УДК 611-018.088.1:547.963+577.11+581.1(477.83)»1970/2018»

ФУНДАМЕНТАЛЬНА ТА ПРИКЛАДНА ЛЕКТИНОЛОГІЯ: ВНЕСОК ЛЬВІВСЬКИХ НАУКОВЦІВ (1972-2017)

75-річчю засновника львівської наукової школи лектинології професора Максима Дмитровича Луцика присвячується

Олександр Луцик[1], Антоніна Ященко[1], Володимир Антонюк[1, 2], Ростислав Білий[1]

[1]Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, Львів, Україна;
[2]Інститут біології клітини НАН України, lutsykalexander@gmail.com

Проаналізовано становлення та розвиток львівської наукової школи лектинологів за 35 років її існування (1972-2017). Внаслідок проведених науково-дослідних робіт удосконалено методи одержання лектинів, очищено й охарактеризовано вуглеводну специфічність близько 20 нових оригінальних препаратів лектинів з сировини Карпатського регіону. Отримано похідні лектинів з флуоресцеїном, пероксидазою або колоїдним золотом для подальшого застосування в імунобіологічних дослідженях, у світловій та електронній мікроскопії, опрацьовано методи непрямого виявлення рецепторів лектинів. Досліджено закономірності перебудови лектин-реактивних глікополімерів у процесі ембріонального та постнатального морфогенезу. Виявлено нові можливості використання лектинів як селективних гістохімічних маркерів окремих типів клітин; досліджено гетерогенність зв'язування лектинів із субпопуляціями клітин залежно від їхньої органної належності, ступеня диференціації, фази секреторного циклу. Вивчено можливості застосування лектинів для характеристики процесів клітинного глікозилювання мембранних і цитоплазматичних глікополімерів у фізіологічних та патологічних умовах, зокрема, на тлі експериментального гіпо- та гіпертироїдизму, діабетичної нефропатії, під впливом медикаментів, а також при розвитку різноманітних форм клінічної патології. Досліджено перспективи застосування у гістохімії нових оригінальних препаратів лектинів. Розширено уявлення стосовно ролі глікокон'югатів клітинної поверхні у міжклітинних взаємодіях та у процесі апоптозу; ролі гліканів у забезпеченні взаємодії патогенів з клітинами господаря, зокрема, адгерентно-інвазивних бактерій E.coli з клітинами епітеліального ряду, а також імунокомпетентними клітинами (нейтрофіли, моноцити); впливу активації нейтрофілів на зміну гліканових компонентів оточуючих молекул, зокерма молекул імуноглобулінів, задіяних у запальних процесах. За підсумками досліджень опубліковано п'ять монографій, близько 200 статей у провідних вітчизняних і міжнародних фахових виданнях, отримано сім авторських свідоцтв і патентів. Захищено 5 докторських і 14 кандидатських дисертацій. Надано кваліфіковану консультативну допомогу та препарати лектинів для виконання близько 30 кандидатських і докторських дисертацій науково-педагогічним працівникам ЛНМУ та інших ВНЗ України. Складено бібліографічний список найвагоміших публікацій львівських лектинологів. Отримані результати впроваджені у науково-дослідну роботу та навчальний процес багатьох кафедр ЛНМУ, університетів України та за кордоном.

Ключові слова**:** *львівська наукова школа лектинологів, глікополімери, лектини, біобібліографія.*

FUNDAMENTAL AND APPLIED LECTINOLOGY: CONTRIBUTION OF LVIV SCIENTISTS (1972-2017)
Dedicated to 75th birth anniversary of Maxym D. Lutsik – Lviv lectinologists team founder

Alexander Lutsyk[1], Antonina Yashchenko[1], Volodymyr Antonyuk[1, 2], Rostyslav Bilyy[1]

[1]Danylo Halytskyi Lviv National Medical University;
[2]Institute of Cell Biology, NAS Ukraine, lutsykalexander@gmail.com

The formation and development of the Lviv scientific team of lectinologists during 35 years (1972-2017) is described. During this period were substantially optimized methods of lectin purification, and about 20 new original lectin preparations were purified and characterized. Remodeling of lectin-reactive glycopolymers in the process of embryonic and postnatal ontogenesis of different organs, as well as their transformation due to the development of various forms of experimental and clinical pathology have been investigated. Were revealed new possibilities of lectins application as selective histochemical markers of certain types of cells; heterogeneity of lectins binding to cellular subpopulations depending on their organ specificity, degree of differentiation, secretory cycle cycle; use of lectins for the characterization of cellular glycosylation processes under physiological and pathological conditions, in particular, on the background of experimental hypo- and hyperthyroidism. The prospects of application in histochemistry of a number of new original lectin preparations were demonstrated. There were expanded existing viewers on the role of cell surface glycoconjugates in the intercellular interactions and in the process of apoptotic transformations; the role of glycans in ensuring the interaction of pathogens with host cells, in particular, of the adherent-invasive E.coli bacteria with cells of the epithelial series, as well as the immune cells (neutrophils, monocytes) of the host's organism; the effect of neutrophils activation on the modification of glycane components of adjusting molecules, with specific emphasis on the molecules of immunoglobulins involved in inflammatory processes. On the basis of accomplished research were published 5 monographs, about 200 articles in the leading national and internationally renowned journals, as well as 7 author certificates and patents were received. 5 DSci and 14 PhD theses were conferred. Qualified counseling and lectin preparations were provided for the implementation in about 30 PhD and DSci dissertations for researchers of Lviv Medical University, other Ukrainian and foreign universities. A bibliographic list of the most important publications of Lviv lectinologists is accomplished.

