla Anatoliyivna. – Zhytomir, 2008. – 198 s.
11. Metalnikov S. I. K fiziologii vnutrikletochnogo pishevareniya u prosteyshikh / S. I. Metalnikov // Izv. S-Pb. biol. lab. – 1911. – T. 11, № 4. – S. 3–121.

УДК 581. 524. 1

ОНТОГЕНЕТИЧНИЙ РОЗВИТОК ДУБА ЗВИЧАЙНОГО В РІЗНИХ ЛІСОВИХ ФІТОЦЕНОЗАХ НОВГОРОД-СІВЕРСЬКОГО ПОЛІССЯ

Скляр В.Г.

Сумський національний аграрний університет

40021, Україна, Суми, вул. Г. Кондратьєва, 160

skvig@mail.ru

Розглянуті основні особливості онтогенетичного розвитку дуба звичайного в лісах Новгород-Сіверського Полісся. Показано, що існування дуба в абсолютній більшості лісових фітоценозів регіону супроводжується проявом незавершеного онтогенезу та переходом частини особин в стан торчків. Особливості онтогенетичного розвитку дуба узагальнені в ряді моделей. Надано інформацію про характерні особливості онтогенетичної структури популяції дуба звичайного в різних лісорослинних умовах регіону досліджень.

Ключові слова: онтогенез, лісові фітоценози, дуб звичайний, Новгород-Сіверське Полісся

ОНТОГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ДУБА ОБЫКНОВЕННОГО В РАЗНЫХ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ НОВГОРОД-СЕВЕРСКОГО ПОЛЕСЬЯ

Скляр В.Г.

Сумской национальной аграрный университет

40021, Украина, Сумы, ул. Г. Кондратьева, 160

skvig@mail.ru

Рассмотрены основные особенности онтогенетического развития дуба обыкновенного в лесах Новгород-Северского Полесья. Показано, что существование дуба в абсолютном большинстве лесных фитоценозов исследуемого региона сопровождается проявлением незавершенного онтогенеза и переходом части растений в состояние торчков. Особенности онтогенетического развития дуба обобщены в ряде моделей. Приведена информация о характерных особенностях онтогенетической структуры популяций дуба обыкновенного в разных лесорастительных условиях исследуемого региона.

Ключевые слова: онтогенез, лесные фитоценозы, дуб обыкновенный, Новгород-Северское Полесье

ONTOGENETIC DEVELOPMENT OF QUERCUS ROBUR IN DIFFERENT FOREST PHYTOCENOSES OF NOVGOROD-SIVERS'K POLISSIA

Skliar V.G.

Sumy national agrarian university

40012, Ukraine, Sumy, G. Kondratev st., 160

skvig@mail.ru

The main features of the ontogenetic development of *Quercus robur* in forests of Novgorod-Sivers'k Polissia. The research were carried in typical of the region phytocoenoses, representing twenty-four groups of associations of forest vegetation: *Pineta (sylvestris) hylocomiosa*, *Pineta (sylvestris) calamagrostidosa (epigeioris)*, *Pineta (sylvestris) nardosa (strictae)*, *Pineta (sylvestris) coryloso (avellanae) – vacciniosa (myrtilli)*, *Pineta (sylvestris) asarosa (europaei)*, *Pineta (sylvestris) pteridiosa (aquilini)*, *Pineta (sylvestris) franguloso (alni) – vacciniosa (myrtilli)*, *Pineta (sylvestris) vacciniosa (myrtilli)*, *Pineta (sylvestris) moliniosa (caeruleae)*, *Pineta (sylvestris) sphagnosa*, *Querceto (roboris) – Pineta (sylvestris) vacciniosa (myrtilli)*, *Querceto (roboris) – Pineta (sylvestris) corylosa (avellanae) nudum*, *Betuleto (penduli) – Pineta (sylvestris) vacciniosa (myrtilli)*, *Querceta (roboris) majanthemosa (bifolii)*, *Querceta (roboris) aegopodiosa (podagrariae)*, *Querceta (roboris) convallariosa (majalis)*, *Querceta (roboris) coryloso (avellanae) – convallariosa (majalis)*, *Acereto (platanoiditis) – Querceta (roboris) coryloso (avellanae) – aegopodiosa (podagrariae)*, *Acereto (platanoiditis) – Querceta (roboris) stellariosa (holosteae)*, *Tilieto (cordatae) – Querceta (roboris) stellariosa (holosteae)*, *Betuleta (pendulae) vacciniosa (myrtilli)*, *Betuleta (pendulae) caricosa (pilosae)*, *Betuleta (pendulae) stellariosa (holosteae)*, *Populeta (tremulae) stellariosa (holosteae)*. It is shown that the existence *Quercus robur* of an absolute majority in the forest phytocoenoses investigated region is accompanied by a manifestation of unfinished ontogeny and the transition of some plants in quasisenile status (incomplete full ontogeny). It was established that the ontogenetic development of individuals of *Quercus robur* in different forest area of Novgorod-Sivers'k Polissia can be described by seven models. In connection with the wide representation in this species of incomplete full ontogeny, most models implemented two variants: transition of some plants in quasisenile status and without such a transition. It was found that in some woods formation *Pineta sylvestris* (group associations *Pineta nardosa*) forming of the young generation of *Quercus robur* never happens. In phytocoenoses group associations *Pineta pteridiosa*, *Pineta franguloso - vacciniosa*, *Pineta hylocomiosa*, *Pineta sphagnosa* and *Pineta vacciniosa* younger generation *Quercus robur* often dies in immature (im_1) ontogenetic state. In the forests of group associations *Pineta asarosa*, *Pineta calamagrostidosa* and *Pineta moliniosa* ontogenetic development of *Quercus robur* stops in the state im_2 . In the forests of group associations *Pineta sphagnosa*, *Pineta franguloso – vacciniosa* and *Pineta hylocomiosa* younger generation *Quercus robur* reaches virginalny state, however, goes to the generative reproduction. Among all groups associations of formation *Pineta sylvestris* greatest diversity of ontogenetic development of *Quercus robur* characterized forests groups associations *Pineta franguloso – vacciniosa* and *Pineta hylocomiosa*. It is shown that in phytocoenoses formations *Betuleto (penduli) – Pineta (sylvestris)* and *Betuleta pendulae* ontogenetic development of *Quercus robur* stops in the immature or virginalny ontogenetic states. In phytocoenoses group associations *Querceto – Pineta vacciniosa*, *Querceto – Pineta corylosa nudum* such termination is often the case at the virginalny state. It is proved that the forests formations *Querceta roboris*, *Querceto – Pineta*, *Acereto – Querceta*, *Tilieto – Querceta* natural regeneration of *Quercus robur* or absent (group associations *Querceta aegopodiosa*), or in the forests are only seedlings and (or) juvenile plants (group associations *Querceto – Pineta vacciniosa*, *Acereto – Querceta coryloso – aegopodiosa*, *Acereto – Querceta stellariosa*, *Tilieto – Querceta stellariosa*). Most phytocoenoses formation *Querceta roboris* individuals of younger generation *Quercus robur* die before reaching virginalny state. It was found that the forests, which registered most full

ontogenetic structure of populations of *Quercus robur* (group associations *Pineta vacciniosa*, *Querceta convallariosa*, *Pineta hylocomiosa*, *Pineta franguloso – vacciniosa*, *Querceto – Pineta vacciniosa*, *Betuleto – Pineta vacciniosa*, *Betuleta stellariosa*), in mainly responsible habitats with sufficient, but not excessive moisture. It is mostly fresh and humid hihrotopy. Limiting factor for successful ontogenetic development of plants *Quercus robur* in forests of Novgorod-Sivers'k Polissia are mostly light level. The worst is typical for phytocenoses with a dense understory (group associations *Pineta coryloso – vacciniosa* and *Querceta coryloso – convallariosa*) and closed forest stands (group associations *Acereto – Querceta coryloso – aegopodiosa*, *Acereto – Querceta stellariosa*, *Tilieto – Querceta stellariosa*, *Querceta aegopodiosa*). The prospect of further research is the organization of the territory of the Novgorod-Sivers'k Polissia monitoring of populations major species in the forests formations *Querceto – Pineta*, *Querceta roboris*, *Acereto – Querceta*, *Tilieto – Querceta*. This will deepen the knowledge of the ontogenetic development of *Quercus robur* and optimize the protection of these communities and a number of rare species of plants, that grow in them.

Key words: ontogeny, forest phytocenosis, natural forest regrowth, Quercus robur, Novgorod-Sivers'k Polissia

ВСТУП

Дуб звичайний (*Quercus robur* L.) належить до числа провідних лісоутворювальних видів України [1, 2]. Ліси за його участі є важливою складовою рослинного покриву Новгород-Сіверського Полісся – фізико-географічної області, розташованої на крайньому сході Полісся України [3, 4].

Діброви мають важливе еколого-стабілізуюче значення для Новгород-Сіверського Полісся та ряду прилеглих територій. Ці ліси є важливими осередками біорізноманіття. У них зростає ряд рідкісних видів рослин: *Epipactis helleborine* (L.) Crantz., *Platanthera bifolia* (L.) Rich., *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Campanula cervicaria* L., *Digitalis grandiflora* Mill., *Laserpitium prutenicum* L. та ін. [5].

Стале та довготривале існування лісів, а разом з цим і виконання ними різноманітних екологічних функцій та збереження наявного біорізноманіття, залежить від стійкості обігу поколінь лісоутворювальних видів. Відповідно, вивчення особливостей їх онтогенетичного розвитку в різних лісорослинних умовах є важливим та актуальним питанням. Воно висвітлене в ряді наукових праць О.В. Смирнової, А.А. Чистякової, О.І. Євстігнеєва та ін. [6 – 10] Однак, для Новгород-Сіверського Полісся такі дослідження раніш не проводилися.

Метою роботи було визначити основні особливості онтогенетичного розвитку *Q. robur* в лісах Новгород-Сіверського Полісся та надати інформацію про характерні ознаки онтогенетичної структури популяцій цього виду в різних лісорослинних умовах.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження, результати яких представлені в публікації, здійснювалися в період 2002 – 2013 рр. Вивчені типові для Новгород-Сіверського Полісся лісові фітоценози, що репрезентують двадцять чотири групи асоціацій лісової рослинності: *Pineta (sylvestris) hylocomiosa*, *Pineta (sylvestris) calamagrostidosa (epigeioris)*, *Pineta (sylvestris) nardosa (strictae)*, *Pineta (sylvestris) coryloso (avellanae) – vacciniosa (myrtilli)*, *Pineta (sylvestris) asarosa (europaei)*, *Pineta (sylvestris) pteridiosa (aquilini)*, *Pineta (sylvestris) franguloso (alni) – vacciniosa (myrtilli)*, *Pineta (sylvestris) vacciniosa (myrtilli)*, *Pineta (sylvestris) moliniosa (caeruleae)*, *Pineta (sylvestris) sphagnosa*, *Querceto (roboris) – Pineta (sylvestris) vacciniosa (myrtilli)*, *Querceto (roboris) – Pineta (sylvestris) coryloso (avellanae) nudum*, *Betuleto (penduli) – Pineta (sylvestris) vacciniosa (myrtilli)*, *Querceta (roboris) majanthemosa (bifolii)*, *Querceta (roboris) aegopodiosa (podagrariae)*, *Querceta (roboris) convallariosa (majalis)*, *Querceta (roboris) coryloso (avellanae) – convallariosa (majalis)*, *Acereto (platanoiditis) – Querceta (roboris) coryloso (avellanae) – aegopodiosa (podagrariae)*, *Acereto (platanoiditis) – Querceta (roboris) stellariosa (holostae)*, *Tilieto (cordatae) – Querceta (roboris) stellariosa (holostae)*, *Betuleta (pendulae) vacciniosa (myrtilli)*, *Betuleta (pendulae) caricosa (pilosae)*, *Betuleta*

(*pendulae*) *stellariosa* (*holosteeae*), *Populeta* (*tremulae*) *stellariosa* (*holosteeae*).

Належність особин *Q. robur*, наявних в складі зазначених фітоценозів, до певного онтогенетичного стану визначалась на основі класичних популяційних підходів [11 – 13]. При цьому у рослин враховувався комплекс ознак, характерних для різних етапів онтогенезу.

Проростки (р) – наймолодші рослини, які мають первинний корінь та лускоподібні листки.

Ювенільні особини (j) – молоді особини із стовбуром без галуження та 3 – 5 зеленими листками ювенільного типу, які за розміром та формою відрізняються від дорослих. Такі рослини знаходяться в трав'яно-чагарничковому ярусі лісових фітоценозів.

Іматурні особини (im) – у них з'являються бічні пагони 2 – 5 порядку, а діаметр стовбура не більше ніж у два рази перевищує діаметр бічних гілок. Серед іматурних рослин виділялись особини станів im_1 та im_2 . Особини im_1 в основному розташовані в трав'яно-чагарничковому ярусі, а im_2 виходять з нього та досягають ярусу підліску.

Віргінільні дерева (v) мають характерну для дорослих рослин морфологічну структуру, однак такі особини ще не вступили у фазу цвітіння і плодоношення.

Генеративні дерева (g) – рослини, що набули здатності до генеративного розмноження.

Сенільні дерева (s) мають вторинну крону з листям ювенільного типу, плодоношення відсутнє.

Онтогенетична структура популяцій *Q. robur* у різних лісорослинних умовах визначалась на основі загальноприйнятих підходів [14].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

На основі узагальнення результатів досліджень, встановлено, що онтогенетичний розвиток особин *Q. robur* в різних лісових фітоценозах Новгород-Сіверського Полісся може бути описаний сімома моделями (табл. 1). Модель № 1 описує варіант розвитку *Q. robur* при якому рослини проходять повний онтогенетичний цикл і відмирають у сенільному стані. У моделях № 2 – 7 онтогенетичний цикл у *Q. robur* незавершений: особини відмирають в генеративному або ж в будь-якому з передгенеративних станів. У моделях № 1 – 5 символом «а» позначений варіант онтогенетичного розвитку, коли частина іматурних рослин *Q. robur* переходить у категорію точків. Ці рослини в основному припиняють свій розвиток на цій стадії і відмирають, отже, проявляють неповний онтогенез, рідше – переходять в наступний онтогенетичний стан.

Таблиця 1 – Різноманітність моделей онтогенетичного розвитку *Quercus robur*

Модель № 1 (p...s)	p →	j →	im ₁ →	im ₂ →	v →	g →	s →	Відмирання
Модель № 1a (p..t..s)	p →	j →	im ₁ →	im ₂ →	v →	g →	s →	Відмирання
			торчки					
Модель № 2 (p...g)	p →	j →	im ₁ →	im ₂ →	v →	g →	Відмирання	
Модель № 2a (p..t..g)	p →	j →	im ₁ →	im ₂ →	v →	g →	Відмирання	
			торчки					
Модель № 3 (p...v)	p →	j →	im ₁ →	im ₂ →	v →	Відмирання		
Модель № 3a (p..t..v)	p →	j →	im ₁ →	im ₂ →	v →	Відмирання		
			торчки					
Модель № 4 (p...im ₂)	p →	j →	im ₁ →	im ₂ →	Відмирання			
Модель № 4a (p..t..im ₂)	p →	j →	im ₁ →	im ₂ →	Відмирання			
			торчки					
Модель № 5 (p...im ₁)	p →	j →	Відмирання					
Модель № 5a (p..t..im ₁)	p →	j →	im ₁ →	Відмирання				
			торчки					
Модель № 6 (p...j)	p →	j →	Відмирання					
Модель № 7	p →	Відмирання						

Торчки ще характеризують як особини квазісенільного онтогенетичного стану [15]. Їх формування у *Q. robur* в умовах Новгород-Сіверського Полісся є досить поширеним явищем. Такі особини при незначній висоті (до 50 см) і віці від 10 (9) до 15 (17) років, зазвичай мають 3 – 5 порядки галуження та чітко виражені ознаки порушення росту осевого пагону. Це може бути результатом впливу різних чинників: відмирання верхівкової бруньки в результаті захворювання, пошкодження низькими температурами, відкушування зайцями чи лосями і т. і. [2, 16]. Зокрема, в досліджуваному регіоні ювенільні та іматурні рослини *Q. robur* вирізняється високою враженістю фітопатогенною інфекцією [17].

У таблиці 2 надана інформація про встановлені нами факти щодо реалізації *Q. robur* різноманітних моделей онтогенетичного розвитку в лісових угрупованнях Новгород-Сіверського Полісся. У таблиці інформація про моделі № 6 та № 7 не наводиться, тому як вони можуть проявляти себе в будь-якому фітоценозі, де параметри хоча б одного з еколого-ценотичних чинників наближені до межі витривалості проростків чи (та) ювенільних рослин. Не представлена в ній інформація і про моделі, що відповідають завершеному онтогенезу (p...s та p..t..s). Це обумовлено тим, що майже в усіх лісових фітоценозах Новгород-Сіверського Полісся з-за природних і, особливо, антропогенних впливів, в тому числі і внаслідок ведення лісового господарства, дерева *Q. robur* припиняють своє існування до досягнення сенільного стану.

Таблиця 2 – Різноманітність онтогенетичного розвитку *Quercus robur* в лісах Новгород-Сіверського Полісся

Група асоціацій	Модель онтогенетичного розвитку			
	№ 2a (p..t..g)	№ 3a (p..t..v)	№ 4a (p..t..im ₂)	№ 5a (p..t.. im ₁)
<i>Pineta hylocomiosa</i>		+	+	+
<i>Pineta calamagrostidosa</i>			+	
<i>Pineta coryloso – vacciniosa</i>				+
<i>Pineta asarosa</i>			+	
<i>Pineta pteridiosa</i>				+
<i>Pineta franguloso – vacciniosa</i>		+	+	+
<i>Pineta vacciniosa</i>	+			+
<i>Pineta moliniosa</i>			+	
<i>Pineta sphagnosa</i>		+		+
<i>Querceto – Pineta vacciniosa</i>		+		
<i>Querceto – Pineta corylosa nudum</i>		+		
<i>Betuleto – Pineta vacciniosa</i>		+		
<i>Querceta majanthemosa</i>			+	
<i>Querceta convallariosa</i>	+			+
<i>Querceta coryloso – convallariosa</i>			+	
<i>Betuleta vacciniosa</i>				+
<i>Betuleta stellariosa</i>		+		+

У лісах формації *Pineta sylvestris* природне поновлення *Q. robur* не виявлено в лісах групи асоціацій *Pineta nardosa*. Причиною цього є невисока зволоженість ґрунту, притаманна її місцевіснуванню. В угрупованнях групи асоціацій *Pineta coryloso – vacciniosa* були виявлені проростки та ювенільні рослини *Q. robur*. Однак, всі вони відмирають ще до переходу в наступні онтогенетичні стани (моделі № 6 та № 7). Основною причиною цього є щільний підлісок, який вельми суттєво зменшує рівень освітленості нижніх ярусів лісу.

Однак, незважаючи на це, в лісах групи асоціацій *Pineta coryloso – vacciniosa* особини *Q. robur* інколи досягають іматурного (im_1) стану.

У формації *Pineta sylvestris* онтогенетичний розвиток *Q. robur* відповідає також моделям № 3а – № 5а. У групах асоціацій *Pineta pteridiosa*, *Pineta franguloso – vacciniosa*, *Pineta hylocomiosa*, *Pineta sphagnosa* та *Pineta vacciniosa* досить часто трапляються угруповання, в яких наявне молоде покоління *Q. robur*, представлене лише проростками і особинами ювенільного та іматурного (im_1) станів. Рослини старших онтогенетичних груп (im_2 , v і т. і.) відсутні. Зазначені ознаки характерні для моделі № 5а (p..t.. im_1).

Відмінною особливістю угруповань *Pineta hylocomiosa* та *Pineta franguloso – vacciniosa* є те, що частота реалізації в моделі p..t.. im_1 , порівняно з іншими угрупованнями, є відносно невисокою і становить 25 – 31%. В місцезростаннях цих груп асоціацій в популяціях *Q. robur* частка особин ювенільного онтогенетичного стану коливається від 10% до 40%, іматурного – від 20% до 63%, а торчків – від 5% до 61%.

У фітоценозах груп асоціацій *Pineta asarosa*, *Pineta calamagrostidosa* та *Pineta moliniosa* онтогенетичний розвиток *Q. robur* відповідає моделі № 4а (p..t.. im_2). Вона характерна і для фітоценозів груп асоціацій *Pineta franguloso – vacciniosa* та *Pineta hylocomiosa*. При цьому двом останнім групам асоціацій притаманне суттєве варіювання онтогенетичної структури популяцій *Q. robur*. В угрупованнях *Pineta franguloso – vacciniosa* частка особин *Q. robur* ювенільного онтогенетичного стану коливається від 0% до 7%, іматурного im_1 від 20% до 33% та im_2 від 16% до 34%, торчків – від 41% до 53%. В угрупованнях *Pineta hylocomiosa* частка ювенільних рослин становить від 0% до 15%, іматурних im_1 – від 12% до 50%, а im_2 – від 1% до 71%, торчків – від 17% до 56%.