***Key words**: Lviv scientific school of lectinologists, glycopolimers, lectins, biobibliography.*

Лектинологія – наука про лектини – білки неімунного походження, які здатні вибірково та зворотно зв'язуватись з моно- або олігосахаридними детермінантами глікокон'югатів, не зумовлюючи їхнього хімічного перетворення. Лектинологія була започаткована 1888 р. дисертаційним дослідженням Германа Штільмарка (Тартуський університет), яке було присвячене очищенню та характеристиці рицину – високотоксичного білка, однією з властивостей якого виявилася здатність до аглютинації еритроцитів, обумовлена зв'язуванням рицину з вуглеводами глікокаліксу еритроцитів [1]. Термін «лектини» запропонував Вільям Бойд (1954) аби підкреслити унікальну властивість цієї групи біологічно активних речовин вибірково розпізнавати вуглеводні залишки біополімерів [2]. Упродовж 70-х років означений термін витіснив уживаний раніше термін «фітогемаглютиніни». Нині лектини виявлені у всіх без винятку класах живих організмів, а розпізнаваний ними гліком (набір вуглеводних детермінант біополімерів) – поряд із геномом і протеомом – визнаний фундаментальною властивістю живої матерії. Прикладні аспекти лектинології передбачають використання мічених лектинів для характеристики глікокоду біологічних об'єктів, вивчення його модифікацій в умовах норми і патології, а також для наступної корекції чи профілактики патологічних станів [3-9].

У Львові дослідження лектинової тематики були започатковані 1972 року керівником групи біохімії Центральної науково-дослідної лабораторії медичного інституту (нині ЛНМУ імені Данила Галицького), кандидатом медичних наук Максимом Дмитровичем Луциком (рис.1). Першими науковцями, які під його

керівництвом опрацьовували питання лектинології, були Н.В.Кириченко, Н.В.Крищишин, С.В.Панчишин, Е.К.Кіпіані, І.П.Кокодиняк, а також студент-гуртківець О.Д.Луцик. Перші дослідження стосувалися препаративної біохімії лектинів, вивчення їхніх властивостей та опосередкованих ними біологічних ефектів, зокрема, протипухлинної активності та реакції бласт-трансформації лімфоцитів. При цьому були оптимізовані методи очищення низки відомих, а також отримані і охарактеризовані нові оригінальні препарати лектинів.

Рис.1. Професор Максим Луцик

Результати цих досліджень були вперше оприлюднені на III Всесоюзному біохімічному з'їзді (Рига, 1974) та XII Міжнародному ботанічному конгресі (Ленінград, 1975), а відтак опубліковані у провідних фахових часописах [10-21]. У 1979 р. О.Д.Луциком була захищена кандидатська дисертація «Исследование биологической активности и аспекты практического применения гемагглютининов клещевины обыкновенной», у якій серед інших пріоритетних напрацювань було показано перспективність використання мічених флуорохромами лектинів для гістохімічного дослідження закономірностей посмертних змін тканинних структур та можливість використання виявлених закономірностей у судовій медицині.

У 1981 р. львівським видавництвом «Вища школа» опублікована монографія М.Д.Луцика, Е.Н.Панасюка, О.Д.Луцика «Лектины» [22], у якій були описані основні відомі на той час лектини і підсумовані результати власних досліджень авторів. У 1982 р. до львівської школи лектинологів долучився В.О.Антонюк. Ним під керівництвом М.Д.Луцика був очищений і охарактеризований новий оригінальний фукозоспецифічний лектин з кори бобовника Золотий дощ [23, 24], виконана і у 1983 р. захищена кандидатська дисертація «Разработка рациональной системы поиска лектинов в растениях и получение биологически активних веществ из Laburnum anagyroides Medic.».

Починаючи від 1983 р. мічені пероксидазою лектини знайшли широке застосування в науково-дослідній роботі кафедри гістології та ембріології ЛНМУ – для дослідження як нормальних структур організму, так і вивчення перебудови їх вуглеводних детермінант у процесі ембріонального і постнатального розвитку, а також в умовах експериментальної і клінічної патології. Наслідком цієї діяльності стала низка журнальних публікацій у провідних морфологічних журналах СРСР [25-34]. Результати досліджень, виконаних із застосуванням методів лектинової гістохімії, були використані в якості фрагментів кандидатских дисертацій А.М. Ященко (кафедра гістології та ембріології ЛНМУ), Е.М. Гаврилюк та І.М. Дмитрука (кафедра пат.анатомії ЛНМУ), Е.В. Рухадзе (кафедра гістології та ембріології II Московського медінституту імені М.І. Пирогова), а також підсумовані у монографії О.Д. Луцика, Є.С. Детюк, М.Д. Луцика «Лектины в гистохимии» (Львів, Вища школа, 1989) [35] та докторській дисертації О.Д. Луцика (рис. 2) «Рецепторы лектинов в морфо-гистохимичесокй характеристике органов и тканей» (1989).