У лісах груп асоціацій *Pineta sphagnosa*, *Pineta franguloso – vacciniosa* та *Pineta hylocomiosa* молоде покоління *Q. robur* досягає віргінільного стану, однак, не переходить в генеративний стан (модель № 3а (p..t..v) онтогенетичного розвитку). В даному випадку найбільш різноманітною онтогенетична структура молодого покоління *Q. robur* є в умовах угруповань групи асоціацій *Pineta hylocomiosa*. В її місцеіснуваннях частка особин ювенільного онтогенетичного стану коливається від 0% до 9%, іматурного im_1 – від 25% до 42%, а im_2 – від 0% до 30%, торчків – від 2% до 27%, віргінільного – від 1% до 49%.

У цілому, серед угруповань формації *Pineta sylvestris* найбільша різноманітність щодо відповідності онтогенетичного розвитку *Q. robur* тим чи іншим моделям, притаманна групам асоціацій *Pineta franguloso – vacciniosa* та *Pineta hylocomiosa*. Ліси ж групи асоціацій *Pineta vacciniosa* вирізняються тим, що в них окремі дерева *Q. robur* інколи досягають генеративного онтогенетичного стану.

Незважаючи на те, що *Q. robur* не відіграє провідної ролі у формуванні деревостанів формацій *Betuleto (penduli) – Pineta (sylvestris)* та *Betuleta pendulae*, природне поновлення цього виду в них має місце. В угрупованнях зазначених формацій онтогенез *Q. robur* є незавершеним і відповідає моделям № 3а (p..t..v) та № 5а (p..t.. im_1). У групі асоціацій *Betuleta vacciniosa* серед рослин молодого покоління переважають торчки (50 – 52%), а частка ювенільних та іматурних (im_1), відповідно, не перевищує 9% та 43%. В фітоценозах груп асоціацій *Betuleto – Pineta vacciniosa*, *Betuleta stellariosa* представлені рослини *Q. robur* від ювенільного до віргінільного станів. Серед них значною (на рівні 41 – 70%) є частка іматурних особин.

У формаціях, де *Q. robur* є домінантом чи співдомінантом (*Querceta roboris*, *Querceto – Pineta*, *Acereto – Querceta*, *Tilieto – Querceta*), досить часто природне поновлення даного виду або взагалі відсутнє (група асоціацій *Querceta aegopodiosa*), або під наметом лісу наявні лише нечисленні проростки та (чи) ювенільні рослини (групи асоціацій *Querceto – Pineta vacciniosa*, *Acereto – Querceta coryloso – aegopodiosa*, *Acereto – Querceta stellariosa*, *Tilieto – Querceta stellariosa*). У цих угрупованнях однією з причин

ускладненості онтогенетичного розвитку *Q. robur* є значна зімкнутість верхніх ярусів лісу (деревостану та (чи) підліску) і, внаслідок цього, - низька освітленість.

В угрупованнях із співдомінуванням *Q. robur*, зокрема в групі асоціацій *Querceto – Pineta vacciniosa*, рослини цього виду не «просуваються» в розвиткові далі віргінільного етапу (модель № 3а (р..t..v)). При цьому популяції *Q. robur* мають таку онтогенетичну структуру: частка ювенільних рослин коливається від 0% до 2%, іматурних im_1 – 9 – 20%, а im_2 – 0 – 38%, торчків 18 – 29%, віргінільних – 31 – 60%. Відносно значний відсоток особин віргінільного стану свідчить про те, що в даних умовах в майбутньому може бути реалізована і модель № 2а онтогенетичного розвитку. Моделі № 3а (р..t..v) відповідає онтогенетичний розвиток *Q. robur* в лісах групи асоціацій *Querceto – Pineta coryloso nudum*.

У більшості угруповань формації *Querceta roboris* молоді рослини виду-домінанта відмирають до досягнення віргінільного стану. Онтогенетичний розвиток часто відповідає моделям № 5а (р..t.. im_1) (група асоціацій *Querceta convallariosa*) та № 4а (р..t.. im_2) (групи асоціацій *Querceta majanthemosa*, *Querceta coryloso – convallariosa*). У цих лісах, порівняно з іншими фітоценозами, особливо представниками формації *Pineta sylvestris*, серед особин молодого покоління *Q. robur* незначною є частка (від 1% до 18%) торчків.

Із числа всіх обстежених фітоценозів лише в групі асоціацій *Querceta convallariosa* молоде покоління *Q. robur* успішно досягає генеративного онтогенетичного стану, що характерно для моделі № 2а (р..t..g). При цьому в популяціях *Q. robur* частка ювенільних рослин коливається від 7% до 46%, іматурних im_1 – 9 – 51%, а im_2 – 0 – 36%, торчків 12 – 23%, віргінільних – 0 – 54%, генеративних – 19 – 32%.

Перспективою подальших наукових досліджень є організація на території Новгород-Сіверського Полісся моніторингу за станом популяцій основних ценозоутворюючих видів в лісах, де *Q. robur* є домінантом та співдомінантом (в фітоценозах формацій *Querceto – Pineta*, *Querceta roboris*, *Acereto – Querceta*, *Tilieto – Querceta*). Це дозволить поглибити знання про онтогенетичний розвиток *Q. robur*, а також оптимізувати охорону зазначених угруповань і ряду рідкісних видів рослин, що зростають в них.

ВИСНОВКИ

1. Для більшості лісових фітоценозів Новгород-Сіверського Полісся характерний незавершений онтогенетичний розвиток *Q. robur*, який ускладнюється проявом неповного онтогенезу.
2. Особливості онтогенетичної структури популяцій *Q. robur* свідчать про суттєву порушеність колообігу його поколінь у лісах досліджуваного регіону. Це характерно і для фітоценозів, де *Q. robur* є домінантом чи співдомінантом.
3. Угруповання, в яких зареєстрована найбільш повна онтогенетична структура популяцій *Q. robur* (групи асоціацій *Pineta vacciniosa*, *Querceta convallariosa*, *Pineta hylocomiosa*, *Pineta franguloso – vacciniosa*, *Querceto – Pineta vacciniosa*, *Betuleto – Pineta vacciniosa*, *Betuleta stellariosa*), в основному відповідають місцезнаходженням з достатнім, однак не надлишковим зволоженням. За класифікацією П.С. Погребняка [18] це переважно свіжі та вологі гігרותопи.
4. Лімітуючим чинником щодо успішного онтогенетичного розвитку рослин *Q. robur* в лісах Новгород-Сіверського Полісся в основному є рівень освітленості під наметом лісу. Найбільшою мірою це характерно для угруповань з щільним підліском (групи асоціацій *Pineta coryloso – vacciniosa* та *Querceta coryloso – convallariosa*) та зімкнутим деревостаном (група асоціацій *Acereto – Querceta coryloso – aegopodiosa*, *Acereto – Querceta stellariosa*, *Tilieto – Querceta stellariosa*, *Querceta aegopodiosa*).

ЛІТЕРАТУРА

1. Шеляг-Сосонко Ю.Р. Дубові ліси Полісся України / Ю.Р. Шеляг-Сосонко // Укр. ботан. журн. – 1970. – Т. 27, № 1. – С. 54 – 59.
2. Лосицкий К.Б. Восстановление дубрав / К.Б. Лосицкий . – М., 1963. – 359 с.
3. Географічна енциклопедія України: [у 3 т.] – Т. 2. – Київ: «Українська Радянська Енциклопедія» ім. М.П. Бажана, 1990. – 479 с.
4. Физико-географическое районирование Украинской ССР / Под ред. В. П. Попова, А. М. Маринича. – К.: Изд-во Киев. ун-та, 1968. – 683 с.
5. Фіторізноманіття Українського Полісся та його охорона / Під заг. ред. Т.Л. Андрієнко. – К.: Фітосоціоцентр, 2006. – 316 с.
6. Евстигнеев О.И. Популяционная организация грабовых лесов Каневского заповедника / О.И. Евстигнеев, В.Н. Коротков, Л.В. Бакалына // Бюл. Моск. о-ва. испытателей природы. отд. биол. – 1992. – Т. 97, Вып. 2. – С. 81 – 89.
7. Онтогенез дерева / О.В. Смирнова, А.А. Чистякова, Л.Б. Заугольнова и др. // Ботан. журн. – 1999. – Т. 84, № 12. – С. 8 – 20.
8. Чистякова А.А. Поливариантность онтогенеза и типы поведения деревьев широколиственных лесов / А.А. Чистякова // Популяционная экология растений. – М.: Наука, 1987. – С. 39 – 43.
9. Чистякова А.А. Состояние охраняемых лесных сообществ Европейской лесостепи России и возможности их реконструкции (на примере особо охраняемых территорий Пензенской области) / А.А. Чистякова, Н.А. Леонова // Экология. – 2003. – № 5. – С. 323 – 329.
10. Чистякова А.А. Стратегии жизни и структура популяций древесных растений лесостепи / А.А. Чистякова // Популяційна екологія рослин: сучасний стан, точки росту: Збірник наукових праць. – Суми: СНАУ, 2012. – С. 127 – 133.
11. Диагнозы и ключи возрастных состояний лесных растений. Деревья и кустарники. – М.: Прометей, 1989. – 102 с.
12. Смирнова О.В. Онтогенез дерева и его отражение в структуре и динамике растительного и почвенного покрова / О.В. Смирнова, М.В. Бобровский // Экология. – 2001. – № 3. – С. 177 – 181.
13. Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов / А.А. Уранов // Биол. науки. – 1975. – № 2. – С. 7 – 34.
14. Злобин Ю.А. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста / Ю.А. Злобин. – Сумы: Университетская книга, 2009. – 263 с.
15. Смирнова О.В. Квазисенильность как одно из проявлений фитоценотической толерантности растений / О.В. Смирнова, А.А. Чистякова, И.И. Истомина // Журн. общей биол. – 1984. – Т. 45, № 2. – С. 216 – 225.
16. Рысин Л.П. Дуб обыкновенный / Л.П. Рысин, Г.П. Рысина // Биологическая флора Московской области. – М.: МГУ, 1990. – С. 102 – 130.
17. Голубцова Ю.І. Фітотрофні мікроміцети Північно-східної частини України / Ю.І. Голубцова. – Суми, 2008. – 187 с.
18. Погребняк П.С. Основы лесной типологии / П.С. Погребняк. – К.: АН Украинской ССР, 1955. – 455 с.

REFERENCES

1. SHelyag-Sosonko YU.R. Dubovi lisi Polissya Ukrayeni / YU.R. SHelyag-Sosonko // Ukr. botan. zhurn. – 1970. – T. 27, № 1. – S. 54 – 59.
2. Lositskiy K.B. Vosstanovlenie dubrav / K.B. Lositskiy. – M., 1963. – 359 s.
5. Geografichna entsiklopediya Ukrayeni: [u 3 t.] – T. 2. – Kiiiv: «Ukrayenska Radyanska Entsiklopediya» im. M.P. Bazhana, 1990. – 479 s.
6. Fiziko-geograficheskoe rayonirovanie Ukrainsskoy SSR / Pod red. V. P. Popova, A. M. Marinicha. – K.: Izd-vo Kiev. un-ta, 1968. – 683 s.
7. Fitoriznomanittya Ukrainsskogo Polissya ta yogo okhorona / Pid zag. red. T.L. Andriyenko. – K.: Fitosotsiotsentr, 2006. – 316 s.
8. Evstigneev O.I. Populyatsionnaya organizatsiya grabovykh lesov Kanevskogo zapovednika / O.I. Evstigneev, V.N. Korotkov, L.V. Bakalya // Byul. Mosk. o-va. ispytateley prirody. Otd. biol. – 1992. – T. 97, Vyp. 2. – S. 81 – 89.
9. Ontogenez dereva / O.V. Smirnova, A.A. CHistyakova, L.B. Zaugolnova i dr. // Botan. zhurn. – 1999. – T. 84, № 12. – S. 8 – 20.
10. CHistyakova A.A. Polivariantnost ontogeneza i tipy povedeniya derevev shirokolistvennykh lesov / A.A. CHistyakova // Populyatsionnaya ekologiya rasteniy. – M.: Nauka, 1987. – S. 39 – 43.
11. CHistyakova A.A. Sostoyanie okhranyaemykh lesnykh soobshchestv Evropeyskoy lesostepi Rossii i vozmozhnosti ikh rekonstruktsii (na primere osobo okhranyaemykh territoriy Penzenskoy oblasti) / A.A. CHistyakova, N.A. Leonova // Ekologiya. – 2003. – № 5. – S. 323 – 329.
2. CHistyakova A.A. Strategii zhizni i struktura populyatsiy drevesnykh rasteniy lesostepi / A.A. CHistyakova // Populyatsiyna ekologiya roslin: suchasniy stan, tochki rostu: Zbirnik naukovikh prats. – Sumi: SNAU, 2012. – S. 127 – 133.
3. Diagnozy i klyuchi vozzrastnykh sostoyaniy lesnykh rasteniy. Derevyia i kustarniki. – M.: Prometei, 1989. – 102 s.
4. Smirnova O.V. Ontogenez dereva i ego otrazhenie v strukture i dinamike rastitel'nogo i pochvennogo pokrova / O.V. Smirnova, M.V. Bobrovskiy // Ekologiya. – 2001. - № 3. – S. 177 – 181.
5. Uranov A.A. Vozrastnoy spektr fitotsenopopulyatsiy kak funktsiya vremeni i energeticheskikh volnovykh protsessov / A.A. Uranov // Biol. nauki. – 1975. – № 2. – S. 7 – 34.
6. Zlobin YU.A. Populyatsionnaya ekologiya rasteniy: sovremennoe sostoyanie, tochki rosta / YU.A. Zlobin. – Sumy: Universitetskaya kniga, 2009. – 263 s.
7. Smirnova O.V. Kvazisenilnost kak odno iz proyavleniy fitosenoticheskoy tolerantnosti rasteniy / O.V. Smirnova, A.A. CHistyakova, I.I. Istomina // ZHurn. obshchey biol. – 1984. – T. 45, № 2. – S. 216 – 225.
8. Rycin L.P. Dub obyknovenny / L.P. Rycin, G.P. Rysina // Biologicheskaya flora Moskovskoy oblasti. – M.: MGU, 1990. – C. 102 – 130.
9. Golubtsova Yu.I. Fitotrofni mikromitsety Pivnichno-skhidnoyi chastyny Ukrayiny / Yu.I. Golubtsova. – Sumi, 2008. – 187 s.
10. Pogrebnyak P.S. Osnovy lesnoy tipologii / P.S. Pogrebnyak – K.: AN Ukrainsskoy SSR, 1955. – 455 s.

УДК 712.2:712.41+581.327 (477.63)

БОТАНИКО-ГЕОГРАФІЧНИЙ АНАЛІЗ І ЧАСТОТА ТРАПЛЯННЯ ВИДІВ ДЕРЕВНО-ЧАГАРНИКОВОЇ РОСЛИННОСТІ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ КРИВОГО РОГУ

Терлига Н.С., Федоровський В. Д., Юхименко Ю.С., Данильчук О.В., Данильчук Н.М.,
Лаптева О.В.

Криворізький ботанічний сад НАН України
50089, Україна, Кривий Ріг, вул.Маршака,50
terlyga-natalja@rambler.ru

Наведені результати ботаніко-географічного аналізу дендрофлори, виявленої при обстеженні парків і скверів міста Кривий Ріг. Встановлений ступінь участі видів і форм деревно-чагарникової рослинності в зелених насадженнях парків і скверів за коефіцієнтом трапляння. Запропонований ботаніко-географічний підхід до відбору рослин для паркових насаджень.

Ключові слова: парки, сквери, зелені насадження, види, ботаніко-географічний аналіз, частота трапляння.

БОТАНИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ЧАСТОТА ВСТРЕЧАЕМОСТИ ВИДОВ ДРЕВЕСНО- КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ КРИВОГО РОГА

Терлыга Н.С., Федоровский В. Д., Юхименко Ю.С., Данильчук А.В., Данильчук Н.М., Лаптева Е.В.

Криворожский ботанический сад НАН Украины
50089, Украина, Кривой Рог, вул.Маршака, 50
terlyga-natalja@rambler.ru

Представлены результаты ботанико-географического анализа дендрофлоры, выявленной при обследовании парков и скверов города Кривой Рог. Установлена степень участия видов и форм древесно-кустарниковой растительности в зеленых насаждениях парков и скверов по коэффициенту встречаемости. Рассматривается ботанико-географический подход при выборе растений для парковых насаждений.

Ключевые слова: парки, скверы, зеленые насаждения, виды, ботанико-географический анализ, коэффициент встречаемости.

BOTANICAL AND GEOGRAPHICAL ANALYSIS AND OCCURRENCE FREQUENCY OF SPECIES OF ARBOREAL AND SHRUBBERY GREEN PLANTATIONS OF KRYVYI RIG

Terlyga N.S., Fedorovskii V. D., Yukhimenko Yu.S., Danil'chuk A.V., Danil'chuk N.M., Lapteva O.V.

Kryvyi Rig Botanical Garden of NAS of Ukraine
Ukraine, Kryvyi Rig, vul. Marshaka, 50,
terlyga-natalja@rambler.ru

Green plantation of urbanized areas exposed to constant exposure to technogenic load, so every year increasingly important research of parks and gardens phytodiversity and degree of different types of cultivated dendroflora use in the urban environment landscapes. In industrial cities in steppe zone of Ukraine green spaces began to massively build in 50-60 years of XX century and now can observe trend of park vegetation degradation, that are related to both climatic change and anthropogenic impact on ecosystem. One indicator of appropriateness of the use woody vegetation in urban green plantings may be species belonging to different botanical and geographical regions and provinces. In our opinion botanical and geographical analysis of green plantings dendroflora makes it possible to identify the species prospects those or other floristic regions for a particular region, which will more effectively address the problems associated with the selection of resistant assortment arboreal plants under environmental growth conditions. Studying the dendrologic parklands composition and trends that occur in the ecology of urban green spaces, parks culture phytocoenoses we examine as geographic area. Therefore, we had conducted botanical and geographical analysis of cultivated dendroflora Kryvyi Rig.

On the basis many years of research objects of green building found that the arboreal and shrubbery vegetation of Kryvyi Rig parks and gardens represented by 202 taxons (162 species and 40 forms and hybrids) that represent 41 families and 89 genuses.

Dendroflora of Kryvyi Rig parks and squares come from three Subkingdoms and seven regions - namely Boreal Subkingdom (Tsyrcumboreal region, the East Asian region, the Atlantic and North American region and the Rocky Mountains region), The ancient Mediterranean (Mediterranean and Iran-Turan region) and Madrean (Madrean region). The highest share of species belonging to 3 regions – Tsyrcumboreal (40.2%), East Asian (22.0%), Atlantic and North American (18.9%).

In greening the city detected nine species, which areas intersect adjacent regions, such as - *Picea glauca* (Moench) Voss, *Populus alba* L., *Swida alba* (L.) Opiz, *Elaeagnus angustifolia* L., *Hippophae rhamnoides* L., *Buxus sempervirens* L., *Cotinus coggygria* Scop., *Ribes aureum* Pursh., *Pyracantha coccinea*, life status of which depends mainly on environmental growth conditions.

Is of considerable interest analysis of arboreal and shrubby plants distribution on the occurrence frequency in parks and squares of the city in relation to their geographical origin. The highest coefficient occurrence in parks is between 41 to 100 set for 18 species of Tsyrcumboreal region, in particular – *Acer platanoides* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Acer campestre* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Betula pendula* Roth., *Betula pubescens* Ehrh., *Fraxinus excelsior* L., *Ligustrum vulgare* L., *Malus domestica* Borkh., *Picea abies* (L.) Karst., *Populus nigra* L., *Quercus robur* L., *Rosa canina* L., *Salix alba* L. ‘Vitellina pendula’, *Sorbus aucuparia* L., *Tilia platyphyllos* Scop., *Ulmus glabra* Huds., *Ulmus laevis* Pall.; for 6 species of Atlantic and North American region – *Acer negundo* L., *Acer saccharinum* L., *Catalpa bignonioides* Walt., *Fraxinus lanceolata* Borkh., *Physocarpus opulifolia* (L.) Maxim., *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Robinia pseudoacacia* L.; for 6 species of Iran-Turan region – *Armeniaca vulgaris* Mill., *Gleditsia triacanthos* L., *Juglans regia* L., *Populus bolleana* Lauche, *Populus italica* (Du Roi) Moench, *Prunus divaricata* Lebel.; for 5 species of East Asian region – *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Forsythia x intermedia* Zab., *Platycladus orientalis* (L.) Franco, *Populus simonii* Carr., *Ulmus pumila* L. and for one specie of Rocky Mountains region – *Picea pungens* Engelm.