Рис.2. Професор Олександр Луцик

Паралельно з опрацюванням методів і накопиченням результатів використання лектинів у світлооптичній гістохімії, М.Д. Луциком у співпраці з київськими морфологами розроблялися методи застосування лектинів для

ультраструктурного дослідження глікокон'югатів клітинних мембран [36-47]. Методичні аспекти очистки лектинів, їхнього мічення колоїдним золотом та використання в електронній мікроскопії були опубліковані у монографії О.А. Хомутовского, М.Д. Луцика, О.Ф. Передерей «Электронная гистохимия рецепторов клеточных мембран» (Київ, Наукова думка, 1986) [48]. У 1989 р. М.Д. Луциком була захищена докторська дисертація «Лектины и их применение в исследовании гликопротеинов клеточных мембран».

У 1989 р. при кафедрі гістології та ембріології ЛНМУ була створена лабораторія «Лектинотест» (керівник В.О. Антонюк), орієнтована на виготовлення комерційних препаратів лектинів для наступного їх застосування в біохімії, молекулярній біології, цитології і гістології. З використанням лектинів виробництва В.О. Антонюка та при консультативній допомозі О.Д. Луцика були виконані фрагменти докторських дисертацій А.Н.Яцковского (кафедра гістології та ембріології І Московського медінституту імені І.М. Сєченова), Л.В. Дегтярьової (Київський інститут екопатології людини), Е.Ю. Шаповалової (кафедра гістології та ембріології Кримського медінституту).

На кафедрі гістології та ембріології ЛНМУ були виконані і захищені докторська дисертація А.М. Ященко (рис. 3) «Лектини як гістохімічні маркери в нормі і патології» (2004), кандидатська дисертація Б.Р. Стойки «Морфофункціональна характеристика сперматозоїдів при порушенні фертильності» (2005). Отримані результати публікувалися у провідних морфологічних часописах СРСР і України [49-71]. У 2003 р. до осередка львівських лектинологів приєдналися професор Р.С.Стойка (Інститут біології клітини НАН України) [70, 139-142] та професор В.Є.Логінський (Інститут гематології і переливання крові МОЗ України) [71-72].

У 2005 р. В.О.Антонюком опублікована монографія «Лектини та їх сировинні джерела», у якій були підсумовані двадцятирічні напрацювання автора стосовно очистки, дослідження фізико-хімічних, та біологічних властивостей нових оригінальних препаратів лектинів, їхньому використанню у наукових цілях. Зокрема, було описано ряд лектинів рідкісної вуглеводної специфічності, які знайшли практичне застосування. Окремо можна виділити серію робіт по дослідженню фукозоспецифічних лектинів. Такі лектини були одержані з кори куща Laburnum anagyroides, з плодових тіл сумчастих грибів Peziza badia та Peziza verticulosa, з ікри окуня (Perca fluviatilis) та судака (Lucioperca lucioperca).

Рис.3. Професор Антоніна Ященко

Численні публікації В.О.Антонюка присвячені очистці лектинів з плодових тіл базидіомікотових грибів та дослідженню їхніх властивостей. Так, ним було виявлено та досліджено біфункціональні лектини з грибів Amanita phalloides, Amanita citrina та Amanita villosa, і досліджено особливості їхньої цитолітичної активності. Низка робіт присвячена дослідженню фізіологічної ролі лектинів у рослинах, сезонних змін їхньої активності у різних органах рослин, очистці та дослідженню лектинів однодольних рослин, комплексному використанню лектиновмісної сировини, дослідженню взаємодії лектинів з глікозидами [23, 24, 73-97]. У 2007 р. В.О.Антонюком (рис. 4) захищена докторська дисертація «Лектини у медико-біологічних та фітохімічних дослідженнях: сировинна база, отримання, властивості та аспекти практичного використання» (науковий консультант професор М.Д.Луцик).

Нині кафедра гістології та ембріології ЛНМУ спеціалізується на застосуванні методів лектинової гістохімії для аналізу нормальних та патологічно змінених клітин та тканин, використовуючи з цією метою відомі і оригінальні препарати лектинів, зокрема, виробництва професора В.О.Антонюка. Проводяться дослідження органів травної, сечової, серцево-судинної, ендокринної, імунної, дихальної, чоловічої та жіночої статевих систем, шкіри, зо-

рового аналізатора упродовж постнатального морфогенезу та за умов експериментального гіпер- та гіпотироїдизму. При цьому встановлено нові можливості використання лектинів як селективних гістохімічних маркерів окремих типів клітин; досліджено гетерогенність зв'язування лектинів з субпопуляціями клітин у залежності від їх органної приналежності, ступеня диференціації, фази секреторного циклу; вивчено можливості застосування лектинів для характеристики процесів клітинного глікозилювання у фізіологічних та патологічних умовах, зокрема, на тлі експериментального гіпо- та гіпертироїдизму, а також у ході ембріогенезу; показано перспективи застосування у гістохімії низки нових оригінальних препаратів лектинів. За результатами досліджень упродовж лише останніх трьох років опубліковано понад 40 статей у міжнародних реферованих фахових виданнях [98-143].