In Kryvyi Rig squares by the coefficient of occurrence as frequently species of Tsyrcumboreal, East Asian, North American-Atlantic regions, such as – *Acer platanoides* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Betula pubescens* Ehrh., *Catalpa bignonioides* Walt., *Forsythia x intermedia* Zab., *Juglans regia* L., *Picea pungens* Engelm., *Populus bolleana* Lauche, *Populus italica* (Du Roi) Moench, *Robinia pseudoacacia* L. *Salix alba* L. ‘Vitellina pendula’, *Sorbus aucuparia* L., *Tilia cordata* Mill.

In gardening of the city Kryvyi Rig largest number of taxons is adapted to local conditions represented by dendroflora Tsyrcumboreal and Atlantic-North American regions - introduced species are mostly satisfactory indicators of growth and development, that testifies to their good adaptive capacity to climate and environmental conditions of the introduction. In city landscaping little common species of the Mediterranean, Iran-Turanian and Madrean areas, that have some limitations for use in urban plantings industrial towns of the steppe zone.

Kryvyi Rig Botanical Garden of NAS of Ukraine is the only research institution in the region that provides the conservation of biological diversity of plants and world regional flora and decides a number of pressing issues of environmental sanitation of the city. Over the past 10 years, the composition of Arboretum collection funds Kryvyi Rig Botanical Garden of NAS of Ukraine continues to grow and for today includes 718 species, 10 varieties, 330 forms and 54 hybrids, which are dominated by species of East Asian (30.1%), Tsyrcumboreal (16.1%), Atlantic-North American (15.5%) regions, as well as species with a wide area of distribution (22.8%), in addition, has increased the number of species from the Mediterranean and Iran-Turanian region. Among the last can be recommended for wider use in the formation of landscape compositions following decorative and tolerant to technogenic load species such as *Lonicera maackii* Rupp., *Ribes komarovii* Pojark., *Cotoneaster borealichinensis* (Hurus). Hurus., *Cotoneaster fangianus* Yu, *Cotoneaster gracilis* Rehder & Wilson, *Crataegus songarica* C. Koch, *Malus floribunda* Sieb., *Malus x niedzwetzkyana* Dieck., *Exochorda giraldii* Nesse, *Physocarpus ribesifolius* Kom., *Rhodotypos kerrioides* Sieb. et Zucc., *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Br., *Salix argyrea* E. Wolf., *Louiseania ulmifolia* (Franch.) Pachom., *Chamaecyparis lawsoniana* Parl., *Pyracantha coccinea* (L.) M. Roem., *Juniperus squamata* Lamb., *Larix leptolepis* Gord., *Picea omorica* (Panc.) Purkyne., *Acer ginnala* Maxim., *Catalpa ovata* L. Don., *Kolkwitzia amabilis* Graebn., *Swida hemsleyi* C. K. Schneid. et Wanger, *Deutzia kalmiaeflora* Lemoine, *Forsythia suspensa* (Thunb.) Vahl., *Viburnum fragrans* Bge., *Spiraea betulifolia* Pall., *Spiraea wilsonii* Duthie.

Today in Kryvyi Rig rather acute problem of parklands degradation, which is associated with reduced arboreal and shrubs longevity and with the lack for a long time of systematic works on care by responsible agencies of green building in the city. Kryvyi Rig Botanical Garden of NAS of Ukraine accumulated a great practical experience in creating the species, tribal, floral complexes, which expedient to use in the recovery of existing and creating new plantings various functional purpose in the city.

Changes occurring in recent years in the ecology of large industrial cities and the growing influence of negative factors on phytobiota require new approaches in the parks building. First of all need to create a single system of planting in the city with the use of scientific and practical experience of research institutions, including botanical gardens, arboretums, etc. In Kryvyi Rig recovery and enrichment of parks

and gardens is possible through the use of new species of temperate zone collection funds Kryvyi Rig Botanical Garden of NAS of Ukraine and its scientific development of urban areas phytooptimization.

Key words: parks, public gardens, green spaces, species, botanical and geographical analysis, occurrence frequency.

ВСТУП

Зелені насадження урбанізованих територій зазнають постійного впливу техногенного навантаження, тому все більшого значення набувають дослідження фіторізноманіття парків і скверів та ступеню використання різних видів культивованої дендрофлори в ландшафтах міського середовища. У промислових містах степової зони України зелені насадження масово почали створювати у 50-60 р.р. ХХ століття і на сьогодні вже спостерігаємо тенденції деградації паркових насаджень, які пов'язані як з природно-кліматичними змінами, так і антропогенним навантаженням на екосистеми. Існуючий асортимент деревної рослинності на сьогодні не задовольняє у повній мірі вимогам сучасного озеленення. Ряд авторів наголошують на необхідності використовувати біоекологічні підходи при створенні нових або реконструкції існуючих паркових насаджень [1, 2]. Одним з показників доцільності використання деревної рослинності в міських зелених насадженнях може бути приналежність видів до різних ботаніко-географічних областей і провінцій. На нашу думку, ботаніко-географічний аналіз дендрофлори зелених насаджень дає можливість виявити перспективність видів тих чи інших флористичних областей для конкретного регіону, що дозволить більш ефективно вирішувати проблеми, пов'язані із підбором асортименту стійких деревних рослин відповідно до екологічних умов зростання.

Мета дослідження – проведення ботаніко-географічного аналізу дендрофлори насаджень парків і скверів та частоти трапляння, як базової основи для створення стійких довговічних насаджень у промислових регіонах степової зони України.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У 2009-2013 р.р. нами було проведено обстеження 22 парків і 93 скверів міста Кривий Ріг та встановлений видовий склад і стан зелених насаджень [3-6].

Ботаніко-географічний аналіз 202 таксонів деревно-чагарникової рослинності зелених насаджень Кривого Рогу здійснено із використанням районування природно-флористичних одиниць Землі А. Л. Тахтаджяна [7]. Стривальність деревно-чагарникової рослинності визначали за коефіцієнтом частоти трапляння, який визначали за відношенням числа парків (скверів), у яких відмічено вид, до загального числа парків (скверів).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

На основі багаторічних досліджень об'єктів зеленого будівництва встановлено, що деревно-чагарникова рослинність парків і скверів Кривого Рогу представлена 202 видами та культиварами, які презентують 89 родів із 41 родини [5]. Голонасінних виявлено 17 видів і 12 культиварів, а покритонасінних – 145 видів і 28 культиварів [5, 6].

Вивчаючи дендрологічний склад паркових насаджень і тенденції змін, які відбуваються в екології міських зелених насаджень, ми розглядаємо паркові культурфітоценози як географічний об'єкт [1, 2]. У зв'язку з цим нами був проведений ботаніко-географічний аналіз культивованої дендрофлори Кривого Рогу.

Дендрофлора парків і скверів Кривого Рогу походить з трьох підцарств і семи областей, а саме – Бореального підцарства (Циркумбореальна область, Східноазійська область, Атлантично-Північноамериканська і область Скелястих гір), Давньосередземноморського (Середземноморська та Ірано-Туранська область) і Мадреанського (Мадреанська область).

Найбільша частка видів належить до 3-х областей – Циркумбореальної (40,2 %), Східноазійської (22,0 %), Атлантично-Північноамериканської (18,9 %) (табл.1).

В озелененні міста виявлено дев'ять видів з широким ареалом, які охоплюють дві чи більше флористичні області. Це такі види, як *Picea glauca* (Moench) Voss, *Populus alba* L., *Swida alba* (L.) Oriz, *Elaeagnus angustifolia* L., *Hippophae rhamnoides* L., *Buxus sempervirens* L., *Cotinus coggygria* Scop., *Ribes aureum* Pursh., *Pyracantha coccinea* (L.) M. Roem. Слід відмітити, що життєвий стан зазначених видів залежить від екологічних умов зростання і варіює в широких межах – від задовільного до незадовільного.

Таблиця 1 – Розподіл дендрофлори зелених насаджень парків і скверів Кривого Рогу за флористичними областями

Флористичні області	Кількість видів	Частка, %
Бореальне підцарство		
Циркумбореальна область	64	40,2
Східноазійська область	35	22,0
Атлантично-Північноамериканська область	30	18,9
Область Скелястих гір	5	3,1
Давньосередземноморське підцарство		
Середземноморська область	3	1,9
Ірано-Туранська область	12	7,5
Мадреанське підцарство		
Мадреанська область	1	0,6
<i>Види з широким ареалом</i>	9	5,7

Представляє значний інтерес аналіз розподілу деревних та чагарникових рослин за частотою трапляння в парках і скверах міста в зв'язку з їх географічним походженням. Встановлено, що найчастіше в досліджених об'єктах зустрічається 36 таксонів, серед яких майже в кожному дослідженому об'єкті озеленення використані *Picea pungens* Engelm., *Picea pungens* 'Glauca', *Juniperus communis* 'Hibernica', *Juniperus sabina* L., *Acer platanoides* L., *Betula pendula* Roth., *Betula pubescens* Ehrh., *Juglans regia* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Sorbus aucuparia* L., *Tilia cordata* Mill., *Ulmus pumila* L. [5, 6]. Найменш поширені в парках і скверах 79 видів та культиварів, а інші 87 таксонів представлені поодинокими рослинами (табл.2).

Найвищий коефіцієнт трапляння в парках – від 41 до 100 – встановлений для 18 видів з Циркумбореальної області, а саме – *Acer platanoides* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Acer campestre* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Betula pendula* Roth., *Betula pubescens* Ehrh., *Fraxinus excelsior* L., *Ligustrum vulgare* L., *Malus domestica* Borkh., *Picea abies* (L.) Karst., *Populus nigra* L., *Quercus robur* L., *Rosa canina* L., *Salix alba* L. 'Vitellina pendula', *Sorbus aucuparia* L., *Tilia platyphyllos* Scop., *Ulmus glabra* Huds., *Ulmus laevis* Pall.; для 6 видів з Атлантично-Північноамериканської області – *Acer negundo* L., *Acer saccharinum* L., *Catalpa bignonioides* Walt., *Fraxinus lanceolata* Borkh., *Physocarpus opulifolia* (L.) Maxim., *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Robinia pseudoacacia* L.; для 6 видів з Ірано-Туранської області – *Armeniaca vulgaris* Mill., *Gleditsia triacanthos* L., *Juglans regia* L., *Populus bolleana* Lauche, *Populus italica* (Du Roi) Moench, *Prunus divaricata* Lebel.; для 5 видів зі Східноазійської області – *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Forsythia x intermedia* Zab., *Platycladus orientalis* (L.) Franco, *Populus simonii* Carr., *Ulmus pumila* L. та для одного виду з області Скелястих гір – *Picea pungens* Engelm. (табл.2).

У скверах Кривого Рогу за коефіцієнтом трапляння найбільш поширені також види з Циркумбореальної, Східноазійської, Атлантично-Північноамериканської областей, а саме – *Acer platanoides* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Betula pubescens* Ehrh., *Catalpa*

bignooides Walt., *Forsythia x intermedia* Zab., *Juglans regia* L., *Picea pungens* Engelm., *Populus bolleana* Lauche, *Populus italica* (Du Roi) Moench, *Robinia pseudoacacia* L., *Salix alba* L. ‘*Vitellina pendula*’, *Sorbus aucuparia* L., *Tilia cordata* Mill. (табл.2).

Розглядаючи питання стійкості зелених насаджень за умов урбанізованого середовища, слід відмітити, що види, які інтродуковані із однієї флористичної області і, навіть провінції, часто різко відрізняються за життєвим станом [5, 6], що пов’язано з різними екологічними умовами їх природного ареалу і адаптивними можливостями. В озелененні міста Кривий Ріг найбільша кількість адаптованих до місцевих умов таксонів представлена дендрофлорою Циркумбореальної області – інтродуценти мають переважно задовільні показники росту і розвитку, що свідчить про їх добру адаптаційну здатність до кліматичних та екологічних умов району інтродукції. У насадженнях міста мало поширені види із Середземноморської і Мадреанської областей, які мають певні обмеження для використання в міських насадженнях промислових міст степової зони.

Таблиця 2 – Частота трапляння деревно-чагарникової рослинності в зелених насадженнях м. Кривий Ріг

Наза виду	Коефіцієнт трапляння	
	Парки (22)	Сквери (93)
<i>Acer campestre</i> L.	45	5
<i>Acer negundo</i> L.	86	24
<i>Acer platanoides</i> L.	95	42
<i>Acer platanoides</i> L. ‘Crimson King’	0	3
<i>Acer platanoides</i> L. ‘Globosum’	45	8
<i>Acer platanoides</i> L. ‘Schwedleri’	0	3
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	50	33
<i>Acer pseudoplatanus</i> L. ‘Purpureum’	32	3
<i>Acer saccharinum</i> L.	59	29
<i>Acer tataricum</i> L.	23	1
<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	100	69
<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	59	27
<i>Amelanchier florida</i> Lsndl.	0	1
<i>Amelanchier spicata</i> (Lam.) C. Koch	4	0
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	4	1
<i>Armeniaca vulgaris</i> Mill.	54	25
<i>Aronia melanocarpa</i> (Michx.) Elliot.	4	9
<i>Berberis aquifolium</i> Pursh	23	10
<i>Berberis thunbergii</i> DC.	4	0
<i>Berberis vulgaris</i> L.	18	6
<i>Berberis vulgaris</i> L. ‘Atropurpurea’	4	1
<i>Betula pendula</i> Roth.	73	41
<i>Betula pubescens</i> Ehrh.	64	43
<i>Buxus sempervirens</i> L.	32	22
<i>Buddleia alternifolia</i> Maxim.	4	0
<i>Campsis radicans</i> (L.) Seem.	0	1
<i>Caragana arborescens</i> Lam.	0	1
<i>Caragana arborescens</i> ‘Pendula’	4	0
<i>Caragana frutex</i> (L.) C.Koch	4	0
<i>Catalpa bignonioides</i> Walt.	54	32
<i>Catalpa ovata</i> G. Don.	0	2
<i>Celtis caucasica</i> Willd.	14	2

Наза виду	Коефіцієнт трапляння	
	Парки (22)	Сквери (93)
<i>Celtis occidentalis</i> L.	14	0
<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench	23	4
<i>Cerasus tomentosa</i> (Thunb.) Wall.	18	5
<i>Cerasus vulgaris</i> Mill.	9	7
<i>Cercis canadensis</i> L.	9	7
<i>Chaenomeles japonica</i> (Thunb.) Lindl.	14	6
<i>Chaenomeles maulei</i> (Mast.) C.K. Schneid.	9	2
<i>Chaenomeles speciosa</i> (Sweet) Nakai.	0	1
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> Parl.	4	0
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> 'Alume'	4	0
<i>Clematis viticella</i> L.	0	1
<i>Corylus avellana</i> L.	14	0
<i>Cornus mas</i> L.	4	0
<i>Cotinus coggygria</i> Scop.	14	1
<i>Cotoneaster dammeri</i> Schneid.	0	1
<i>Cotoneaster lucidus</i> Schlecht.	4	0
<i>Cotoneaster procumbens</i> Klotz.	0	2
<i>Cotoneaster x suecica</i> Klodcz.	0	1
<i>Crataegus fallacina</i> Klok.	23	0
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	23	3
<i>Crataegus submollis</i> Sarg.	4	0
<i>Cydonia oblonga</i> Mill.	23	4
<i>Deutzia scabra</i> Thunb.	4	1
<i>Euonymus europaea</i> L.	9	0
<i>Elaeagnus umbellata</i> Thunb.	0	1
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	27	3
<i>Forsythia europaea</i> Deg. et Bald.	14	6
<i>Forsythia intermedia</i> Zab.	45	33
<i>Forsythia viridissima</i> Lindl.	4	0
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	36	6
<i>Fraxinus excelsior</i> L. 'Diversifolia'	4	0
<i>Fraxinus lanceolata</i> Borkh.	77	24
<i>Fraxinus ornus</i> L.	0	1
<i>Ginkgo biloba</i> L.	0	1
<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	45	3
<i>Gymnocladus dioica</i> (L.) C. Koch	0	1
<i>Hippophae rhamnoides</i> L.	4	2
<i>Halimodendron halodendron</i> (Pall.) Voss.	4	0
<i>Hydrangea arborescens</i> L.	0	2
<i>Juglans cinerea</i> L.	0	1
<i>Juglans cordiformis</i> Maxim.	4	0
<i>Juglans regia</i> L.	64	49
<i>Juniperus communis</i> L.	9	3
<i>Juniperus communis</i> L. 'Hibernica'	32	14
<i>Juniperus sabina</i> L.	59	43
<i>Juniperus sabina</i> L. 'Tamariscifolia'	0	2
<i>Juniperus sabina</i> L. 'Variegata'	0	3

Наза виду	Коефіцієнт трапляння	
	Парки (22)	Сквери (93)
<i>Juniperus virginiana</i> L.	27	3
<i>Juniperus virginiana</i> L. 'Glauca'	4	0
<i>Kerria japonica</i> (L.) DC. 'Pleniflora'	0	2
<i>Laburnum anagyroides</i> Medic.	18	0
<i>Larix decidua</i> Mill.	4	0
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	54	10
<i>Lonicera tatarica</i> L.	32	8
<i>Louiseania triloba</i> (Lindl.) Pachom.	0	1
<i>Louiseania ulmifolia</i> (Franch.) Pachom.	0	1
<i>Lycium barbatum</i> L.	0	1
<i>Morus alba</i> L.	9	3
<i>Morus alba</i> L. 'Pendula'	14	4
<i>Morus alba</i> L. 'Globosa'	9	0
<i>Morus nigra</i> L.	86	24
<i>Malus baccata</i> (L.) Borkh.	0	1
<i>Malus domestica</i> Borkh.	45	12
<i>Malus prunifolia</i> (Willd.) Borkh.	0	1
<i>Malus sylvestris</i> (L.) Mill.	20	10
<i>Padus avium</i> Mill.	27	3
<i>Padus mahaleb</i> (L.) Borkh.	14	3
<i>Padus serotina</i> (Ehrh.) Agardh.	18	7
<i>Padus virginiana</i> (L.) Mill.	4	1
<i>Paeonia suffruticosa</i> Andr.	4	1
<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	36	8
<i>Persica vulgaris</i> Mill.	0	2
<i>Philadelphus coronarius</i> L.	0	3
<i>Philadelphus inodorus</i> L.	4	0
<i>Philadelphus latifolius</i> Schrad.	50	25
<i>Phellodendron amurense</i> Rupr.	4	0
<i>Physocarpus intermedia</i> (Rydb.) C.K. Schneid.	4	2
<i>Physocarpus opulifolia</i> (L.) Maxim.	50	4
<i>Picea abies</i> (L.) Karst.	77	30
<i>Picea abies</i> 'Nidiformis'	0	3
<i>Picea glauca</i> (Moench) Voss	0	2
<i>Picea pungens</i> Engelm.	32	39
<i>Picea pungens</i> Engelm. 'Coerulea'	54	23
<i>Picea pungens</i> Engelm. 'Glauca'	50	56
<i>Pinus banksiana</i> Lam.	4	1
<i>Pinus pallasiana</i> D. Don	27	18
<i>Pinus sylvestris</i> L.	18	11
<i>Platanus acerifolia</i> Willd.	0	2
<i>Platanus orientalis</i> L.	0	1
<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco	73	32
<i>Populus alba</i> L.	18	5
<i>Populus balsamifera</i> L.	9	2
<i>Populus x berolinensis</i> Dipp.	41	8
<i>Populus bolleana</i> Lauche	77	36

Наза виду	Коефіцієнт трапляння	
	Парки (22)	Сквери (93)
<i>Populus deltoides</i> Marsh.	32	12
<i>Populus italica</i> (Du Roi) Moench	77	34
<i>Populus nigra</i> L.	73	17
<i>Populus simonii</i> Carr.	50	9
<i>Populus tremula</i> L.	4	3
<i>Populus trichocarpa</i> Torr. et Gray	0	2
<i>Populus x wettsteinii</i>	0	1
<i>Prunus domestica</i> L.	14	5
<i>Prunus domestica</i> L. 'Wengerka'	10	0
<i>Prunus divaricata</i> Ledeb.	45	9
<i>Prunus pissardi</i> Carr.	18	8
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco	0	1
<i>Ptelea trifoliata</i> L.	18	0
<i>Pyracantha coccinea</i> (L.) M. Roem.	0	2
<i>Pyrus communis</i> L.	45	11
<i>Quercus iberica</i> Stev.	4	1
<i>Quercus robur</i> L.	59	11
<i>Quercus robur</i> L. 'Fastigiata'	4	1
<i>Quercus rubra</i> L.	18	3
<i>Ribes aureum</i> Pursch	0	4
<i>Rhamnus cathartica</i> L.	4	0
<i>Rhus typhina</i> L.	18	8
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	86	49
<i>Robinia pseudoacacia</i> L. 'Umbraculifera'	41	6
<i>Robinia pseudoacacia</i> L. 'Microphylla'	0	1
<i>Robinia viscosa</i> Vent.	0	2
<i>Rosa canina</i> L.	64	31
<i>Rubus idaeus</i> L.	4	0
<i>Rubus caesius</i> L.	9	0
<i>Salix acutifolia</i> Willd.	0	1
<i>Salix alba</i> L.	32	8
<i>Salix alba</i> L. 'Vitellina pendula'	73	36
<i>Salix babylonica</i> L.	23	8
<i>Salix exelsa</i> S.G. Gmel.	0	2
<i>Salix fragilis</i> L.	14	4
<i>Salix matsudana</i> Koidz. 'Tortuosa'	14	5
<i>Sambucus nigra</i> L.	14	2
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	68	39
<i>Sorbus aucuparia</i> L. 'Pendula'	0	1
<i>Sorbus intermedia</i> (Ehrh.) Pers.	4	2
<i>Sorbus x thuringiaca</i> (Ilse) Fritch.	4	2
<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crautz.	4	0
<i>Spiraea cantoniensis</i> Lour.	9	0
<i>Spiraea japonica</i> (Simon-Louis) Zab.	4	2
<i>Spiraea japonica</i> (Simon-Louis) Zab. 'Macrophylla'	9	2
<i>Spiraea x bumalda</i> Burvenich	4	0
<i>Spiraea x bumalda</i> Burvenich 'Goldflame'	0	2