Рис.4. Професор Володимир Антонюк

Під керівництвом професора А.М.Ященко виконали і захистили кандидатські дисертації працівники кафедри гістології і ембріології ЛНМУ О.Р.Джура «Вікові морфофункціональні особливості прищитоподібних залоз та їх роль у формуванні кісткової тканини» (2007); Л.В.Балуш «Лектинова гістохімія печінки та підшлункової залози в умовах експериментального цукрового діабету» (2010); М.М.Луцик «Цитоморфологічна характеристика клітин лімфоми NK/Ly і їх поверхневих вуглеводних детермінант у дослідженні ефективності потенційних протипухлинних препаратів» (2011); Х.І.Струс «Морфофункціональна характеристика шкіри потомства самок щурів за умов експериментального гіпотиреозу» (2014). Заплановані і виконуються 4 кандидатські дисертації.

Під керівництвом професора О.Д.Луцика захистили кандидатські дисертації Н.О.Амбарова «Лектинова гістохімія нирки щура в динаміці постнатального онтогенезу та при експериментальному цукровому діабеті» (2010); Є.А. Согомонян «Структурно-функціональні та лектиногістохімічні особливості органів жіночої репродуктивної системи за умов гіпо- та гіпертироїдизму в експерименті» (2011); О.В. Дудок «Морфологічна та лектиногістохімічна характеристика печінки та селезінки в умовах застосування лоратадину (2017); Р.В.Антонюк «Лектинова гістохімія товстої кишки в нормі та при неоплазії» (2017). За результатами досліджень останнього опублікована монографія «Опухолевые маркеры толстого кишечника и их медицинское значение» (автори Р.В.Антонюк, О.Д.Луцик, В.О.Антонюк, Lambert Academic Publishing, 2015) [127]. Заплановані і виконуються 3 кандидатські дисертації.

За консультативної і технічної допомоги працівників кафедри гістології та ембріології виконали фрагменти докторських та кандидатських дисертацій низка викладачів суміжних кафедр ЛНМУ та інших ВНЗ України:

1. Заячківська О.С., Савицька М.Я., Піняжко Р.О., Грицевич Н. (каф. нормальної фізіології ЛНМУ) «Лектиногістохімічні дослідження слизової оболонки стравоходу в нормі та при патологічних процесах»;
2. Чайка Ю.О. (каф. патологічної анатомії ЛНМУ) «Лектиногістохімічні дослідження печінки при стеатогепатозах»;
3. Фоменко І.С., Склярова Ю.О., Насадюк Х.М. (каф. біохімії ЛНМУ) «Лектиногістохімічні дослідження слизової оболонки шлунку та тонкої кишки за умов експериментальної виразки та коліту»;
4. Терлецький І.Р. (каф. хірургії №2 ЛНМУ) «Оцінка інтенсивності репаративних процесів у ішемічних виразках з використанням лектиногістохімічних досліджень»;
5. Мельник Н.О. (Київський національний медичний університет) «Цитотопографія рецепторів лектинів у структурних компонентах органів імуногенезу»;
6. Вернигородський С.В. (Вінницький національний медичний університет) «Лектиногістохімічні дослідження слизової оболонки шлунку при пухлинних процесах»;
7. Харковенко Р.В. (Вінницький національний медичний університет) «Лектинова гістохімія сітківки та зорового нерва щурів в нормі та при гіпергомоцистеїнемії»;

8. Шепітько І.В., Білаш С.М. (Українська медична стоматологічна академія, м. Полтава) «Лектиногістохімічні дослідження шлунку, тонкої та товстої кишки»;
9. Фалалєєва Т.М., Цирюк О.І., Радчук О.М. (НДІ фізіології Національного університету імені Тараса Шевченка, м.Київ) «Особливості складу вуглеводного компоненту глікопротеїнових рецепторів слизової оболонки шлунку за умов профілактичного введення гліпролінів у щурів в умовах етанол-індукованих уражень шлунку»;
10. Сілкіна Ю.В. (Державна медична академія, м.Дніпро) «Лектиногістохімічні дослідження провідної системи серця на етапах кардіогенезу»;
11. Костюкова О.А. (Кримський медичний університет) «Цитотопографія рецепторів лектинів у слизовій оболонці дванадцятипалої кишки при виразковій хворобі»;
12. Єрьомін Ю.В (Одеський національний медичний університет) «Морфологічна та лектиногістохімічна діагностика дисплазії сполучної тканини у хворих при післяопераційній грижі черевної стінки»;
13. Рудяк О.М. (Івано-Франківський національний медичний університет) «Морфофункціональна характеристика легень недоношених новонароджених дітей на фоні метаболічного синдрому матері».

У 2002 р. до лектинової тематики долучився Р.О. Білий, який розпочав лектиноцитохімічні дослідження як студент професора Р.С. Стойки. У 2003 р. вони спільно опублікували свої спостереження [143], встановивши що відмираючі апоптозні клітини можна виявляти за допомогою специфічних лектинів, які в той час були очищені В.О. Антонюком. Так був започаткований новий напрям лектиногістохімічних досліджень, що стосувався виявлення змін гліканів поверхні відмираючи клітин. Подальші роботи показали перспективність такого підходу, важливу роль лектинових рецепторів у міжклітинних взаємодіях з макрофагальною системою [145-148]. Означені ідеї знайшли відображення в кандидатській дисертації Р.О.Білого «Мембранні глікопротеїни клітин за умов апоптозу: виявлення, характеристика, біомедичні аспекти дослідження» (2007), так і в його докторській дисертації «Структурно-функціональні зміни поверхні клітин ссавців за умов апоптозу та їх роль у міжклітинних взаємодіях та імунній відповіді» (2015) (обидві виконані і захищені під керівництвом члена-кореспондента НАН України Р.С.Стойки). Примітно, що стаття Р.О.Білого та Р.С.Стойки щодо використання лектинів для виявлення відмираючих клітин [144] була опублікована з різницею у три тижні у тому ж журналі Cytometry, що й стаття групи професора Мартіна Германа (Університетська клініка м.Ерлангена, Німеччина), у якій також було описано метод виявлення відмираючи клітин за допомогою лектинів [149]. Від того часу між обома групами розпочалася плідна співпраця, одним із здобутків якої було відкриття молекулярних механізмів, що забезпечують зміну гліканів поверхні клітин при їхній загибелі [150].

Р.О. Білим (рис. 5) лектини використовувалися для дослідження ролі поверхневих гліканів відмираючих клітин у процесах їх усунення (ефероцитозу) системою макрофагів; змін поверхні клітин при загибелі та їхнього впливу на сусідні клітини, зокрема, імунної

Рис.5. Професор Ростислав Білий

системи; ролі гліканів у забезпеченні взаємодії патогенів з клітинами господаря, зокрема, адгерентно-інвазивних бактерій E.coli з клітинами епітеліального ряду, а також імунними клітинами (нейтрофіли, моноцити) організму господаря; для дослідження процесів активації нейтрофілів та утворення ними позаклітинних нейтрофільних пасток, участі останніх у фізіологічних процесах захисту організму та при патологічних станах; впливу активації нейтрофілів на зміну гліканових компонентів оточуючих молекул, зокерма молекул імуноглобулінів, задіяних у запальних процесах [151, 154, 159]. Були створені специфічні тваринні моделі для дослідження процесів запалення тканин та органів при імунних та автоімунних процесах, для оцінки імунної відповіді

при імунізації; опрацьовані оригінальні зразки тваринних пухлинних моделей, зокрема сингенних, алогенних, методи трансферу спленоцитів та інші. За результатами досліджень професором Р.О.Білим, основним місцем праці якого від 2017 р. стала кафедра гістології та ембріології ЛНМУ, зі співавторами опубліковано близько 30 статей у високорейтингових міжнародних фахових виданнях [143-166].

Нині НДР кафедри гістології та ембріології здійснюється у тісній співпраці з віварієм, кафедрами патологічної анатомії та судової медицини, клінічної імунології та алергології, медичної біології, паразитології та генетики ЛНМУ. Укладені та реалізуються договори про наукову співпрацю з Інститутом біології клітини НАН України (м.Львів), Інститутом спадкової патології НАМН України (м.Львів), Українською медичною стоматологічною академією (м.Полтава), Державною медичною академією (м.Дніпро), а також з Університетською клінікою м. Ерлангена (Університет Фрідріха Александра, ФРН), та Відділом глікобіології університету м. Лілль (CNRS, Франція). Кафедра є партнером та координатором у виконанні кількох міжнародних наукових проектів та наукових контрактів, що дозволило придбати сучасне лабораторне обладнання для здійснення комплексного гісто- та цитологічного аналізу, включаючи конвенційну гістологію, імуногістохімічні та лектиногістохімічні дослідження, роботи з культурами евкаріотичних та прокаріотичних клітин, тваринними моделями, відповідно до норм ЄС. Нині кафедра має обладнання для світлової, фазово-контрастної та флуоресцентної мікроскопії, проточної цитометрії, обладнанням для генотипування тварин, систему скринінгу на основі мікропланшетів за допомогою методів адсорбції та флуоресценції, обладнання для електрофорезу білків та ДНК.

Список використаної літератури

1. Stillmark H. Ueber Ricin, ein giftiges Ferment aus den Semen von *Ricinus comm.L.* und einigen anderen *Euphorbiaceen*. Inaug.Diss.Doct.Med. Dorpat, 1888.
2. Boyd WC, Shapleigh E. Separation of individuals of any blood group into secretors and non-secretors by use of plant agglutinin (lectin). Blood, 1954, 9: 1195-1198.
3. Brooks SA, Dwek MV, Schumacher U. Functional and molecular glycobiology. Oxford, Bios Scientific, 2002.
4. Sharon N, Lis H. Lectins. 2nd ed. Dordrecht, Springer, 2007.
5. Varki A, Cummings RD, Esko JD et al. Essentials of glycobiology. 2nd ed. Cold Spring Harbor: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2009.
6. Roth J. Lectins for histochemical demonstration of glycans. Histochem Cell Biol. 2011, 136: 117-130.
7. Gabius HJ, Kayser K. Introduction to glycopathology: the concept, the tools and the perspectives. Diagn Pathol. 2014, 9: 4.
8. Hirabayashi J, ed. Lectins. Methods and protocols. New York, Springer, 2014.
9. Dan X, Liu W. Development and applications of lectins as biological tools in biomedical research. Med Res Rev. 2015, 36: 221-247.
10. Lutsik MD. Preparation and properties of a crystalline antithyroid phytoprecipitin from the seeds of the pea, *Pisum sativum L*. Biokhimiia, 1974, 39(4): 811–815 (Russian).
11. Lutsik MD. Extraction of phytohemagglutinins by means of specific precipitation using thyroglobulin. Lab Delo, 1975, 11: 660–661 (Russian).
12. Lutsik MD. Use of phytohemagglutinins in oncology. Vopr Onkol. 1975, 21(10): 103–111 (Russian).
13. Lutsik MD, Krishchishin NV, Kirichenko NV, Kokodyniak IP. Heterogeneity of crystalline antithyroid phytoprecipitin. Biokhimiia, 1976, 41(9): 1576–1583 (Russian).
14. Bryzgunov VA, Lutsik MD, Melick-Adamyan VR, Mokulskii MA. Preliminary x-ray study of crystals of mitogenic lectin from pea seeds. J Mol Biol. 1976, 101(3): 435–437 (Russian).
15. Lutsik MD, Potapov MI, Kirichenko NV. Phytohemaglutinin anti-N from the leaves of *Vicia unijuga*. Probl Gematol Pereliv Krovi, 1977, 22(6): 48–52 (Russian).
16. Lutsyk MD, Kipiani EK, Lutsyk AD, Krupko AE. The toxicity and antitumor activity of three individual fractions of lectins from Ricinus communis seeds. Neoplasma, 1977, 24 (3): 341-343.
17. Krishchishin NV, Lutsik MD. Evaluation of the lymphocyte blast transformation reaction using fluorescence microscopy. Lab Delo, 1978, 2: 116 (Russian).
18. Lutsik MD. A new affinity sorbent for the purification of lectins and its use in the purification of wheat germ agglutinin. Ukr Biokhimicheskii Zhurnal, 1978, 56(4): 432–436 (Russian).
19. Lutsik MD, Kusen SI. Study of membrane glycoproteins of human erythrocytes using lectins. Ukr Biokhimicheskii Zhurnal, 1978, 59(6): 3–9 (Russian).