Наза виду	Коефіцієнт трапляння	
	Парки (22)	Сквери (93)
<i>Spiraea media</i> Schmidt	4	0
<i>Spiraea x vanhouttei</i> (Briot.) Zab.	41	44
<i>Styphnolobium japonica</i> L.	54	9
<i>Swida alba</i> (L.) Opiz	23	2
<i>Swida sanguinea</i> (L.) Opiz	18	3
<i>Symphoricarpos albus</i> (L.) Blake	14	6
<i>Syringa vulgaris</i> L.	73	36
<i>Tamarix tetrandra</i> Pall. Ex M. Bieb.	18	6
<i>Taxus baccata</i> L.	36	4
<i>Taxus baccata</i> 'Aurea-variegata'	0	4
<i>Thuja occidentalis</i> L.	9	4
<i>Thuja occidentalis</i> L. 'Columna'	0	3
<i>Thuja occidentalis</i> L. 'Ericoides'	9	2
<i>Thuja occidentalis</i> L. 'Pyramidalis'	0	2
<i>Tilia cordata</i> Mill.	86	52
<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	32	14
<i>Tilia tomentosa</i> Moench	9	0
<i>Ulmus campestris</i> L.	36	10
<i>Ulmus glabra</i> Huds.	50	23
<i>Ulmus glabra</i> Huds. 'Pendula'	4	0
<i>Ulmus pumila</i> L. 'Umbraculifera'	14	1
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	64	22
<i>Ulmus pumila</i> L.	64	30
<i>Viburnum opulus</i> L.	9	6
<i>Viburnum opulus</i> L. 'Roseum'	18	4
<i>Vitis amurensis</i> Rupr.	0	9
<i>Weigela florida</i> (Bge.) A.DC.	9	3
<i>Weigela hortensis</i> Koch	0	1
<i>Wisteria sinensis</i> (Sims) Sweet.	0	1

Криворізький ботанічний сад НАН України – єдина на Криворіжжі наукова установа, яка забезпечує збереження біологічного різноманіття рослин регіональної та світової флори і вирішує ряд нагальних питань з оздоровлення навколишнього середовища міста. Колекція деревних і чагарникових рослин КБС НАН України представлена видовим різноманіттям майже всіх ботаніко-географічних областей помірної зони, 90% яких стійкі до складних кліматичних і екологічних умов регіону. За останні 10 років дендрологічний склад колекційних фондів КБС НАН України продовжує зростати і включає на сьогодні 718 видів, 10 різновидів, 330 форм і 54 гібриди, серед яких переважають види із Східноазійської області – 30,1 %, на види з широким ареалом припадає 22,8 %, Циркумбореальної – 16,1 %, Атлантично-Північноамериканської – 15,5 %, а на види із Ірано-Туранської і Середземноморської відповідно 11,0 % і 2 %. Важливу роль у відновленні паркових насаджень міста має формування видового складу насаджень за рахунок стійкого асортименту з урахуванням їх географічного походження. Криворізьким ботанічним садом НАН України накопичений великий практичний досвід створення видових, родових, флористичних комплексів, який доцільно використовувати при відновленні існуючих і створенні нових насаджень різного функціонального призначення у місті.

При формуванні ландшафтних композицій в паркових насадженнях представляють інтерес для більш широкого використання малопоширені в озелененні міста декоративні і

толерантні до техногенного навантаження види зі Східноазійської області – *Juniperus squamata* Lamb., *Lonicera maackii* Rupp., *Cotoneaster borealichinensis* (Hurus). Hurus., *Cotoneaster fangianus* Yu, *Malus floribunda* Sieb., *Malus x niedzwetzkyana* Dieck., *Exochorda giraldii* Nesse, *Physocarpus ribesifolius* Kom., *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Br., *Louiseania ulmifolia* (Franch.) Pachom., *Acer ginnala* Maxim., *Larix leptolepis* Gord., *Catalpa ovata* L., *Kolkwitzia amabilis* Graebn., *Swida hemsleyi* C. K. Schneid. et Wanger, *Deutzia kalmiaeflora* Lemoine, *Forsythia suspensa* (Thunb.) Vahl., *Viburnum fragrans* Bge., *Spiraea betulifolia* Pall., *Spiraea wilsonii* Duthie, *Syringa reticulata* (Blume) Hara, з Ірано-Туранської області – *Cerasus erythrocarpa* Nevski, *Crataegus songarica* C. Koch, *Lonicera microphylla* Willd. ex Roem. et Schult., *Quercus iberica* Stev., *Salix argyracea* E. Wolf., з Атлантично-Північноамериканської області – *Pinus strobus* L., *Juniperus virginiana* L., *Amelanchier utahensis* Koehne, *Betula papyrifera* Marsh., *Quercus imbricaria* Michx., *Swida obliqua* Raf., *Robinia viscosa* Vent., з області Скелястих гір – *Thuja plicata* D. Don, *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.), *Swida pubescens* Nutt.

У Кривому Розі досить гостро стоїть проблема деградації паркових насаджень, яка пов'язана зі зростаючим впливом техногенного навантаження на екосистеми, відсутністю впродовж тривалого часу систематичних доглядних робіт відповідними структурами зеленого будівництва міста, що спричинює зниження довговічності деревних та чагарникових рослин в порівнянні з природними місцезростаннями у 2-3 рази. Зміни, що відбуваються в останні роки в екології великих промислових міст вимагають використовувати нові підходи у паркобудівництві. Перш за все, необхідно створити єдину систему озеленення в місті з використанням науково-практичного досвіду наукових установ, які займаються нагальними питаннями з оздоровлення навколишнього середовища. У Кривому Розі відновлення і збагачення парків і скверів можливе за рахунок використання видів помірної зони колекційних фондів Криворізького ботанічного саду НАН України та його наукових розробок з фітооптимізації урбанізованих територій.

Перспективи подальшого дослідження спрямовані на вирішення практичних завдань по відновленню паркових насаджень і пов'язані з вивченням резистентності як видового, так і внутрішньовидового різноманіття деревної рослинності різного ботаніко-географічного походження в умовах антропогенного навантаження з метою створення довговічних насаджень різного функціонального призначення зі стійким декоративним ефектом.

ВИСНОВКИ

1. За ботаніко-географічним розподілом найбільша частка видів дендрофлори парків і скверів Кривого Рогу належить до трьох флористичних областей – Циркумбореальної (40,2%), Східноазійської (22,0%) і Атлантично-Північноамериканської (18,9%). В міських умовах мало поширені види із Середземноморської і Мадреанської областей мають відносно невисоку стійкість, в порівнянні з видами інших ареалів.
2. Аналіз співвідношення видів різного географічного походження за коефіцієнтом трапляння свідчить, що в зелених насадженнях міста найбільш поширені 36 видів, а саме із Циркумбореальної області 18 видів, по 6 видів із Ірано-Туранської і Атлантично-Північноамериканської областей, із Східноазійської – 5 видів, і один вид із області Скелястих гір.
3. Узагальнивши результати проведених досліджень дендрофлори парків і скверів за таксономічним складом приходимо до висновку, що подальша оптимізація дендрофлори міста має бути пов'язана зі збільшенням як видового, так і внутрішньовидової різноманітності зелених насаджень за рахунок стійких, адаптованих до міських умов рослин відповідно до ґрунтово-кліматичного районування міста.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кузнецов С.І. Паркознавство як біоекологічна основа паркобудівництва / С.І. Кузнецов, Ю.О. Клименко / Інтродукція рослин. – 2003. – №1-2. – С.131-141.
2. Кузнецов С.І. Біоекологічні засади садово-паркового будівництва: минуле, сучасне, майбутнє / С.І. Кузнецов // Інтродукція рослин, збереження та збагачення біорізноманіття в ботанічних садах і дендропарках: міжн. наук. конф. присвячена 75-річчю заснування Нац. бот. саду ім. М.М. Гришка НАН України, 15-17 вересня 2010 р.: матер. – К., 2010. – С.71-74.
3. Федоровський В.Д. Дендрофлора зелених насаджень м. Кривий Ріг / В.Д. Федоровський, Ю.С. Юхименко, О.В. Данильчук // Вісті біосферного заповідника «Асканія-Нова». – 2012. – Спец. вип. Т. 14. – С. 405-408.
4. Федоровський В.Д. Минуле та сучасне парків і скверів центральної частини м. Кривий Ріг / В.Д. Федоровський, Н.С. Терлига, О.В. Данильчук // Агробіологія. – 2012. – Вип. 8 (94). – С. 169-171.
5. Федоровський В. Д. Видовий склад та життєвий стан деревно-чагарникової рослинності парків та скверів м. Кривий Ріг / В.Д. Федоровський, Н.С. Терлига, Ю.С. Юхименко // Інтродукція рослин. – 2013. – № 3. – С. 73-79.
6. Терлыга Н.С. Использование хвойных в озеленении г. Кривой Рог / Н.С.Терлыга // Фитодизайн в современных условиях, 14-17 июня, 2010 г.: матер. – Белгород, 2010. – С.60-65.
7. Тахтаджян А.Л. Флористические области Земли / А.Л. Тахтаджян. – М.: Наука, 1978. – 247 с.

REFERENCES

1. Kuznjecov S.I. Parkoznavstvo jak bioekologichna osnova parkobudivnyctva / S. I. Kuznjecov, Ju.O. Klymenko / Introdukcija roslyn. – 2003. – №1-2. S.131-141.
2. Kuznjecov S.I. Bioekologichni zasady sadovo-parkovogo budivnyctva: mynule, suchasne, majbutnje / S.I. Kuznjecov // Introdukcija roslyn, zberezhennja ta zbagachennja bioriznomanittja v botanichnyh sadah i dendroparkah: mizhn. nauk. konf. prysvjachena 75-richchju zasnuvannja Nac. bot. sadu im. M.M. Gryshka NAN Ukrai'ny, 15-17 veresnja 2010 r.: mater. – K., 2010.– S.71-74.
3. Fedorovs'kyj V.D. Dendroflora zelenyh nasadzhen' m. Kryvyj Rig / V.D. Fedorovs'kyj, Ju.S. Juhymenko, O.V. Danyl'chuk // Visti biosferного zapovidnyka «Askanija-Nova». – 2012. – Spec. vyp. T. 14. – S. 405-408.
4. Fedorovs'kyj V.D. Mynule ta suchasne parkiv i skveriv central'noi' chastyny m. Kryvyj Rig / V.D. Fedorovs'kyj, N.S. Terlyga, O.V. Danyl'chuk // Agrobiologija. – 2012. – Vyp. 8 (94). – S. 169-171.
5. Fedorovs'kyj V. D. Vydovyj sklad ta zhyttjevyj stan derevno-chagarnykovoї roslinnosti parkiv ta skveriv m. Kryvyj Rig / V.D. Fedorovs'kyj, N.S. Terlyga, Ju. S. Juhymenko // Introdukcija roslyn. – 2013. – № 3. – S. 73-79.6. Tahtadzhan A.L. Floristicheskie oblasti Zemli / A.L. Tahtadzhan – M.: Nauka, 1978. – 247 s.
6. Terliga N. S. Ispol'zovanie khvoinykh v ozelenenii g. Krivoi Rog / N.S.Terliga // Fitodizain v sovremennykh usloviyakh, 14-17 iyunya, 2010 r.: mater. – Belgorod, 2010. – S.60-65.
7. Takhtadzhyan A.L. Floristicheskie oblasti Zemli / A.L. Takhtadzhyan. – M.: Nauka, 1978. – 247 s.

РОЗДІЛ V. БІООРГАНІЧНА ХІМІЯ ТА БАР

УДК 547.821:542.057

SYNTHESIS AND TOXICITY OF DI-NA-SALT OF 2-(PYRIDINE-4-ILTIO)SUCCINIC ACID

Petrusha Yu.Yu.

Zaporizhzhya National University

69600, Ukraine, Zaporizhzhya, Zhukovskogo Str. 66

Yulia.ZNU@mail.ru

Search of new bioactive substances containing in the molecule a heterocycle and a deputy with high antioxidant properties such as succinic acid is perspective. Di-Na-salt of 2-(pyridine-4-iltio)succinic acid was synthesized, its physical and chemical properties were studied. It is found out that this substance id is relatively safe at intra-abdominal introduction to the wide range of doses (her LD₅₀ = 4960 mg/kg). Research of its antibacterial and cytotoxic action confirmed absence of toxic effects. Methods of di-Na-salt of 2-(pyridine-4-iltio)succinic acid receipt are technologically accessible and economic, substance is un toxic and can come forward as a substance for further researches to create new effective pharmaceutical preparations on its basis.

Key words: synthesis, di-Na-salt of 2-(pyridine-4-iltio)succinic acid, toxicity.

СИНТЕЗ ТА ТОКСИЧНІСТЬ ДИНАТРІЄВОЇ СОЛІ 2-(ПРИДИН-4-ІЛТІО)БУРШТИНОВОЇ КИСЛОТИ

Петруша Ю.Ю.

Запорізький національний університет

69600, Україна, Запоріжжя, вул. Жуковського, 66

Yulia.ZNU@mail.ru

Показано перспективність пошуку нових біологічно активних сполук, які містять у своїй молекулі, крім гетероциклу, замісник з високими антиоксидантними властивостями, зокрема бурштинову кислоту. Синтезовано динатрієву сіль 2-(піридин-4-ілтїо)бурштинової кислоти, вивчено її фізико-хімічні властивості. Встановлено, що ця сполука є відносно безпечною при внутрішньочеревному введенні в широкому діапазоні доз (її ЛД₅₀ = 4960 мг/кг). Дослідження антибактеріальної та цитотоксичної дії підтвердили відсутність токсичних ефектів. Методи одержання динатрієвої солі 2-(піридин-4-ілтїо)бурштинової кислоти технологічно доступні та економічні, сполука нетоксична і може виступати як субстанція для подальших досліджень на предмет створення на її основі нових ефективних лікарських засобів.

Ключові слова: синтез, динатрієва сіль 2-(піридин-4-ілтїо)бурштинової кислоти, токсичність.

СИНТЕЗ И ТОКСИЧНОСТЬ ДИНАТРИЕВОЙ СОЛИ 2-(ПИРИДИН-4-ИЛТИО) ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ

Петруша Ю.Ю.

Запорожский национальный университет

69600, Украина, Запорожье, ул. Жуковского, 66

Yulia.ZNU@mail.ru

Показана перспективность поиска новых биологически активных веществ, содержащих в своей молекуле, кроме гетероцикла, заместитель с высокими антиоксидантными свойствами, в частности янтарную кислоту. Синтезирована динатриевая соль 2-(пиридин-4-илтио)янтарной кислоты, изучены ее физико-химические свойства. Установлено, что это соединение является относительно безопасным при внутрибрюшинном введении в широком диапазоне доз (его ЛД₅₀ = 4960 мг/кг). Исследование антибактериального и цитотоксического действия подтвердили отсутствие токсических эффектов. Методы получения динатриевой соли 2-(пиридин-4-илтио)янтарной кислоты технологически доступны и экономичны, соединение нетоксично и

может выступать как субстанция для последующих исследований на предмет создания на его основе новых эффективных лекарственных средств.

Ключевые слова: синтез, динатриевая соль 2-(пиридин-4-илтио)янтарной кислоты, токсичность.

INTRODUCTION

Pyridine chemistry for the last decades grew into one of the widest division of chemistry of heterocyclic substances. The heterocyclic system of pyridine is basis of many medicinal facilities that have a wide spectrum of pharmacological action. Substances, that show an antioxidant, antimicrobial, fungicide and other types of activity, were found among them. The possibility of using pyridinethioles to receive the preparations with a cardioactive, analgetic, neurotropic action is especially valuable. Well-known facilities are on the basis of nicotinic and isonicotinic acids.

Clearly the practical value of substances of the indicated row does not finish on that examples and is not exposed yet. That's why the pyridine system nowadays pretends on an intent attention of researchers. So the purposeful organic synthesis is the most perspective way to develop the pyridine chemistry. The research of biologically active substances in the rows of insufficiently known S-pyridinederivates is important and has the theoretical and practical value [1, 2].

Succinic acid (butanedioic acid, ethane-1,2-dicarboxic acid) that is an universal energy source in an organism causes an interest the last time. This natural substance participates in the cycle of Krebs and is present in all organisms. Adding of succinic acid from outside activates the cycle of Krebs, that allows to accelerate the process of leading out of not completely oxidized exchange products. Succinic acid acts as a power substratum inside the cells and take part in different biochemical reactions. With the time ability of cells to produce energy is getting weaker, some functions get violated and that's why organism gets old. The intake of succinic acid can prevent to this process. Succinic acid has antioxidant action, renders harmless free radicals, participates in the process of the cellular breathing and assists the cells to assimilate oxygen.

The physiology action of this acid on an organism is many-sided. Such effects of succinic acid are today known: organstimulating, cytoprotective, oncopreventive, immunomodulating, antistress, antiinflammatory, detoxication, vasoprotective, neuromodulating, cardioprotective [3, 4].

Results of researches of the last years [5, 6] show that combination of nitrogen-containing heterocycle and mercaptocarbonic acids influence on strengthening of biological action or appearance of new effects, that conditioned, in particular, by influence on the processes of free-radical oxidation in tissues. Therefore a search of new bioactive substances containing in the molecule a heterocycle and a deputy with high antioxidant properties such as succinic acid is perspective. That's why on the basis of those studies [7] the di-Na-salt of 2-(pyridine-4-iltio)succinic acid was selected for the deep research.

Purpose of the work was a study of sharp toxicity, antibacterial activity and cytotoxicity of new synthesized substance – di-Na-salt of 2-(pyridine-4-iltio)succinic acid.

RESEARCH MATERIALS AND METHODS

Structure of the synthesized substance is confirmed by data of PMR-, IR-spectroscopy and element analysis, and the cleanness – by the method of thin-layer chromatography (TLC).

The spectrum of PMR are taken off on the device of "Bruker AC-300" (300 Mhz) in DMSO-d₆ CCl₄ (1:1), internal standard – TMS, the sizes of chemical displacements (δ) measured within 0,01 m.s. The element analysis of substance is conducted by means of

element analyzer of ELEMENTAR vario EL cube. IR-spectrum are written in on the spectrometer Bruker ALPHA FT-IR on prefix of ATR.

TLC is conducted on the plates of "Silufol UV-254" the Slovakia production. The display of chromatogram is carried out by means of UV- beams.

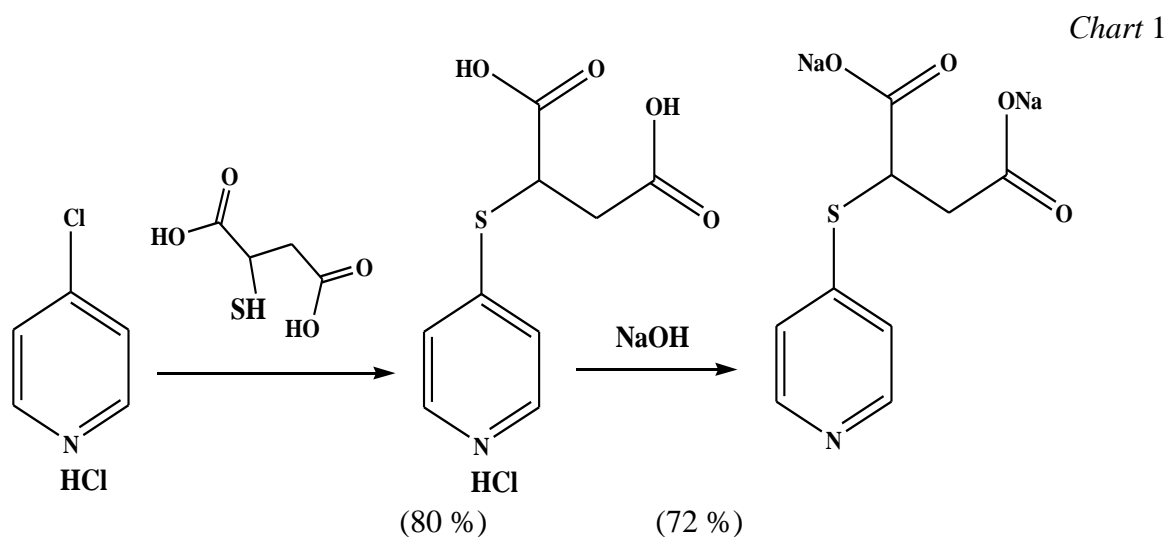
The sharp toxicity was studied on white intact adults bisexual mouse weighing $20 \pm 3,0$ g by means of Prozorovsky V. B. tabular express-method to determinate middle effective measures of influence on biological objects [8].

Researches of antibacterial activity of substance were conducted *in vitro* on methodology of the serial double breeding in a liquid nourishing environment (broth of Hottinger) [9]. Experiments executed on the 4 strain of bacteria, from that 2 cultures were gram-positive (*Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*), and other 2 – gram-negative (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*). The estimation of results was carried out depending on intensity by oppressions of height of that or other culture of bacteria by a substance with a maximal concentration 500 mcg/ml.

The investigation of synthesized substance influence on a fission and cell growth (cytotoxicity) was done on a root test on the sprouts of *Cucumis sp.* (during experience used the cucumbers of sort "Competitor") [10]. Cytotoxicity of substance was estimated after reduction of the marked parameters in an experiment comparatively with control. Control (water) indexes are taken for a zero.

RESULTS AND DISCUSSION

Substance of di-Na-salt of 2-(pyridine-4-iltio)succinic acid was synthesized in the conditions of the extended laboratory synthesis on the following chart 1.



Dioxane was added to 4-hlorpyridine hydrochloride solution with minimal quantity of distilled water. 2-mercaptosuccinic acid was dissolved in a dioxane. The received solutions were mixed up and heated on sandy heater 4,5 hours, and then were cooled. A solvent was poured out and hydrochloride 2-(pyridine-4-iltio)succinic acid, that fell out, dissolved in methanol. The saturated solution of NaOH was prepared. Both solutions were cooled and NaOH was driply added to methanol solution to pH=8.

The received reactionary mixture was outpoured in a cup for evaporation and a solvent was half evaporated. Then isopropyl alcohol was added and boiled 3 times in succession a few minutes, pouring out an old solvent and adding new each time. Sediment that fell out was

filtered, washed with diethyl ether, dried out and crystallized di-Na-salt of 2-(pyridine-4-ylthio)succinic acid from methanol.

Di-Na-salt of 2-(pyridine-4-ylthio)succinic acid is the crystalline substance of lilac color with the temperature of melting of 238-240 °C, water and methanol soluble. The cleanness of connection was controlled and confirmed by the method of TLC in the system of solvents: methanol –chloroform (1:4). Value of R_f 100 = 73.

In the IR-spectrum of di-Na-salt of 2-(pyridine-4-ylthio)succinic acid (figure 1) the presence of conjugating connection of C=C in the aromatic ring of pyridine is shown by the stripe of absorption of 830-810 cm^{-1} . Stripe of middle intensity in the range of 635-675 cm^{-1} answers to the valency oscillation of S-CH₂- group, that is common for sulfur-containing substances.

Two intensive stripes within the limits of 1640-1610 cm^{-1} and 1405-1380 cm^{-1} appear instead of stripes absorption of $\nu_{\text{C=O}}$ when the salt is forming. These stripes answer to antisymmetric and symmetric oscillation of groups of -COO-.

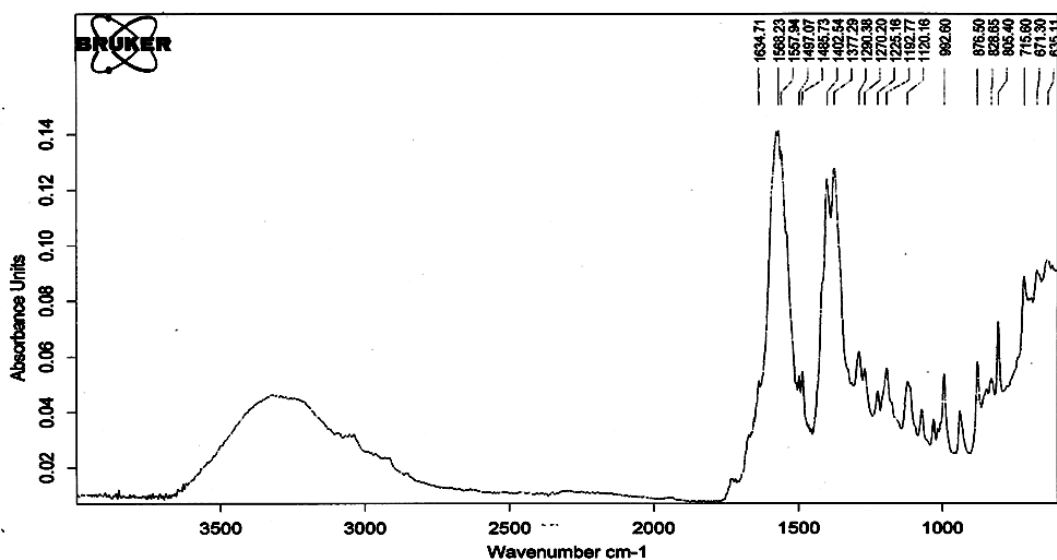


Figure 1. IR-spectrum of di-Na-salt of 2-(pyridine-4-ylthio)succinic acid

The studies of sharp toxicity proved that di-Na-salt of 2-(pyridine-4-ylthio)succinic acid is more or less safe according to the classification of Sidorov at intra-abdominal introduction to the wide range of doses. Animals were put the dose 4000 mg/kg and they were alive and active through 12, 24 hours and on a 14 day. Reflex activity, breathing depth and frequency of mice was not damaged. The reception of water, meal, egestion were not changed. Weight was not changed in comparison with the control group of animals. LD₅₀ of di-Na-salt of 2-(pyridine-4-ylthio)succinic acid presents 4960±66 mg/kg.

Research of antibacterial and cytotoxic action of di-Na-salt of 2-(pyridine-4-ylthio)succinic acid confirmed the absence of toxic effects. It is found out that investigated substance does not have antibacterial activity at concentrations 500 mcg/ml. Cytotoxic action of di-Na-salt of 2-(pyridine-4-ylthio)succinic acid was not marked, but even for concentrations 500 mcg/ml this substance stimulates fission and cell growth of sprouts of *Cucumis sativus* (figure 2).

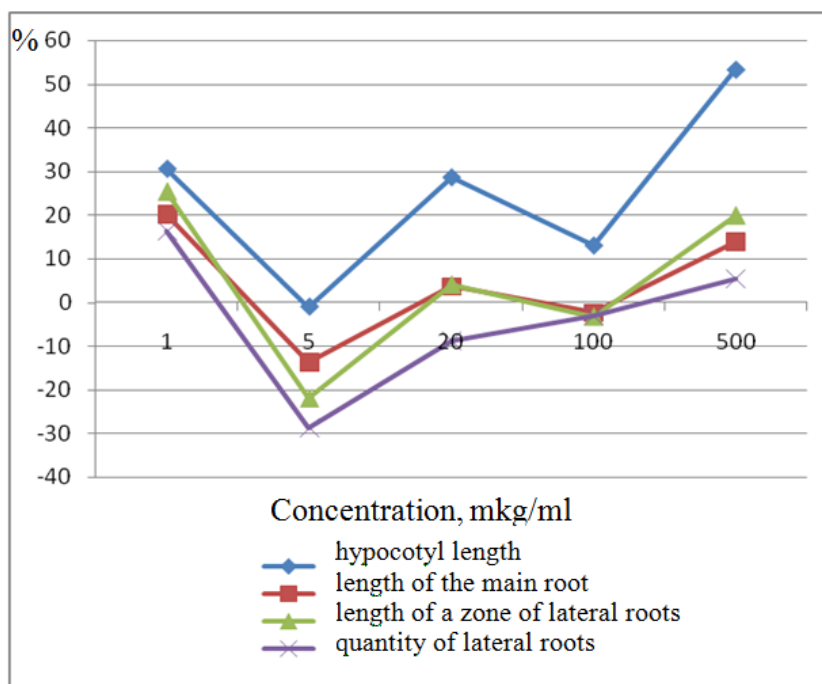


Figure 2. Influence of di-Na-salt of 2-(pyridine-4-ylthio)succinic acid on a fission and cell growth of sprouts of *Cucumis sp.*

The prospect of further study will be a study of other types of biological activity of di-Na-salt of 2-(pyridine-4-ylthio)succinic acid and creation new effective pharmaceutical preparations on its basis.

CONCLUSIONS

1. The preparation synthesis method of di-Na-salt of 2-(pyridine-4-ylthio)succinic acid was developed, its physical and chemical properties were studied.
2. It is found out that di-Na-salt of 2-(pyridine-4-ylthio)succinic acid is relatively safe at intra-abdominal introduction to the wide range of doses (her $LD_{50} = 4960$ mg/kg). Research of its antibacterial and cytotoxic action confirmed absence of toxic effects.
1. Methods of di-Na-salt of 2-(pyridine-4-ylthio)succinic acid receipt are technologically accessible and economic, substance is un toxic and can come forward as a substance for further researches to create new effective pharmaceutical preparations on its basis.

LITERATURE

1. Петруша Ю. Ю. Біологічна активність S-похідних піридин-2(4)-ілтіолів (огляд літератури) / Ю.Ю. Петруша, Л.О. Омелянчик, О.А. Бражко // Вісник Запорізького національного університету. – 2008. – № 2. – С. 156–162.
2. Петруша Ю. Ю. Піридин-2(4)-іл-тіоли як основа для створення біологічно активних речовин / Ю.Ю. Петруша, Л.О. Омелянчик, О.А. Бражко // Вісник Донецького університету. – 2009. – № 1. – С. 311–316.
3. Сливкин А. И. Разработка комплексного ноотропного средства на основе пантогеама и кислоты янтарной / А.И. Сливкин, Г.Г. Сироткина, Д.А. Сливкин [и др.] // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2010. – № 1. – С. 170–177.
4. Никонов В. В. Метаболическая терапия гипоксических состояний / В.В. Никонов, А.Ю. Павленко // Медицина неотложных состояний. – 2010. – № 3–4 (22–23). – С. 23–31.

5. Бражко О. А. Біологічно активні похідні хіноліну та акридину з азото- та сірковмісними функціональними групами: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня док. біол. наук. – Запоріжжя, 2005. – 43 с.
6. Беленічев І. Ф. Дослідження антиоксидантної дії хіназоліл-4-(хінолін-4)-тіо- $\alpha(\beta)$ -карбонових кислот та їх похідних за умов ініціювання вільно-радикальних процесів *in vitro* та моделюванні ішемії головного мозку / І.Ф. Беленічев, С.І. Коваленко, О.А. Бражко, О.В. Карпенко // Ліки. – 2001. – № 5–6. – С. 28–33.
7. Петруша Ю. Ю. Біологічна активність деяких S-гетерилзаміщених L-цистеїну та їх аналогів / Ю.Ю. Петруша, Л.О. Омелянчик, О.А. Бражко, М.П. Завгородній // *Ukrainica Bioorganica Acta*. – 2011. – № 2. – С. 46–52.
8. Прозоровский В. Б. Табличный экспресс-метод определения средних эффективных мер воздействия на биологические объекты / В.Б. Прозоровский // *Токсикологический вестник*. – 1998. – №1. – С. 28–32.
9. Биргер М. О. Справочник по микробиологическим и вирусологическим методам исследования / О. М. Биргер. – М.: Медицина, 1982. – 464 с.
10. Иванов В. Б. Клеточные основы роста растений / В.Б. Иванов. – М.: Наука, 1974. – 222 с.

REFERENCES

1. Petrusha Yu. Yu. Biologichna aktyvnist S-pokhidnykh pirydyn-2(4)-iltioliv (oglyad literatury) / Yu.Yu. Petrusha, L.O. Omelyanchik, O.A. Brazhko // *Visnyk Zaporizkogo natsionalnogo universytetu*. – 2008. – № 2. – S. 156–162.
2. Petrusha Yu. Yu. Pirydyn-2(4)-iltioly yak osnova dlya stvorenniya biologichno aktyvnykh rehovyn / Yu.Yu. Petrusha, L.O. Omelyanchik, O.A. Brazhko // *Visnyk Donetskogo universytetu*. – 2009. – № 1. – S. 311–316.
3. Slivkin A. I. Razrabotka kompleksnogo nootropnogo sredstva na osnove pantogama i kisloty yantarnoy / [Slivkin A.I., Sirotkina G.G., Slivkin D.A. i dr.] // *Vestnik VGU. Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya*. – 2010. – № 1. – S. 170–177.
4. Nikonov V. V. Metabolicheskaya terapiya gipoksicheskikh sostoyaniy / V.V. Nikonov, A.Yu. Pavlenko // *Meditcina neotlozhnykh sostoyaniy*. – 2010. – № 3–4 (22–23). – S. 23–31.
5. Brazhko O. A. Biologichno aktyvny pokhidnyi khinolinu ta akridynu z azoto- ta sirkovmisnymy funktsionalnymy grupamy: avtoref. dys. na zdobuttya nauk. stupenya dok. biol. nauk: 02.00.10. – bioorganichna khimiya / O.A. Brazhko. – Zaporizhzhya, 2005. – 43 s.
6. Belenichev I. F. Doslidzhennya antyoksydantnoy diy khinazolil-4-(khinolin-4)-tio- $\alpha(\beta)$ -karbonovykh kyslot ta ikh pokhidnykh za umov initsiyuvannya vilno-radykalnykh protsesiv *in vitro* ta modelyuvanni ishemiy golovnogo mozku / I.F. Belenichev, S.I. Kovalenko, O.A. Brazhko, O.V. Karpenko // *Liky*. – 2001. – № 5–6. – S. 28–33.
7. Petrusha Yu. Yu. Biologichna aktyvnist deyakykh S-geterylzhamishchenykh L-tsysteinu ta ikh analogiv / Yu.Yu. Petrusha, L.O. Omelyanchik, O.A. Brazhko, M.P. Zavgorodniy // *Ukrainica Bioorganica Acta*. – 2011. – № 2. – S. 46–52.
8. Prozorovskiy V. B. Tablichniy ekspres-metod opredeleniya srednykh effektivnykh mer vozdeystviya na biologicheskie obekty / V.B. Prozorovskiy // *Toksikologicheskiy vestnik*. – 1998. – №1. – S. 28–32.
9. Birger M. O. Spravochnik po mikrobiologicheskim i virusologicheskim metodam issledovaniya / O. M. Birger. – М.: Meditsina, 1982. – 464 s.
10. Ivanov V. B. Kletochnye osnovy rosta rasteniy / V.B. Ivanov. – М.: Nauka, 1974. – 222 s.

РОЗДІЛ VI. МІКРОБІОЛОГІЯ

UDC [579.811 : 57.018.6] : 546.4/7

INFLUENCE OF HEAVY METALS ON THE PIGMENT SYNTHESIZING ACTIVITY OF THE YEASTS *RHODOTORULA GLUTINIS* 1333

Krupey K.S., Rylsky A.F., Plotnikova K.O.

Zaporizhzhya National University

69600, Ukraine, Zaporizhzhya, Zhukovs'kogo str. 66

krupeyznu@gmail.com

Influence of heavy metals (Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} , Cd^{2+} , Al^{3+} , Cr^{6+}) on the pigment synthesizing yeasts *Rhodotorula glutinis* 1333 has been studied. It was ascertained, that under the influence of the certain heavy metals ions concentrations yeasts may lose pigment synthesizing ability when growing in the solid nutrient medium (Sabouraud). It has emerged that the most toxic heavy metals for yeasts *Rh. glutinis* 1333 is Cr^{6+} (pigment genesis was blocked under the concentration of 10 mg/l chrome ions). The yeasts have turned out to be solid in regard to the aluminium ions (III) (only under the concentration of 400 mg/l the pigment synthesis was blocked). Yeasts ability to lose pigment under different heavy metals concentrations may be used in the bioindication researches.

Key words: pigment synthesizing yeast, ions of heavy metals, growth.

ВПЛИВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА ПІГМЕНТОСИНТЕЗУВАЛЬНУ АКТИВНІСТЬ ДРІЖДЖІВ *RHODOTORULA GLUTINIS* 1333

Крупей К.С., Рильський О.Ф., Плотнікова К.О.

Запорізький національний університет

69600, Україна, Запоріжжя, вул. Жуковського 66

krupeyznu@gmail.com

Вивчений вплив важких металів (Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} , Cd^{2+} , Al^{3+} , Cr^{6+}) на пігментосинтезувальні дріжджі *Rhodotorula glutinis* 1333. Встановлено, що під дією певних концентрацій іонів важких металів у дріжджів спостерігається втрата пігментосинтезувальної здатності при рості на твердому поживному середовищі (Сабуро). Найбільш токсичним важким металом для дріжджів *Rh. glutinis* 1333 виявився Cr^{6+} (пігментоутворення блокувалося при концентрації 10 мг/л іонів хрому). Стійкими дріжджі виявилися відносно до іонів алюмінію (III) (тільки при концентрації 400 мг/л блокувався синтез пігменту). Здатність дріжджів до втрати пігменту при різних концентраціях важких металів може бути використана в біоіндикаційних дослідженнях.

Ключові слова: пігментосинтезувальні дріжджі, іони важких металів, ріст.

ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ПИГМЕНТСИНТЕЗИРУЮЩУЮ АКТИВНОСТЬ ДРОЖЖЕЙ *RHODOTORULA GLUTINIS* 1333

Крупей К.С., Рильский А.Ф., Плотникова Е.О.

Запорожский национальный университет

69600, Украина, Запорожье, ул. Жуковского 66

krupeyznu@gmail.com

Изучено влияние тяжелых металлов (Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} , Cd^{2+} , Al^{3+} , Cr^{6+}) на пигментсинтезирующие дрожжи *Rhodotorula glutinis* 1333. Установлено, что под действием определенных концентраций ионов тяжелых металлов у дрожжей наблюдается утрата пигментсинтезирующей способности при росте на твердой питательной среде (Сабуро). Наиболее токсичным тяжелым металлом для дрожжей *Rh. glutinis* 1333 оказался Cr^{6+} (пигментообразование блокировалось при концентрации 10 мг/л ионов хрома). Стойкими дрожжи оказались по отношению к ионам алюминия (III) (только при концентрации 400 мг/л блокировался синтез пигмента). Способность дрожжей к потере пигмента при разных концентрациях тяжелых металлов может быть использована в биоиндикационных исследованиях.

Ключевые слова: пигментсинтезирующие дрожжи, ионы тяжелых металлов, рост.

INTRODUCTION

As is known, exceeding of the heavy metals (HM) concentrations in nature has an adverse effect on the ecological state of the environment, which may lead to the malfunction of physiological and biochemical processes taking place in living organisms [1, 2]. Main sources of HM, polluting environment, are metallurgy and galvanic shops of the industrial enterprises [3]. That is why the search for effective methods of environment pollution indications by HM has taken the first place recently. The surest and the most available methods of the anthropogenic violations diagnosis are based on a number of microbiological characteristics, because among all the representatives of the biota, microorganisms are the most sensitive to change of the medium [4]. So, the usage of the pigment synthesizing bacteria as bioindicators is a new and promising tendency [5]. Visual observation of the change of the pigment brightness under the influence of HM may serve as objective bioindicator of the environment pollution [6]. Thus, researches of the bacteria that we carried out aroused our interest to the research of the HM influence on the pigment synthesizing ability of the yeasts. In the literature accessible for us is mentioned only the fact that yeasts have the ability to sorb HM, and there is little information about the ability to change the pigment color in HM presence in the medium [7]. One of the richest in quality composition carotenoids are the yeasts *Rhodotorula glutinis*, which are able to synthesize phytoene, neurosporene, γ -carotene, β -carotene, ξ -carotene and torulene [8, 9]. It is colour saturation and stability of pigment data that determined the object of our research: to study the HM influence on the carotenoid synthesis of the yeasts *Rh. glutinis* 1333.

Thus, the aim of our study was to investigate the influence of heavy metals on the carotenoid synthesis of the yeasts *Rh. glutinis* 1333.

MATERIALS AND METHODS OF RESEARCH

The object of the research was pigment synthesizing yeasts *Rh. glutinis* 1333, which D.K. Zabolotny Institute of the microbiology and virology of National Academy of Sciences of Ukraine kindly gave us.

Solid nutrient medium Sabouraud was prepared on the base of the water with certain HM salt concentrations ($\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, CdCl_2 , $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$). Thus, water model solutions contained such HM ions as Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Ni^{2+} , Al^{3+} , Cr^{6+} . Nutrient medium Sabouraud without metals was used as a control. When Sabouraud set congeal, 18-days culture *Rh. glutinis* 1333 was seeded by solid lawn on it (0,2 ml per one Petri dish). Suspension density was $10^7/\text{ml}$ [10]. Yeasts incubated in the thermostat under the temperature 27-28°C. Results were calculated during 9 days of the cultivation. Visual observation and comparison of the experimental samples with the control was carried out. For the calculation of the color intensity difference between experimental and control samples, the Petri dishes with yeasts colonies were photographed, photos were loaded in the program Adobe Photoshop, indexes of the color model channels (Lab), and then the difference of the pigment color intensity was calculated in the program CIEDE 2000 [11].