20. Zelengurov VM, Lutsyk AD, Lutsik MD, Petrovskaia NYu. Experimental study of the postmortal changes in tissue structures using the lectins from castor beans. Sud Med Ekspert. 1979, 22(4): 31–33 (Russian).
21. Lutsik MD, Kirichenko NV, Potapov MI. Highly specific anti-N lectin from the leaves of *Vicia unijuga A. Br.* Lab Delo, 1980, 5: 312–313 (Russian).
22. Lutsik MD, Panasiuk EN, Lutsyk AD. Lectins. Lviv, Vyshcha Shkola, 1981 (Russian).
23. Lutsik MD, Antonyuk VA. New fucose-specific lectin from the bark of *Laburnum anagyroides Medik*: purification, properties and immunochemical specificity. Biokhimiia, 1982, 47(10): 1710–1715 (Russian).
24. Antonyuk VA, Lutsik MD, Ladnaja LYa. Seasonal changes in haemagglutination titre and carbohydrate affinities of plant extracts containing fucose-specific lectins. Fiziologija Rastenij, 1982, 29(6): 1219-1224 (Russian).
25. Lutsyk AD, Kotyk AE. Use of semithyn sections for the histochemical investigation of cell and tissue carbohydrates by means of lectins. Bull Exp Biol Med. 1985, 100(12): 755-758 (Russian).
26. Lutsyk AD, Yashchenko AM, Detiuk ES, Lutsik MD. Lectin receptors in the salivary glands of the rat during postnatal ontogenesis. Arkh Anat Gistol Embriol. 1986, 91(8): 27–35 (Russian).
27. Lutsyk AD, Birov VV, Dmitruk IM. Lectin receptors in the mammary gland and its neoplastic lesions. Arch Patol. 1986, 48(7): 9-14 (Russian).
28. Volkova OV, Ruchadze EV, Detiuk ES, Lutsyk AD, Donskova MD, Nevstruieva VV. Carbohydrate determinants of murine reproductive system detected by lectins with different carbohydrate specificities. Arkh Anat Gistol Embriol. 1987, 92(1): 62-69 (Russian).
29. Lutsyk AD, Zerbino DD, Kotyk AE, Havriliuk EM, Dmitruk IM. Dissecting aortic aneurism: histochemical investigation using a set of lectins with different carbohydrate specificities. Arch Pathol. 1987, 49(3): 20-24 (Russian).
30. Lutsyk AD, Yashchenko AM, Detiuk ES. Influence of thyroid hormones on the histotopography of lectin receptors in the salivary glands of a rat. Bull Exp Biol Med. 1987, 103(4): 492-495 (Russian).
31. Lutsyk AD, Dmitruk IM, Zerbino DD. Lectin receptors in transitional cell neoplasia of urinary bladder. Vopr Onkol. 1987, 33(4): 60-65 (Russian).
32. Lutsyk AD, Detiuk ES. Lectin's application in light optic histochemistry (methodological aspects). Arkh Anat Gistol Embriol. 1987, 92(6): 74-89 (Russian).
33. Lutsyk AD, Zerbino DD. Use of lectins in pathomorphology: the results and prospects. Arch Pathol. 1988, 50(3): 77-82 (Russian).
34. Lutsyk AD. Lectins as a selective histochemical markers of certain cell types and their subpopulations, extracellular tissue structures. Arkh Anat Gistol Embriol. 1988, 95(11): 83-104 (Russian).
35. Lutsyk AD, Detiuk ES, Lutsik MD. Lectins in histochemistry. Lviv, Vyshcha shkola, 1989 (Russian).
36. Khomutovskii OA, Lutsik MD, Perederei OF, Vetrova EP, Yurchenko OV. Cell surface receptors in lymphoid lines studied using lectins. Eksp Onkol. 1986, 8(5): 25–28 (Russian).
37. Karaganov IL, Lutsik MD, Mironov VA, Mironov AA. Labeled lectins in the study of cell surfaces. Arkh Anat Gistol Embriol. 1986, 90(3): 83–94 (Russian).
38. Khomutovskii OA, Lutsik MD, Perederei OF, Pogorelaia NK, Chubchenko SI. Localization of lectin receptors on the surface of C1300 neuroblastoma cells. Eksp Onkol. 1986, 8(4): 41–45 (Russian).
39. Koval' LM, Skibo GG, Lutsik MD. Study of the distribution of surface membrane glycoconjugates in spinal cord and spinal ganglia neurons cultured in a monolayer. Dokl Akad Nauk SSSR, 1988, 303(2): 481–483 (Russian).
40. Gluzman DF, Skliarenko LM, Lutsik MD. Lectin receptors - histochemical markers in the study of leukemias and lymphomas. Eksp Onkol. 1988, 10(6): 9–16 (Russian).
41. Skibo GG, Koval' LM, Lutsik MD. Electron cytochemical detection of carbohydrate determinants of surface membrane of cultured neurons. Dokl Akad Nauk SSSR, 1988, 300(4): 971–973 (Russian).
42. Iarilin AA, Nikonova MF, Lutsik MD. The relation of changes in the surface markers and the induction of thymocyte functional activity under the action of humoral thymic factors. Tsitologiia, 1989, 31(8): 945–954 (Russian).
43. Tsegel'skii AA, Lutsik MD, Lashkai AF. Study of the carbohydrate components of the surface of S 1300 neuroblastoma cells with the use of cytochemical and lectin agglutination methods. Eksp Onkol. 1989, 11(5): 30–34 (Russian).
44. Skliarenko LM, Gluzman DF, Lutsik MD. Determination of lectin receptors on the surface membranes of lymphoid cells. Lab Delo, 1990, 2: 18–20 (Russian).
45. Khomutovskii OA, Perederei OF, Lutsik MD, Klimashevskii VM, Gulaia NM, Govseeva NN. The characteristics of lectin binding to the surface of differentiated neuroblastoma C 1300 cells. Eksp Onkol. 1990, 12(2): 38–43 (Russian).
46. Koval' LM, Kononenko NI, Lutsik MD, Yavorskaia EN. Electron-cytochemical study of carbohydrate components in the surface membrane of cultured Helix pomatia neurons. Neirofiziologiia, 1992, 24(3): 291–298 (Russian).
47. Koval' LM, Kononenko NI, Lutsik MD, Yavorskaya EN. Electron cytochemical study of carbohydrate components in different types of cultured glial cells of snail *Helix pomatia*. Comp Biochem Physiol Comp Physiol. 1994, 108(2–3): 195–212.