RESULTS AND THEIR DISCUSSION

The results of the research showed that the yeasts *Rh. glutinis* 1333 react on certain metal concentrations' presence in the medium by the loss of pigment and by the growth delay (tables 1-6).

Found that between the total pigment synthesis inhibition and lack of growth there is a certain concentration range, which makes possible to use *Rh. glutinis* 1333 yeast for bioindication researches of pollution with heavy metals.

The influence of the ions Cu^{2+} on the pigment synthesis of the yeasts *Rh. glutinis* 1333 was remarked with the concentration of 200-300 mg/l, under which the growth of the small milky and big pale rosy colonies is observed during 9 days.

Under 350 mg/l concentration of the ions of the copper (II) on the 3rd day pigment-free colonies grew, and on the 6th and 9th day the poorly pigmented colonies appeared.

Table 1 – The influence of the ions Cu^{2+} on the pigment synthesizing ability of the yeasts *Rh. glutinis* 1333

Ions concentration, Cu^{2+} , mg/l	3 ^d day		6 th day		9 th day	
	Growth*	Pigment**	Growth	Pigment	Growth	Pigment
Control	++++	++++	++++	++++	++++	++++
100	+++	++++	++++	++++	++++	++++
200	++	±	++	±	++	±
300	+	±	+	±	+	±
350	+	-	+	±	+	±
400	-	-	+	-	+	±
425	-	-	+	-	+	-
450	-	-	-	-	-	-

Remarks (here and further): *growth: ++++ – confluent, +++ – good, ++ – moderate, + – weak, - – absent; **pigment genesis: ++++ – intensive, +++ – good, ++ – moderate, + – weak, - – absent, ± – pigment and pigment-free colonies are observed.

Copper concentration of 400 mg/l provoked weak growth of pigment-free colonies, on the 6th day, and on the 9th day the pale rosy colonies appeared. Under the concentration of 425 mg/l Cu^{2+} on the 6th and 9th day only the pigment-free colonies grew, and under 450 mg/l of the copper growth wasn't observed during 9 days.

Table 2 – The influence of the ions Zn^{2+} on the pigment synthesizing ability of the yeasts *Rh. glutinis* 1333

Ions concentration Zn^{2+} , mg/l	3 ^d day		6 th day		9 th day	
	Growth	Pigment	Growth	Pigment	Growth	Pigment
Control	++++	++++	++++	++++	++++	++++
50	+++	++	+++	++	++++	++
70	++	+	+++	++	+++	++
100	+	±	++	±	++	±
150	+	±	+	±	+	±
175	-	-	+	-	+	-
200	-	-	-	-	-	-

As we can see 50 and 70 mg/l concentrations of the zinc ions (II) provoked weak and moderate pigment genesis of the yeasts *Rh. glutinis* 1333. Under 100-150 mg/l Zn^{2+} concentrations over 9 days milky and pale rosy colonies grew. 175 mg/l concentration of the zinc ions in the medium provoked appearance of the pigment-free colonies on the 6th and 9th day. Under 200 mg/l Zn^{2+} concentration the growth wasn't observed.

Table 3 – The influence of the ions Cd^{2+} on the pigment synthesizing ability of the yeasts *Rh. glutinis* 1333

Ions concentration Cd^{2+} , mg/l	3 ^d day		6 th day		9 th day	
	Growth	Pigment	Growth	Pigment	Growth	Pigment
Control	++++	++++	++++	++++	++++	++++
20	+++	++	+++	++	+++	+++
50	++	++	+++	++	+++	+++
100	++	±	++	+	++	+
200	++	-	++	±	++	±
400	+	-	++	±	++	±
550	+	-	+	±	++	±
750	+	-	+	±	+	±
900	-	-	+	-	+	-
1000	-	-	-	-	-	-

The influence of the cadmium ions (II) on the pigment synthesis of *Rh. glutinis* 1333 was remarked with 20-50 mg/l concentration (moderate pigment genesis was observed). Under 100 mg/l concentration colonies were milky and pale rosy. 200-750 mg/l concentrations provoked appearance of the pigment-free colonies on the 3rd day, but on the 6th and 9th day pale rosy colonies were also observed. Under 900 mg/l concentration there was a weak growth of pigment-free colonies on the 6th and 9th day, and under 1000 mg/l there wasn't growth during 9 days. Thus, on the 3rd day of the cultivation absolute loss of pigment was observed under the concentration of Cd^{2+} that is by 734% lower than the concentration under which absolute blocking of the vital functions of the yeasts cells was observed.

Table 4 – The influence of the ions Ni^{2+} on the pigment synthesizing ability of the yeasts *Rh. glutinis* 1333

Ions concentration Ni^{2+} , mg/l	3 ^d day		6 th day		9 th day	
	Growth	Pigment	Growth	Pigment	Growth	Pigment
Control	++++	++++	++++	++++	++++	++++
25	+++	±	+++	±	+++	±
50	++	±	++	±	+++	±
75	+	-	+	±	+	±
125	-	-	+	-	+	-
150	-	-	-	-	-	-

Under 20-50 mg/l concentrations of the ions of nickel (II) the growth of the pigment colonies and pigment-free colonies was observed during 9 days. 75 mg/l Ni^{2+} concentration provoked appearance of the pigment-free colonies on the 3rd day, and on the 6th and 9th day pale rosy colonies were also observed. Under 125 mg/l concentration of the nickel ions the colonies were pigment-free, and under the concentration of 150 mg/l there wasn't growth for 9 days.

Table 5 – The influence of the ions Al^{3+} on the pigment synthesizing ability of the yeasts *Rh. glutinis* 1333

Ions concentration Al^{3+} , мг/л	3 ^d day		6 th day		9 th day	
	Growth	Pigment	Growth	Pigment	Growth	Pigment
Control	++++	++++	++++	++++	++++	++++
100	++++	±	++++	++++	++++	++++
200	+++	±	++++	++++	++++	++++
300	++	±	+++	++++	++++	++++
400	+	-	++	+++	+++	++++
450	+	-	++	++	+++	++++
500	+	-	+	±	++	++
600	-	-	-	-	+	-
700	-	-	-	-	-	-

Research showed that under the influence of the ions of aluminium (III) growth of pigment colonies and pigment-free colonies (under 100-300 mg/l concentration) and milky colonies (under 400-500 mg/l concentration) was observed on the 3rd day, but on the 6th and 9th day the culture *Rh. glutinis* 1333 restored the ability to synthesize the pigment to the rosy color. Pigment-free colonies appeared on the 9th day of the cultivation under 600 mg/l concentration of aluminium and under 700 mg/l growth wasn't observed at all. Thus, on the 3rd day of cultivation absolute loss of pigment was observed under the concentration of Al^{3+} that was by 20% lower than the concentration under which absolute blocking of the growth of *Rh. glutinis* 1333 was observed.

It was found that the most toxic HM for the yeasts *Rh. glutinis* 1333 is chromium (VI). It is known that Cr^{6+} is more toxic than Cr^{3+} . Under the concentration of 10 mg/l Cr^{6+} on the 3rd day the weak growth of the pigment-free colonies is observed, but on the 6th and 9th day pale rosy colonies appeared too.

Under the concentrations of 15-30 mg/l of the chromium ions on the 6th day of the cultivation the pigment-free colonies grew, and under 40-60 mg/l they appeared only on the 9th day of the cultivation. Under the concentration of 70 mg/l Cr^{6+} growth was absolutely inhibited.

Table 6 – The influence of the ions Cr^{6+} on the pigment synthesizing ability of the yeasts *Rh. glutinis* 1333

Ions concentration Cr^{6+} , мг/л	3 ^d day		6 th day		9 th day	
	Growth	Pigment	Growth	Pigment	Growth	Pigment
Control	++++	++++	++++	++++	++++	++++
10	+	-	++	±	+++	±
15	-	-	++	-	+++	±
20	-	-	++	-	+++	-
30	-	-	+	-	+++	-
40	-	-	-	-	++	-
60	-	-	-	-	+	-
70	-	-	-	-	-	-

The results of the calculation of the difference in pigment genesis intensity between control and experiment showed that with the increase of the HM ions concentration in the nutrient medium it grows (tables 7 – 12).

Table 7 – The estimation of the pigment color intensity on the concentration row Cu^{2+} in *Rh. glutinis* 1333

Metal concentration, mg/l	3 ^d day				6 th day				9 th day			
	L	a	b	dE	L	a	b	dE	L	a	b	dE
Control	66	22	31		42	29	32		42	31	33	
100	60	23	28	5,5±0,02	46	21	22	6,1±0,4	38	22	22	6,3±0,8
200	50	22	35	14,9±0,05	56	18	28	15,1±0,6	24	15	24	16,6±0,9
300	49	24	30	15,6±0,9	57	20	24	15,7±0,08	22	20	26	16,7±1,1
350	48	24	20	18,0±1,2	55	12	30	16,7±1,1	21	26	25	16,9±0,7
400	-	-	-	-	58	13	24	18,3±1,2	23	15	22	17,2±1,2
425	-	-	-	-	59	14	31	18,8±0,8	16	21	27	20,4±1,1

Remark (here and further): L, a, b – indexes of the color model channels CIE Lab; dE – difference of the color intensity between control and experiment, calculated by means of computer program CIEDE 2000.

Table 8 – The estimation of the pigment color intensity on the concentration row Zn^{2+} in *Rh. glutinis* 1333

Metal concentration, mg/l	3 ^d day				6 th day				9 th day			
	L	a	b	dE	L	a	b	dE	L	a	b	dE
Control	66	23	33		42	30	32		42	31	33	
50	55	25	24	11,2±0,7	54	23	24	12,5±0,4	55	25	24	13,5±0,4
70	48	19	30	16,7±0,9	55	25	30	13,1±0,09	56	28	30	14,0±0,6
100	50	25	26	15,2±0,4	55	17	20	14,7±1,1	58	26	22	16,8±1,1
150	51	24	20	15,6±1,0	56	18	22	15,3±0,3	59	24	25	17,4±1,2
175	-	-	-	-	59	12	30	20,4±0,7	61	23	26	19,3±0,9

Table 9 – The estimation of the pigment color intensity on the concentration row Ni^{2+} in *Rh. glutinis* 1333

Metal concentration, mg/l	3 ^d day				6 th day				9 th day			
	L	a	b	dE	L	a	b	dE	L	a	b	dE
Control	67	23	33		42	32	32		42	29	32	
25	51	25	26	15,0±0,7	58	28	25	16,3±0,3	57	28	23	15,7±0,1
50	50	18	25	15,7±1,1	54	12	30	17,0±1,1	58	28	30	16,0±1,1
75	50	22	28	15,5±0,5	58	18	26	17,5±0,9	57	18	20	16,3±0,9
125	-	-	-	-	57	10	29	20,2±1,2	60	25	21	18,7±0,8

Table 10 – The estimation of the pigment color intensity on the concentration row Cd^{2+} in *Rh. glutinis* 1333

Metal concentration, mg/l	3 ^d day				6 th day				9 th day			
	L	a	b	dE	L	a	b	dE	L	a	b	dE
Control	67	22	33		42	30	33		41	31	30	
20	55	23	26	11,2±0,9	54	20	26	12,8±0,4	48	21	22	8,2±0,09
50	53	19	30	12,4±0,7	53	16	20	13,2±0,9	47	17	25	9,2±0,8
100	51	22	28	14,5±1,1	54	13	27	15,3±0,06	57	28	23	16,3±0,5
200	50	24	20	17,3±1,2	56	21	20	15,3±1,1	56	18	30	16,9±1,1
400	49	22	21	17,6±0,05	57	23	22	15,8±0,08	57	19	23	17,0±0,5
550	48	25	24	18,4±0,8	58	20	26	16,7±1,1	58	28	30	17,0±1,1
750	47	21	22	19,3±1,1	58	23	20	17,1±0,5	56	15	26	17,4±0,5
900	-	-	-	-	61	20	24	19,5±0,2	61	24	28	20,2±1,2

Table 11 – The estimation of the pigment color intensity on the concentration row Al³⁺ in *Rh. glutinis* 1333

Metal concentration, mg/l	3 ^d day				6 th day				9 th day			
	L	a	b	dE	L	a	b	dE	L	a	b	dE
Control	67	24	32		40	28	30		40	31	31	
100	50	22	28	15,4±0,04	41	22	25	3,1±0,03	43	23	26	4,6±0,4
200	49	23	25	16,7±0,2	40	24	22	3,8±0,09	44	21	25	6,0±0,03
300	48	24	27	17,5±1,1	42	21	23	4,2±0,6	43	18	24	7,0±0,9
400	49	20	21	17,1±0,9	49	23	24	9,0±0,7	45	20	27	7,2±0,5
450	50	28	20	17,5±0,08	52	20	21	12,5±0,9	45	20	28	7,4±0,4
500	49	28	21	18,1±0,5	56	22	26	16,0±0,1	53	19	22	13,9±1,0
600	-	-	-	-	-	-	-	-	59	24	28	19,3±1,1

Table 12 – The estimation of the pigment color intensity on the concentration row Cr⁶⁺ in *Rh. glutinis* 1333

Metal concentration, mg/l	3 ^d day				6 th day				9 th day			
	L	a	b	dE	L	a	b	dE	L	a	b	dE
Control	67	23	31		42	28	32		42	32	34	
10	48	22	25	17,6±1,1	57	21	22	15,7±0,9	57	19	22	16,4±0,9
15	-	-	-	-	59	20	25	17,5±1,1	58	21	24	16,9±0,07
20	-	-	-	-	59	24	22	17,6±0,7	59	23	26	17,5±1,1
30	-	-	-	-	58	15	30	17,8±0,8	58	15	29	18,5±0,5
40	-	-	-	-	-	-	-	-	61	20	24	19,6±1,2
60	-	-	-	-	-	-	-	-	62	18	23	20,9±1,3

So, intensive pigment genesis of *Rh. glutinis* 1333 was remarked on the 3rd day of the cultivation in the presence in the medium of 100 mg/l of the copper ions and on the 6th and 9th day under 100-450 mg/l of aluminium that corresponds to the indexes of dE from 3, 1±0, 03 to 7, 4±0, 4. It should be noticed, that the yeasts are able to restore completely the ability to synthesis carotinoids on the 9th day of cultivation in the presence in the medium of up to 450 mg/l of the aluminum ions (III). The difference of the color intensity of the pigment-free colonies under the influence of HM varied from 17,1±0,5 to 20,9±1,3. The most long term inhibit effect on the pigment synthesis had cadmium ions (II), on the 3rd day of the cultivation under 200-750 mg/l concentration dE was within the limits 17,3±0,2 – 19,3±1,1. dE of the pigment-free colonies also varied under the influence of chrome (VI) from 17,5±1,1 to 20,9±1,3.

Thus, the research has shown that the yeasts *Rh. glutinis* 1333 are able to react on the HM presence in the nutria medium by the blocking of the pigment synthesis and by the growth inhibiting from certain concentration levels, because of that further research of the pigment synthesizing yeasts with the purpose of its recommendation for research in the field of the environment pollution by HM turns out to be interesting.

CONCLUSIONS

1. The research has shown that yeasts *Rh. glutinis* 1333 react on the certain metal concentrations presence in the medium by pigment loss and by growth inhibiting.
2. It has emerged that the most toxic HM for yeasts *Rh. glutinis* 1333 is Cr⁶⁺ (pigment genesis was blocked under the concentration of 10 mg/l chrome ions), the yeasts have turned out to

be solid in regard to the aluminium ions (III) (only under the concentration of 400 mg/l the pigment synthesis was blocked).

3. Obtained results make it possible to recommend the yeasts *Rh. glutinis* 1333 for the usage in the bioindication research of the degree of environment pollution by HM.

LITERATURE

1. Жовинский Э.Я. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины / Э.Я. Жовинский, И.В. Кураева. – К. : Наукова думка, 2002. – 213 с.
2. Тонха О.Л. Моніторинг важких металів у системі ґрунт-рослина-тварина в залежності від обробітку ґрунту / О.Л. Тонха, В.М. Галімова // Науковий вісник Національного аграрного університету. – 2005. – № 81. – С. 200–206.
3. Гаранин Р.А. Метод биосорбции тяжелых металлов из промышленных сточных вод с использованием пивоваренных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* : автореф. дис. на соиск. уч. степени канд. биол. наук : 03.01.06 «Биотехнология (в том числе бионанотехнология)» / Р.А. Гаранин. – М., 2011. – 25 с.
4. Юхневич Г.Г. Микроорганизмы в биоиндикации и биотестировании: [лаб. практикум] / Г.Г. Юхневич, И.М. Колесник. – Гродно : ГрГУ, 2012. – 51 с.
5. Патент на винахід № 75513, МПК (2006). Спосіб визначення забруднення оточуючого середовища металами / Рильський О.Ф., Гвоздяк П. І., Шевчук І.А., заявник та патентовласник Запорізький державний університет. – № 20040706208; заявл. 26.07.2004; опубл. 17.04.2006, Бюл. № 4, 2006 р.
6. Рильський О.Ф. Вплив іонів важких металів на пігментсинтезуючу здатність бактерій / О.Ф. Рильський, П.І. Гвоздяк // Доповіді НАН України. – 2007. – № 1. – С. 161-164.
7. Лозовая О.Г. Поиск биосорбентов тяжелых металлов среди дрожжей различных таксономических групп / О. Г. Лозовая, Т. П. Касаткина, В.С. Подгорский // Мікробіологічний журнал. – 2004. – Т. 66, № 2. – С. 92–101.
8. Каротин-синтезирующие дрожжи / [Квасников Е. И., Васкивнюк В.Т., Суденко В.И., Гринберг Т.А.]. – К. : Наукова думка, 1980. – 170 с.
9. Goodwin T. W. Carotenoids in fungi and non-photosynthetic bacteria / T.W. Goodwin // Progr. Industr. Microbiol. – 1972. – № 11. – P. 29-88.
10. Стандартизація приготування мікробних суспензій : Інформаційний лист про нововведення в системі охорони здоров'я № 163-2006. – К. : Укрмедпатентінформ, 2006. – 5 с. – (Нормативний документ. МОЗ України; Український центр наукової медичної інформації та патентно-ліцензійної роботи. Інформаційний лист).
11. Патент на корисну модель № 49812 Україна, МПК (2009), С12Q 1/00, С12М 1/00, С12М 1/34. Спосіб визначення інтенсивності пігментоутворення у бактерій / Рильський О.Ф., Домбровський К.О., Гороховський Є.Ю., Жиленко А.В.; заявник і патентовласник ЗНУ. – № u200912311; заявл. 30.11.2009; опубл. 11.05.2010, Бюл. № 9, 2010 р.

REFERENCES

1. Zhovinskii E.Ya. Geokhimiya tyazhelykh metallov v pochvakh Ukrainy / E.Ya. Zhovinskii, I.V. Kuraeva. – K. : Naukova dumka, 2002. – 213 s.
2. Tonkha O.L. Monitoring vazhkykh metaliv u sistemi rrunt-roslina-tvarina v zalezhnosti vid obrobitku rruntu / O.L. Tonkha, V.M. Galimova // Naukovii visnik Natsional'nogo agrarnogo universitetu. – 2005. – № 81. – S. 200–206.

4. Garanin R.A. Metod biosorbtsii tyazhelykh metallov iz promyshlennykh stochnykh vod s ispol'zovaniem pivovarenykh drozhzhei *Saccharomyces cerevisiae* : avtoref. dis. na soisk. uch. stepeni kand. biol. nauk : 03.01.06 «Biotehnologiya (v tom chisle bionanotekhnologiya)» / R.A. Garanin. – M., 2011. – 25 s.
5. Yukhnovich G.G. Mikroorganizmy v bioindikatsii i biotestirovanii: [lab. praktikum] / G.G. Yukhnovich, I.M. Kolesnik. – Grodno : GrGU, 2012. – 51 s.
6. Patent na vinakhid № 75513, MPK (2006). Sposib viznachennya zabrudnennya otochuyuchogo seredovishcha metalami / Ril's'kii O.F., Gvozdyak P. I., Shevchuk I.A., zayavnik ta patentovlasnik Zaporiz'kii derzhavnii universitet. – № 20040706208; zayavl. 26.07.2004; opubl. 17.04.2006, Byul. № 4, 2006 r.
7. Ril's'kii O.F. Vpliv ioniv vazhkikh metaliv na pigmentsintezuyuchu zdatnist' bakterii / O.F. Ril's'kii, P.I. Gvozdyak // Dopovidi NAN Ukraïni. – 2007. – № 1. – S. 161-164.
8. Lozovaya O.G. Poisk biosorbentov tyazhelykh metallov sredi drozhzhei razlichnykh taksonomicheskikh grupp / O. G. Lozovaya, T. P. Kasatkina, B. C. Podgorskii // Mikrobiologichnii zhurnal. – 2004. – T. 66, № 2. – S. 92–101.
9. Karotin-sinteziruyushchie drozhzhi / [Kvasnikov E. I., Vaskivnyuk V.T., Sudenko V.I., Grinberg T.A.]. – K. : Naukova dumka, 1980. – 170 s.
10. Goodwin T. W. Carotenoids in fungi and non-photosynthetic bacteria / T.W. Goodwin // Progr. Industr. Microbiol. – 1972. – № 11. – P. 29-88.
11. Standartizatsiya prigotovannya mikrobnykh suspenzii : Informatsiini list pro novovvedennya v sistemi okhoroni zdorov'ya № 163-2006. – K. : Ukrmedpatentinform, 2006. – 5 s. – (Normativnii dokument. MOZ Ukraïni; Ukraïns'kii tsentr naukoivoi medichnoi informatsii ta patentno-litsenziinoi roboti. Informatsiini list).
12. Patent na korisnu model' № 49812 Ukraina, MPK (2009), C12Q 1/00, C12M 1/00, C12M 1/34. Sposib viznachennya intensivnosti pigmentoutvorennya u bakterii / Ril's'kii O.F., Dombrov'skii K.O., Gorokhov'skii S.Yu., Zhilenko A.V.; zayavnik i patentovlasnik ZNU. – № u200912311; zayavl. 30.11.2009; opubl. 11.05.2010, Byul. № 9, 2010 r.

УДК 614.21:614.88]:[579.63:616-085.33](477.64-25)

АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ ДОМИНИРУЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ В ЗАПОРОЖСКОЙ БОЛЬНИЦЕ СКОРОЙ ПОМОЩИ

¹Мангуренко О. И., Филиппова Е.Н., Егорова С.В., Лищенко Т.Н.

¹*Запорожский государственный медицинский университет*

69035, Украина, Запорожье, Маяковского 26

*КП «Городская клиническая больница экстренной и скорой медицинской помощи
г. Запорожья»*

69000, Украина, Запорожье, Победы 80

bac5smp@gmail.com

Проведен микробиологический мониторинг отделений Запорожской больницы скорой помощи. Выявлены доминирующие микроорганизмы: *E. faecalis*, *P. aeruginosa*, *A. baumannii*, *E. coli*, *S. aureus*, *K. pneumonia*, их антибиотикорезистентность к основным группам антибактериальных препаратов: пенициллинам, цефалоспорином, карбопенемам, гликопептидам, аминогликозидам, фторхинолонам, макролидам. Определена эмпирическая антибиотикотерапия для: *E. faecalis*, *P. aeruginosa*, *A. baumannii*, *E. coli*, *S. aureus*, *K. pneumonia*.

Ключевые слова: антибиотикорезистентность, доминирующие микроорганизмы.

АНТИБІОТИКОРЕЗИСТЕНТНІСТЬ ДОМІНУЮЧИХ МІКРООРГАНІЗМІВ У ЗАПОРІЗЬКІЙ ЛІКАРНІ ШВИДКОЇ ДОПОМОГИ

¹Мангуренко О. И., Філіппова Е.Н., Єгорова С.В., Лищенко Т.Н.

¹Запорізький державний медичний університет

69035, Україна, Запоріжжя, Маяковського 26

КП «Міська клінічна лікарня екстреної та швидкої медичної допомоги м. Запоріжжя»

69000, Україна, Запоріжжя, Перемоги 80

bac5smp@gmail.com

Проведений мікробіологічний моніторинг відділень Запорізької лікарні швидкої допомоги. Виявлені домінуючі мікроорганізми: *E. faecalis*, *P. aeruginosa*, *A. baumannii*, *E. coli*, *S. aureus*, *K. pneumonia*, їх антибіотикорезистентність до основних груп антибактеріальних препаратів: пеніцилінам, цефалоспоринам, карбопенемам, глікопептидам, аміноглікозидам, фторхіноломам, макролідам. Визначена емпірична антибіотикотерапія для *E. faecalis*, *P. aeruginosa*, *A. baumannii*, *E. coli*, *S. aureus*, *K. pneumonia*.

Ключові слова: антибіотикорезистентність, домінуючі мікроорганізми.

RESISTANCE TO ANTIBIOTICS AND DOMINANT MICROORGANISMS IN ZAPOROZHYE CLINICAL HOSPITAL OF EMERGENCY AND CRITICAL CARE MEDICINE

¹Mangurenko O.I., Filippova E.N., Egorova S.V., Lischenko T.N.

¹Zaporozhyye State Medical University

69035, Ukraine, Zaporozhyye, Mayakovsky st. 26

Zaporozhyye clinical hospital of emergency and critical care medicine

69000, Ukraine, Zaporozhyye, Pobedy st. 80

bac5smp@gmail.com

Elevation of global resistance of microorganisms to antibacterial drugs defines necessity of infectious monitoring in surgical hospitals. Detection of highly resistant species requires correction of system of prophylactic and anti-epidemic measures. In connection with an increase in the world in the global resistance of microorganisms to the antibacterial preparations ever more urgent actual becomes the knowledge of the spectrum of the agents of infections in the surgical hospitals and the changes of the profile of their antibiotic resistance. The development of the highly-resistance strains of microorganisms requires the correction of the system of preventive and antiepidemic measures.

Investigation of bacteriological profile in Zaporozhyye clinical hospital of emergency and critical care medicine, establish dominant microorganisms, and their sensitivity and resistance to antibiotics, and change in resistance profile during 2010-2012, validate empirical antibiotic therapy in particular hospital.

Results of 7748 bacteriological readings were analyzed, which had been made in 2010-2012 in departments of Zaporozhyye clinical hospital of emergency and critical care medicine. Bacteriological studies were carried out according to appropriate operating instructions. For determining of antibiotic resistance were used the collections of disks with 33 antibacterial preparations (to cefoperazon/sulbaktam, cefepim, cefazolin, ceftriaxson, cefoperazon, cefatoksим, oxacillin, ampicillin, ampicillin / sulbaktam, amoksiluv, piperacillin, piperatsillin / tazobaktam, ciprofloksatsin, ofloksacin, norfloksacin, gatifloksacin, levofloksacin, gentamicin, amikacin, imipenem, meropenem, ertapenem, doksikliklin, lincomycin, vankomicin, linezolid, rifampicin, klindamicin, azitromicin, klaritromicin, chloramphenicol). Processing results is carried out by computer program WHONET 5.6.

During last 3 years in the hospital Gram-negative flora were dominant, notably *P. aeruginosa*, *A. baumannii*, *E. coli*, *K. pneumonia*. In 2012 into the spectrum prevailing of gr⁻ microorganisms entered: the Enterobacteriaceae, that can produce β -laktamaz (*E. coli*, *K. pneumonia*) and the bacteria with the unpredictable phenotype of stability (*P. aeruginosa*, *A. baumannii*); With gr⁺ microorganisms led low-virulent, but with the progressive tendency of an increase in the stability the Enterococci (*E. faecalis*) and the most urgent actual agents of hospital infections - Staphylococci (*S. aureus*). Analysis the resistance of gr⁺ of microflora during the period being investigated shows a decrease more than 2 times of a quantity of recorded oxacillin- resistance strains *S. aureus* - from 73% to 34% and the ninefold decrease of the frequency of the detection of vankomitsin- resistance strains *E. faecalis* from 36% to 4%. Highly-resistance proved to be the strains of *P. aeruginosa*, which preserved the sensitivity of more than 50% only to piperatsillin-tazobaktamu and imipenemu. The resistance 32% strains to imipenem not making it possible to recommend it for the empirical antibiotic therapy of infection in the surgical departments. Resistance to piperatsillin-tazobaktamu comprised less than 25%. Highly-resistance to all testing antibiotics appeared the strains of *A. baumannii*, whose 54% preserved sensitivity to imipenemu, and 39%

proved to be also they were resistance to it. More than 40% chosen strains of *E. coli* proved to be resistance to cephalosporins III of generation (indirect sign of production by them β -laktamaz), 30% - to gentamicin were highly sensitive only to karbapenem, amikatsin and chloramphenicol with resistance 14% and less. Not less than 59% chosen strains of *K. pneumonia* were resistance to cephalosporins III of generation, and being producers β -laktamaz, they had high resistance to the ftorehinolon and the aminoglicosid. These strains were highly sensitive to karbapenemam and had 21% of rsistance to gatiflocatsin.

From Gram-positive flora *E. faecalis* и *S. aureus* were most commonly cultured. Had been revealed 25% resistance of *E. faecalis* - to ampicillin, chlocamphenicol, vancomycin and linezolid; *P. aeruginosa* – to piperacillin/tazobactam; *E. coli* - to carbapenems, amikacin and chloramphenicol; *S. aureus* – to linezolid, vancomycin, ampicillin/sulbactam, rifampicin, cefasolin, cephoperazon, ertapenem, cefepim and cefatoxim; *K. pneumonia* - to carbapenems and gatifloxacin; *A. baumannii* had ultimate resistance. Decline had been noted for mentioned period: MRSA – from 73% to 34%; VRSA –from 30% to 3%;VRE - from 36% to 4%. Resistance of *P. aeruginosa* to third generation cephalosporins exceeded 85%, *A. baumannii* - 95%.

The study of the spectrum of the agents of infection processes in the surgical departments of the hospital of first aid in 2013-2014 is the prospect for further study.

In 2010-2012 Gram-negative (*E.coli*, *P. aeruginosa*, *A. baumannii*, *K. pneumonia*) and Gram-positive (*S. aureus*, *E. faecalis*) flora were dominant, above all, resistance of Gram-negative flora and *K. pneumonia* decreased, and one of non-fermenting bacteria and *E. coli* increased. For empirical antibiotic therapy should be used: for infection with *E. faecalis* - ampicillin, chloramfenicol, vancomycin and linezolid; for infection with *P. aeruginosa* – piperacillin/tazobactam; for infection with *E. coli* – amikacin, chloramfenicol and carbapenems; for infection with *K. pneumonia* – carbapenems and gatifloxacin; for infection with *S. aureus* – ampicillin/sulbactam, rifampicin, cefasolin, cefaperazon, ertapenem, cefepim, cefatoxim, but vancomycin and linezolid at the first place. With *A. baumannii* infection – efficient antibiotics had not been detected.

Microbiological monitoring in Zaporozhye clinical hospital of emergency and critical care was made. Dominant microorganisms: *E. faecalis*, *P. aeruginosa*, *A. baumannii*, *E. coli*, *S. aureus*, *K. pneumonia*, and their resistance for basis groups of antibiotic: penicillin, c ephalosporen, carbopenem, glycopeptid, aminoglycozid, ftorhinolon, makrolid were investigated. Empiric antibiotic therapy was determined.

Key words: resistance for antibiotics, dominant microorganisms.

ВВЕДЕНИЕ

В связи с ростом в мире глобальной резистентности микроорганизмов к антибактериальным препаратам все более актуальным становится знание спектра возбудителей гнойно-воспалительных инфекций в хирургических стационарах и изменений профиля их антибиотикорезистентности и антибиотикочувствительности [1]. Выявление высокорезистентных штаммов микроорганизмов требует коррекции системы профилактических и противоэпидемических мероприятий [2].

Целью работы было определить бактериологического профиля КП «Городская клиническая больница экстренной и скорой медицинской помощи г. Запорожья» (КП «ГКБЭ и СМП г. Запорожья»); установить доминирующие в больнице микроорганизмы, их чувствительность и резистентность к антибактериальным препаратам; выявить изменения в спектре доминирующих видов резистентных микроорганизмов, а также изменения профиля их антибиотикорезистентности за период 2010 – 2012 г.; обосновать эмпирическую антибактериальную терапию в пределах больницы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проанализированы результаты 7748 бактериологических исследований, проведенных с января 2010 по декабрь 2012 года в отделениях КП «ГКБЭ и СМП г. Запорожья» на 750 коек: 1-м (1 х/о), 2-м (2 х/о), 3-м хирургическом (3 х/о); урологическом (УО) и литотрипсии; торакальном (ТО); ожоговом (ОО); анестезиологии, реаниматологии и интенсивной терапии (ОАРИТ); реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ); сочетанной травмы (ОСТ); челюстно-лицевой хирургии (ОЧЛХ); нейрохирургии (ОНХ); инфарктном (ИО); кардиологическом (КО). Структура бактериологических исследований представлена в табл. 1.

Таблица 1 – Структура бактериологических исследований

Исследуемый материал	Год	Отделения КП «ГКБЭ и СМП г. Запорожья»											Инфарктное	Кардиологическое	Всего
		1 х/о	2 х/о	3 х/о	УО и литотрипсия	ТО	ОО	ОАРИТ	ОРИТ	ОСТ	ОЧЛХ	ОНХ			
Кровь и ликвор	2010	14	10	36	11	5	56	162	18	23	23	5	6	5	374
	2011	18	26	38	6	6	34	165	7	11	31	10	1	18	371
	2012	19	11	39	9	12	89	311	14	24	17	6	1	11	563
Раны	2010	37	58	40	6	7	169	126	4	25	69	21	1		563
	2011	48	79	78	7	11	154	134	3	29	68	16			627
	2012	52	41	114	11	19	139	247	5	33	169	10			840
Пунктаты	2010	5	7	6	1	7	-	1	1	5				1	34
	2011	7	10	4	3	7	-	10	1	7	1	1			51
	2012	7	5	6	7	6	1	1	4	8		2			47
Выпоты	2010	86	214	122											422
	2011	62	158	155											375
	2012	43	112	158											313
Промывные воды и мокрота	2010					74		1	7				3	32	117
	2011				3	80		7	2			2		8	102
	2012	2				167		4	2	1				17	193
Желчь	2010		17	32											49
	2011	1	8	35											44
	2012	1	4	33											38
Моча	2010	9	11	5	822		2	6	2	6	2		6	6	877
	2011	11	25	5	700	2	1	21		3		3	7	9	787
	2012	9	10	8	614	2	1	10	2	14	1	8	8	4	691
Простатический сок и смывы с предстательной железы	2010				81										81
	2011				82										82
	2012				107										107
Всего	2010	151	317	241	921	93	227	296	32	59	94	26	16	44	2517
	2011	147	306	315	801	106	189	337	13	50	100	32	8	35	2439
	2012	133	183	358	748	206	230	573	27	80	187	26	9	32	2792
Всего за 3 года		431	806	914	2470	405	646	1206	72	189	381	84	33	111	7748

Бактериологические исследования были проведены согласно соответствующим методическим указаниям [3]. Для определения антибиотикочувствительности

и антибиотикорезистентности были использованы наборы дисков с 33 антибактериальными препаратами (цефоперазон/сульбактам, цефепим, цефазолин, цефтриаксон, цефоперазон, цефатоксим, цефтазидим, оксациллин, ампициллин, ампициллин/сульбактам, амоксициллин/клавуанат, пиперациллин, пиперациллин/тазобактам, цiproфлоксацин, офлоксацин, норфлоксацин, гатифлоксацин, левофлоксацин, ломефлоксацин, гентамицин, амикацин, имипенем, меропенем, эртапенем, доксициклин, линкомицин, ванкомицин, линезолид, рифампицин, клиндамицин, азитромицин, кларитромицин, хлорамфеникол). Обработка результатов проведена компьютерной программой WHONET 5.6.[4]

Таблица 2 – Частота выделения Гр+ и Гр-микроорганизмов в 2010 - 2012гг.

Окраска микроорганизмов по Граму	Частота обнаружения за год		
	2010	2011	2012
Гр+	765 (44,3%)	770 (46,8%)	592 (39,4%)
Гр-	962 (55,7%)	874 (53,2%)	910 (60,6%)
Всего	1727 (100%)	1644 (100%)	1502 (100%)

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как следует из табл. 2, в КП «ГКБЭ и СМП г. Запорожья» на протяжении 3-х лет стабильно доминировала грамотрицательная микрофлора. Как видно из табл. 3, в 2012 году в спектр доминирующих Гр-микроорганизмов вошли: энтеробактерии, которые могут продуцировать бета-лактамазы (*E. coli*, *K. pneumonia*) и неферментирующие бактерии с непредсказуемым фенотипом устойчивости (*P. aeruginosa*, *A. baumannii*); из выделенных Гр+возбудителей лидировали низковирулентные, но с прогрессирующей тенденцией роста устойчивости энтерококки (*E. faecalis*) и наиболее актуальные возбудители госпитальных инфекций – стафилококки (*S. aureus*). Причем, на протяжении исследуемого периода частота выделения неферментирующих бактерий увеличилась почти в 2 раза при аналогичном уменьшении частоты обнаружения *S. aureus* и *K. pneumonia*. При этом частота обнаружения энтеробактерий оставалась примерно на одном уровне.

Таблица 3 – Бактериологический профиль больницы в 2010 – 2012 гг.

Период исследования	Количество положительных результатов	Число возбудителей	Частота выделения						
			<i>E. faecalis</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>A. baumannii</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>K. pneumonia</i>	Прочие возбудители
2010	1727	66	14,0	8,3	8,8	15,0	14,4	11,8	27,7
2011	1644	55	18,8	13,6	8,6	13,5	9,0	6,2	30,3
2012	1502	58	17,4	15,5	15,1	13,1	8,3	5,9	24,7

Как следует из табл. 4, выделенные в 2012 году энтерококки характеризовались достаточным уровнем чувствительности и резистентностью менее 25% к ампициллину, хлорамфениколу, ванкомицину и линезолиду.

Таблица 4 – Антибиотикочувствительность и антибиотикорезистентность доминирующих в 2012 году возбудителей, %

Антибиотик	<i>E. faecalis</i>		<i>P. aeruginosa</i>		<i>A. baumannii</i>		<i>E. coli</i>		<i>S. aureus</i>		<i>K.pneumonia</i>	
	Чувствительность	Резистентность	Чувствительность	Резистентность	Чувствительность	Резистентность	Чувствительность	Резистентность	Чувствительность	Резистентность	Чувствительность	Резистентность
Оксациллин									66	34		
Ампициллин	84	16					38	62			5	94
Ампициллин/ сульбактам			2	98	20	71	54	40	89	3	38	62
Линкомицин									68	28		
Рифампицин									82	18		
Доксициклин	25	75	0	100	25	65			56	33		
Ванкомицин	78	4							55	3		
Ципрофлоксацин	3	84	12	88	4	96						
Гентамицин			37	59	37	57	64	30	75	25	49	49
Цефазолин							9	59	80	19	32	68
Цефтриаксон	17	67	9	86	2	97	57	42			36	60
Цефтазидим			13	83	4	95	50	40			37	61
Левифлоксацин	34	62	13	87	11	65	57	39	67	27	40	58
Цефоперазон			8	85	0	100	53	44	62	21	37	59
Меропенем			23	72	12	84	97	2			94	5
Эртапенем							96	2	77	19	100	0
Амикацин			21	72	9	87	93	6			58	40
Имипенем			54	32	54	39						
Цефоперазон/ сульбактам			19	66	17	66						
Линезолид	91	2							100	0		
Гатифлоксацин	47	48	0	100			58	23			58	21

Цефепим			6	93	3	97	70	28	72	22	41	59
Клиндамицин									73	27		
Кларитромицин	20	80							72	28		
Хлорамфеникол	72	21	3	96	3	91	83	14			43	56
Офлоксацин			3	91	5	95	54	45	65	35	32	66
Цефатоксим	16	65	6	88	2	97	50	47	69	20	39	58
Норфлоксацин			9	90	4	96	52	47			30	70
Ломефлоксацин					4	96						
Пиперациллин			46	34	9	68						
Пиперациллин-тазобактам			76	24	0	65						
Азитромицин	25	75							53	31		
Амоксициллин/клавуанат							47	49	53	47	36	

Анализ резистентности Гр+ микрофлоры за исследуемый период показывает снижение более чем в 2 раза количества регистрируемых оксациллин-резистентных штаммов *S. aureus* – с 73% до 34% и девятикратное уменьшение частоты обнаружения ванкомицин-резистентных штаммов *E. faecalis* – с 36% до 4%. За период 2011–2012 гг. зафиксировано десятикратное снижение ванкомицин-резистентных штаммов *S. aureus* – с 30% до 3%. рис.1

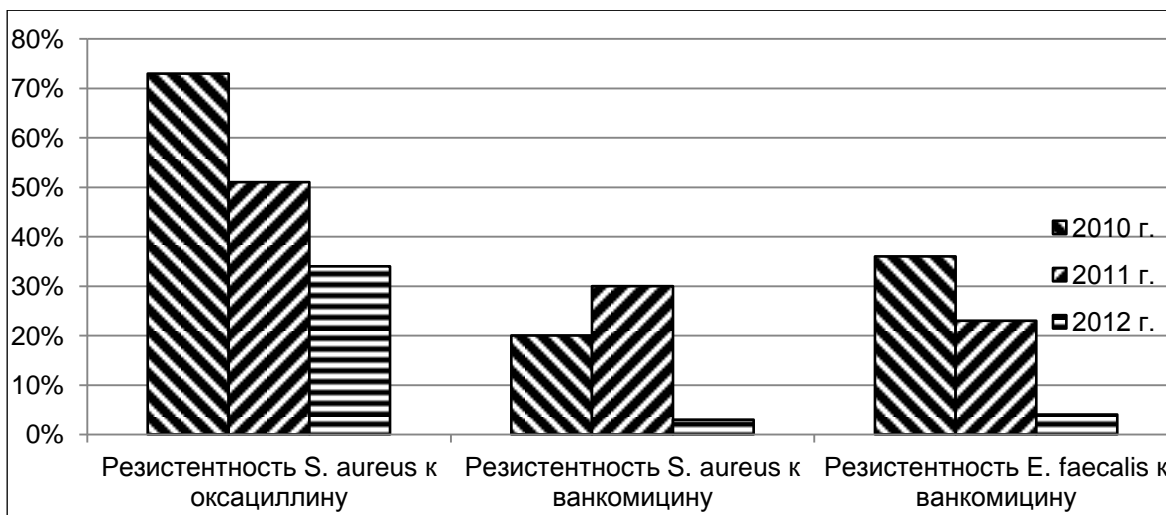


Рис. 1. Динамика резистентности *E. faecalis* и *S. aureus* к ванкомицину и ксациллину в 2010-2012 гг.