48. Khomutovskii OA, Lutsik MD, Perederei OF. Electron histochemistry of cell membrane receptors. Kyiv, Naukova Dumka, 1986 (Russian).
49. Lutsyk AD, Yashchenko AM, Detiuk ES. Comparative histochemical study of glycoconjugates of human large salivary glands and pancreas. Arkh Anat Gistol Embriol. 1989, 97(7): 70-80 (Russian).
50. Lutsyk AD, Yatskovsky AN. Use of lectin histochemistry methods for the characterization of biopolymer glycosylation processes in duodenal gland cells. Bull Exp Biol Med. 1990, 110(10): 440-444 (Russian).
51. Yatskovsky AN, Lutsyk AD. Comparative lectin histochemical analysis of the duodenal glands in various mammals. Arkh Anat Gistol Embriol. 1991, 100(2): 61-69 (Russian).
52. Lutsyk AD, Lutsyk BD, Stekhnovich IV. Lectin histochemistry of human cerebral microglia in bacterial meningoencephalitis. Zhurnal Neurol Psychiatr. 1991, 91(2): 41-44 (Russian).
53. Lutsyk AD, Yashchenko AM, Detiuk ES. Lectin histochemistry of human placenta in the normal state and in uterine inertia. Arkh Anat Gistol Embriol. 1991, 100(4): 9-14 (Russian).
54. Lutsyk AD, Kotyk AE, Zerbino DD. Accumulation of abnormal glycopolymers in the wall of the main lymphatic of human limbs in chronic lymphedema. Bull Exp Biol Med. 1991, 111(4): 414-417 (Russian).
55. Lutsyk AD, Lutsyk BD, Yashchenko AM. Lectin-peroxidase markers of microglia in paraffin sections. Arkh Pathol. 1991, 53(4): 60-63 (Russian).
56. Yatskovsky AN, Boronikhina TV, Sukhanov BP, Lutsyk AD. Changes in the duodenal glands with a modification of diet: a histochemical study using lectins. Morfologiia, 1993, 104(3-4): 112-119 (Russian).
57. Yatskovsky AN, Boronikhina TV, Lutsyk AD. Duodenal glands of representatives of insectivores and primates. Morfologiia, 1994, 105(1-3): 94-103 (Russian).
58. Shapovalova EYu, Zabashta TI, Lutsyk AD. Receptors of lectins in the early histogenesis of epithelial and mesenchymal derivatives of the primary oral cavity in humans. Tavricheskii Mediko-Biologicheskii Vestnik, 1999, 1-2: 45-48 (Russian).
59. Yashchenko LM, Besedin VM, Lutsyk AD. Glycoconjugates of placenta and decidual membrane of childbirth women with late gestoses as detected by lectin histochemistry. Acta Medica Leopoliensia 2000, 6(1): 79-84 (Ukrainian).
60. Shapovalova EYu, Georgievskaya LS, Zabashta TI, Lutsyk AD. Modern aspects of intercellular interactions in the glandular stage of lung development. Visnyk Morphologii, 2000, 6(1): 150-152 (Ukrainian).
61. Shapovalova EYu, Georgievskaya LS, Zabashta TI, Lutsyk AD. Organo-specific histochemical and lectin histochemical features of embryonic histogenesis of tracheal hyaline cartilage in humans. Orthopaediia Traumatologiia Protezirovaniye, 2000, 2: 46-49 (Russian).
62. Degtiariova LV, Kozlova TP, Lutsyk AD. Redistribution of lectin receptors in the mucousal membrane of stomach and duodenum of Chornobyl accident liquidators affected by ulcerative disease. Acta Medica Leopoliensia, 2000, 6(3): 23-31 (Ukrainian).
63. Shapovalova EYu, Lutsyk AD. Changes in the carbohydrate composition of tissues during early embryogenesis of human respiratory system. Tavricheskii Mediko-Biologicheskii Vestnik, 2000, 3(1-2): 135-138 (Russian).
64. Smolkova OV, Zavadka AE, Bankston PW, Lutsyk AD. Cellular heterogeneity of rat vascular endothelium as detected by HPA and GS I lectin-gold probes. Medical Science Monitor, 2001, 7(4): 659-668.
65. Stoika BR, Lutsyk AD. Immunocytochemical aspects of male infertility. Acta Medica Leopoliensia 2002; 8(2): 52-60 (Ukrainian).
66. Yashchenko AM, Smolkova OV, Lutsyk AD. Receptors of fucose-specific lectins in the structural components of some organs. Tavricheskii Mediko-Biologicheskii Zhurnal, 2002, 5(3): 174-176 (Ukrainian).
67. Stoika BR, Yashchenko AM, Fitio YuS, Lutsyk AD. Lectin histochemical investigation of sperm cells in human couple infertility. Acta Medica Leopoliensia 2003, 9(2): 69-74 (Ukrainian).
68. Yashchenko AM, Stoika BR, Smolkova OV, Nakonechna OV, Lutsyk AD. Hypothetical role of lectin receptors as markers of apoptosis in testicular cells under thyroid pathology. Tavricheskii Mediko- Biologicheskii Zhurnal 2003, 6(3): 153-155 (Ukrainian).
69. Antonyuk VO, Yashchenko AM, Lutsyk AD. Comparative biochemical characteristics and binding selectivity of fucose-specific lectins from perch (*Persa fluviatilis L.*) and *Laburnum anagyroides Medik*. Acta Medica Leopoliensia, 2004, 10 (1): 62-70 (Ukrainian).
70. Stoika BR, Domagala A, Kamienichna M, Kurpish M, Nadiuk ZO, Gelner NV, Zastavna DV, Stoika RS, Lutsyk AD. Exposure of sperm antigens and antispermal antibodies: an immunocytochemical study in males with impairments of fertile function and in Chernobyl accident affected patients with diagnosed autoimmune thyroiditis. Acta Medica Leopoliensia, 2004, 10(3-4): 46-53 (Ukrainian).
71. Loginskyy VYe, Shalaj OO. Lectin binding carbohydrate components of blast cells in acute myeloid leucosis. Onkologiia, 2004, 6(3): 231-235 (Ukrainian).
72. Loginskyy VYe, Shalaj OO. Glycan structures of lymphocyte membranes in patients with chronic lymphoid leukemia. Onkologiia, 2005, 7(1): 19-22 (Ukrainian).
73. Antonyuk VO, Yashchenko AM, Lutsyk AD. Lectins from bark of *Laburnum anagyroides Medik.*: binding to carbohydrates and application in histochemical research. Acta Medica Leopoliensia, 2004, 10(3-4): 54-59 (Ukrainian).