Высокорезистентными оказались штаммы *P. aeruginosa*, сохранившие чувствительность более 50% только к пиперациллин-тазобактаму и имипенему. Причем резистентность 32% штаммов к имипенему не позволяет рекомендовать его для эмпирической антибиотикотерапии синегнойной инфекции в хирургических отделениях. Резистентность к пиперациллин-тазобактаму составила менее 25%.

Панрезистентность ко всем тестируемым антибиотикам проявили штаммы *A.baumannii*, 54% которых сохранили чувствительность к имипенему, а 39% оказались и к нему резистентны.

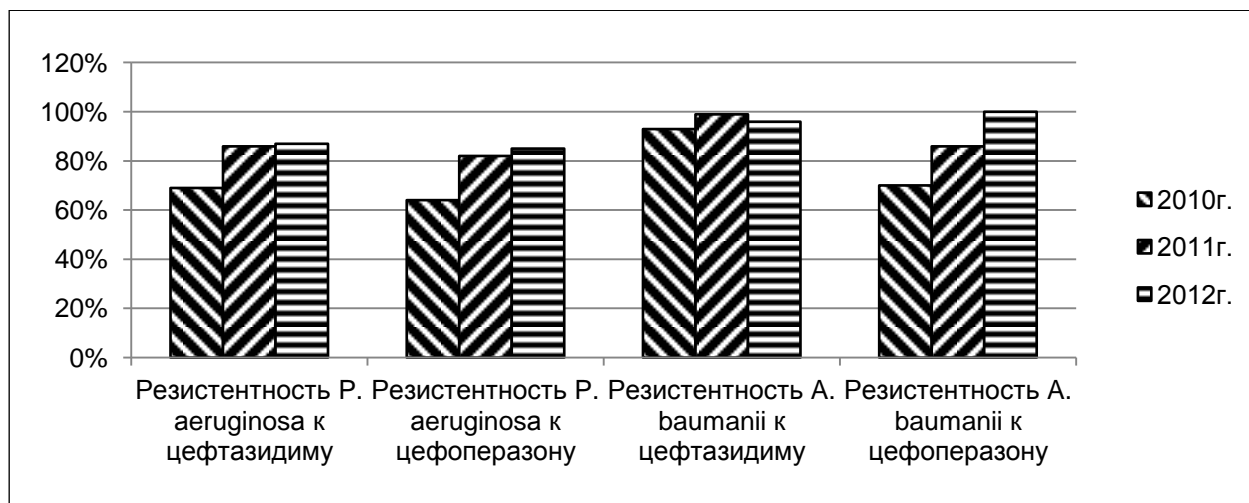


Рис. 2. Динамика резистентности *P. aeruginosa* и *A. baumannii* к цефалоспорином III поколения в 2010-2012 гг.

Как следует из рис. 2, антибиотикорезистентность неферментирующих бактерий к цефалоспорином III поколения за исследуемый период стабильно росла, превысив 85% у *P. aeruginosa* и 95% у *A. baumannii*.

Более 40% выделенных штаммов *E. coli* оказались резистентны к цефалоспорином III поколения (косвенный признак продукции бета-лактамаз), 30% - к гентамицину и были высокочувствительны только к карбапенемам, амикацину и хлорамфениколу с резистентностью 14% и менее.

Не менее 59% выделенных штаммов *K. pneumoniae* были резистентны к цефалоспорином III поколения, и, таким образом, являясь продуцентами бета-лактамаз, имели высокую резистентность к большинству фторхинолонов и аминогликозидам. Эти штаммы были высокочувствительны к карбапенемам и имели 21% резистентности к гатифлоксацину.

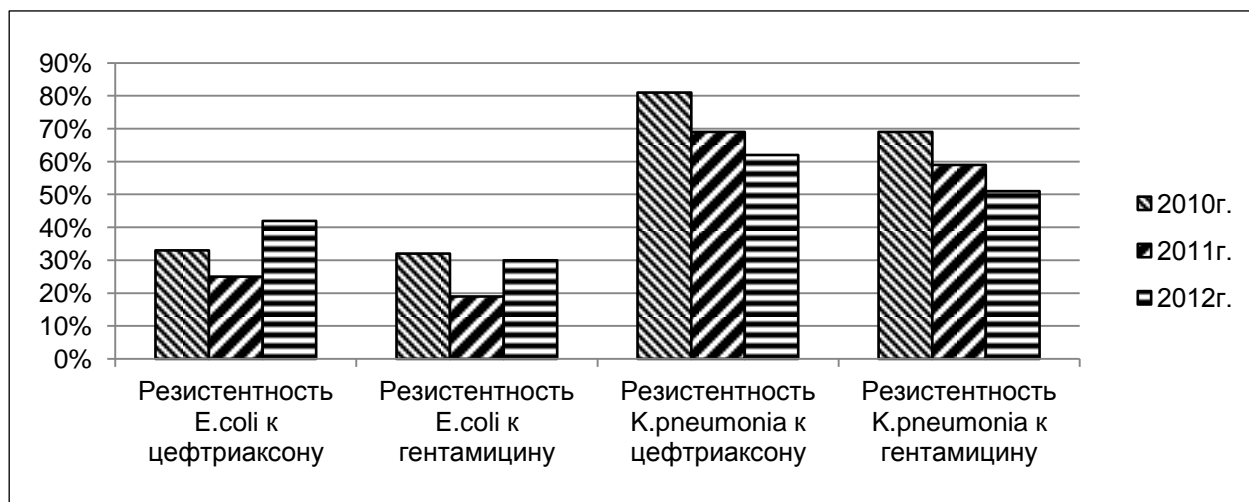


Рис. 3. Динамика резистентности *E. coli* и *K. pneumoniae* к цефтриаксону и гентамицину в 2010-2012 гг.

Как видно из рис. 3, динамика резистентности энтеробактерий различается: на фоне повышения за последние 2 года резистентности *E. coli* к цефалоспорином III поколения и

гентамицину отмечается тенденция к снижению резистентности *K. pneumonia* к этим антибиотикам.

Перспективой дальнейшего исследования является изучение спектра возбудителей гнойно-воспалительных процессов в хирургических отделениях больницы скорой помощи в 2013-2014 году.

ВЫВОДЫ

1. В спектр доминирующих видов на протяжении 2010 – 2012гг. в КП «ГКБЭ и СМП г. Запорожья» входили грамотрицательные (*E. coli*, *P. aeruginosa*, *A. baumannii*, *K. pneumonia*) и грамположительные (*S. aureus*, *E. faecalis*) микроорганизмы, причем резистентность грамположительной микрофлоры и *K. pneumonia* снизилась, а неферментирующих бактерий и *E. coli* повысилась.
2. С целью эмпирической антибиотикотерапии в КП «ГКБЭ и СМП г. Запорожья» целесообразно применение: при инфицировании *E. faecalis* – ампициллина, хлорамфеникола, ванкомицина и линезолида; инфицировании *P. aeruginosa* – пиперациллин-тазобактама; инфицировании *E. coli* – амикацина, хлорамфеникола и карбапенемов; инфицировании *K. pneumonia* – карбапенемов и гатифлоксацина; инфицировании *S. aureus* – ампициллин/сульбактама, рифампицина, цефазолина, цефалеразона, эртапенема, цефепима, цефатоксима, но в первую очередь – ванкомицина и линезолида. При инфицировании *A. baumannii* – высокоэффективных антибактериальных препаратов не выявлено.

ЛИТЕРАТУРА

1. Харченко Л. А. Микробиологический мониторинг резистентности микроорганизмов в отделениях интенсивной терапии Украины / Л. А. Харченко, Ф. С. Глумчер, Н. Б. Проскурякова // Біль, знеболювання і інтенсивна терапія. – 2009. – №2. – С. 5-20.
2. Наказ МОЗ України №236 від 04.04.2012р. «Про організацію контролю та профілактики післяопераційних гнійно-запальних інфекцій, спричинених мікроорганізмами, резистентними до дії антибактеріальних препаратів».
3. Наказ МОЗ України №167 від 05.04.2007р. «Про затвердження методичних вказівок «Визначення чутливості мікроорганізмів до антибактеріальних препаратів».
4. Методические рекомендации по использованию мониторинговой программы ВОЗ WHONET 5.6.- Женева, 2009.

REFERENCES

1. Kharchenko L.A. Microbiologicheskij monitoring resistentnosti mikroorganizmiv v otdeleniyakh intensivnoy terapii Ukrainy / L.A. Kharchenko, F.S. Glumcher, N.B. Proskuryakova // Bol,obezbolivanie i intensivnaya terapiya. – 2009. – №2. – С. 5-20.
2. Nakas MOZ Ukrainy №236 vid 04.04.2012p. «Pro organizatsiyu kontrolyu ta profilyaktyky pislyaoperatsiynykh gniynozapalnykh infektsiy, sprychynenykh mikroorganizmamy, resystemny do dii antybakterialnykh preparativ».
3. Nakas MOZ Ukrainy №167 від 05.04.2007р. «Pro zatverdzhennya metodychnykh vkazivok «Vyznachennya chutlyvosti mikroorganizmiv do antybakterialnykh preparativ»».
4. Metodicheskie rekomendatsii po ispolzovaniyu monitoringovoy programmy VOZ WHONET 5.6 – Zheneva, 2009.

УДК.....

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ У “ВІСНИК ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ” (СЕРІЯ “БІОЛОГІЧНІ НАУКИ”)

До друку приймаються статті українською, російською та англійською мовами, що відповідають тематиці серії видання й містять нові наукові результати, не опубліковані раніше.

За структурою стаття має відповідати вимогам, затвердженим постановою президії ВАК України від 15.01.2003 р. № 7-05/1 «Про підвищення вимог до фахових видань, внесених до переліків ВАК України», тобто містити такі необхідні елементи:

- **постановка проблеми** у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями;
- **аналіз останніх досліджень і публікацій**, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор;
- **виділення невіршених раніше частин загальної проблеми**, котрим присвячується означена стаття;
- **формулювання цілей статті**;
- **виклад основного матеріалу дослідження** з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів;
- **висновки** з даного дослідження і **перспективи подальших досліджень** у даному напрямку.

Виклад матеріалу статті має бути послідовним, логічно завершеним, із чіткими формулюваннями, що виключають подвійне тлумачення або неправильне розуміння інформації; мова тексту має відповідати літературним нормам, бути професійною і лаконічною. Автор зобов'язаний забезпечити високий науковий рівень викладеного матеріалу, повноту і системність висвітлення питання, достовірність результатів і даних, що наводяться, правильність цитування та посилань на літературні джерела. Статті публікуються мовою оригіналу.

1. МАКЕТ СТОРІНКИ

Для оригінал-макета використовується формат А4 з полями з усіх боків – 2 см. Для виділення окремих елементів статті застосовуються такі гарнітури, розміри шрифтів та начертання:

- для **УДК**, заголовку статті: Times New Roman, – 14 пт, напівжирний, усі прописні;
- для **підзаголовків** – 12 пт, напівжирний, усі прописні;
- для прізвищ, ініціалів авторів, назв і адрес організацій: Times New Roman, – 12 пт, *курсивом*, усі строчні;
- адреси електронної пошти: Times New Roman, – 12 пт, усі строчні;
- для анотацій, ключових слів: Times New Roman, – 10 пт, *ключові слова* – *курсивом*;
- основного тексту, виносок, посилань, підписів до рисунків та надписів над таблицями: Times New Roman, – 12 пт.

Інтервал між абзацами – 6 пт, міжрядковий інтервал – одинарний.

У разі необхідності для шрифтових виділень у таблицях і рисунках дозволяється застосовувати шрифт Courier New. Для стилістичного виділення фрагментів тексту вживаються начертання: курсив, напівжирний, напівжирний курсив зі збереженням гарнітури, розміру шрифту та інтервалу абзацу.

2. ТИПОГРАФСЬКІ ПОГОДЖЕННЯ ТА СТИЛІ

УДК вказується в першому рядкові сторінки і вирівнюється за лівим краєм.

Заголовок статті набирається в наступному за **УДК** рядкові і вирівнюється по центру.

У третьому рядку з вирівнюванням по центру зазначаються **прізвища, ініціали авторів**.

У наступному рядку розміщується інформація щодо повної **адреси та назви організації, де працює (навчається) автор**, яка також вирівнюється по центру (*курсивом*).

Четвертий рядок містить *адресу електронної пошти авторів*, розташовану по центру.

Далі розміщуються **анотації** (по 5 речень кожна) **українською та російською мовами** з ключовими словами. *Першою* слід розміщувати анотацію мовою оригіналу, *перед наступною анотацією* повинна бути вказана назва статті, прізвища та ініціали авторів, повна адреса та назва установи, адреса електронної пошти авторів/автора.

Із наступного абзацу послідовно набираються і вирівнюються по центру заголовки статті **англійською мовою**, транслітеровані прізвища, ініціали авторів, назви і адреси організацій, які повинні бути представлені англійською мовою, у тому числі країна і місто, за винятком назви вулиці, яка подається транслітерацією.

Із наступного рядка розміщується розширена (**1,5 сторінки**) анотація з ключовими словами англійською мовою.

При поданні статті англійською мовою, анотації англійською, українською та російською мовами повинні бути однакові та інформативні. Їх обсяг повинен бути не більше п'яти речень.

Після анотацій з абзацу викладається основний текст статті.

Основний текст статті повинен мати такі розділи: **ВСТУП, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ, РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ, ВИСНОВКИ, ЛІТЕРАТУРА, REFERENCES.**

Заголовки наукових статей повинні бути інформативними та містити тільки загальноприйняті скорочення. У перекладі заголовків статей англійською не повинно бути ніяких транслітерацій, окрім неперекладних назв власних імен, приладів та інших об'єктів, що мають власні назви; також не використовується неперекладний сленг. Це стосується також анотацій і ключових слів.

Наприкінці розділу **ВСТУП** потрібно зазначити мету дослідження, а наприкінці розділу **РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ** – перспективи подальших досліджень.

Ілюстрації мають бути оригінальними рисунками або фотографіями. Фотографії скануються у 256 градациях сірого. Ілюстрації розташовуються у відповідних місцях тексту статті (по можливості угорі сторінки) і повинні бути підписані та послідовно пронумеровані арабськими цифрами: Рис.1, Рис. 2. Номер рисунку та підпис розташовуються безпосередньо під рисунком. Кожен рисунок та підписи до нього включаються до тексту публікації. Створення графічних об'єктів може здійснюватися будь-яким графічним редактором у форматі ВМР файлів. Виконання рисунків засобами Microsoft Word здійснюється через використання команд панелі «Рисование». Підписи здійснюються командою «Надпись». Усі графічні компоненти рисунку і підписи об'єднуються командою «Группировать» (меню «Действия» на панелі «Рисование») і подаються у вигляді одного графічного об'єкта, прив'язаного до тексту з обтіканням зверху і знизу. Ілюстрації мають бути підготовані та масштабовані таким чином, щоб розміри букв тексту на ілюстраціях не перевищували розмір букв основного тексту статті більш ніж на 50 %.

Таблиці розташовуються у відповідних місцях тексту статті (по можливості угорі сторінки) і повинні мати назву та бути послідовно пронумеровані арабськими цифрами: Таблица 1, Таблица 2. Номер та назва таблиці розташовуються безпосередньо над таблицями.

Посилання на літературні джерела послідовно нумеруються арабськими цифрами в порядку появи в тексті статті і зазначаються у квадратних дужках, в яких вказуються порядковий номер джерела. Перелік літературних джерел мовою оригіналу подається в порядку їх нумерації після основного тексту статті з підзаголовком: «**ЛІТЕРАТУРА**», який вирівнюється по центру. Список літератури оформлюється відповідно до ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 “Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання”.

Із наступного абзацу подається перелік літературних джерел латиницею з підзаголовком: «**REFERENCES**», який вирівнюється по центру.

Анотації, ключові слова, основний текст статті, перелік літературних джерел мовою оригіналу та латиницею вирівнюються за лівим та правим краями.

При оформленні статті не допускається:

- підкреслювання в заголовках, підписах і надписах;
- початок сторінки незавершеним рядком;
- переноси слів у тексті статті;
- закінчення сторінки одним або декількома порожніми рядками, за винятком кінця статті та випадків, спричинених необхідністю уникнення висячих підзаголовків та початку абзацу в кінці сторінки;
- часте використання виносок, які повинні розглядатися як виняток і вживатися тільки у випадку дійсної необхідності).

Прийом статей до друку здійснюється редакційною колегією Вісника ЗНУ при наявності наступних документів:

- **текст статті** (електронний (у форматі **RTF**) та роздрукований варіанти за підписом автора (авторів), оформлений відповідно до встановлених вимог: електронний варіант статті подається на диску і/або надсилається електронною поштою. На диску мають бути два файли, назви яких повинні містити транслітероване прізвище першого автора: перший – із текстом статті, анотаціями та ключовими словами (наприклад: *Ivanov_stattya.rtf*); другий – із відомостями про авторів (наприклад: *Ivanov_avtor.doc*));
- **витяг із протоколу** засідання кафедри/відділу/лабораторії з рекомендацією статті до друку;
- **відомості про автора** (авторів), що містять таку інформацію: прізвище, ім'я, по батькові; місце роботи або навчання; посада, науковий ступінь, вчене звання; назва розділу збірника в який подається стаття; адреса для листування; контактні телефони з кодом міста; адреса електронної пошти.

Документи подаються авторами відповідальному редакторові відповідної серії журналу або надсилаються за адресою: 69000, м. Запоріжжя, МСП-41, вул. Жуковського, 66, Запорізький національний університет, редакційна служба науково-дослідної частини.

Оплата за публікацію здійснюється після прийняття рішення редакційної колегії про рекомендацію статті до друку.

Статті, рекомендовані до друку редакційними колегіями, проходять редагування, коригування та технічну верстку згідно з видавничим форматом і шаблонами видання.

Нагадуємо:

До публікації приймаються статті, що відзначаються високим науковим рівнем підготовки, містять глибокий самостійний аналіз сучасних проблем розвитку науки.

У статтях і повідомленнях висловлені погляди їхніх авторів, які не завжди збігаються з поглядами редакції.

Автор несе відповідальність за достовірність фактичних даних та інформації, що містяться в статтях, чіткість викладу тексту, цитування, а також за мовностилістичний рівень написання матеріалів.

Редакційна колегія здійснює зовнішнє та внутрішнє рецензування статей та залишає за собою право відмовляти в їх опублікуванні, у разі коли статті не відповідають вимогам.

Адреса редакції: Україна, 69600, м. Запоріжжя, МСП-41, вул. Жуковського, 66

Довідки за телефонами:

**Відповідальний редактор – Задорожня Вікторія Юліївна – 098-549-01-09
097-166-25-85**

Електронна пошта: zadorovic@rambler.ru; inna-kolomoec0@rambler.ru

Місцезнаходження редакційної ради біологічного факультету: вул. Гоголя, 62

(III корпус ЗНУ), к. 107

ДЛЯ НОТАТОК

Збірник наукових праць

Вісник Запорізького національного університету
Біологічні науки

№ 1, 2014

Технічний редактор *А. І. Юрченко*

Верстка, дизайн-проробка, оригінал-макет і друк виконані у видавництві
Запорізького національного університету
тел. (061) 228-75-47

Підписано до друку 13.06.2014. Формат 60 x 90/8.
Папір Data Copy. Гарнітура “Таймс”.
Друк цифровий. Умовн.-друк. арк. 29,7.
Замовлення № 193. Наклад 100 прим.

Запорізький національний університет
69600, м. Запоріжжя, МСП-41
вул. Жуковського, 66

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготівників
і розповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 2952 від 30.08.2007 р.