74. Antonyuk VO, Lutsik MD. Influence of vegetation phase of plants on the activity of lectins, specific to D-galactose group carbohydrates. Ukr Botanichnyi Zhurnal, 1986, 43(4): 21-25 (Ukrainian).
75. Antonyuk VO. Application of mannofucogalactan from *Phellinus igniarius (L:Fr.) Quell* for the purification of lectin from *Aleuria aurantia (Fr.) Tekl.* Micologiia i Fitopatologiia, 1990, 24(6): 538-542 (Russian).
76. Antonyuk VA. Lectins from *Polygonatum multiflorum (L.) All.* Purification, properties and preparation of peroxidase and colloidal gold labeled derivatives. Biokhimiia, 1992, 57(12): 1847- 1854 (Russian).
77. Antonyuk VO. Purification and properties of lectins from *Polygonatum multiflorum (L.) All*. and *Polygonatum verticillatum (L.) All.* Ukr Biokhimichnyi Zhurnal, 1993, 65(1): 41- 48 (Ukrainian).
78. Antonyuk LYa, Antonyuk VO. Interaction of spring snow-white lectin with polysaccharides and glycoproteins. Ukr Biokhimichnyi Zhurnal, 1993, 65(5): 69-73 (Ukrainian).
79. Lutsik MD, Antoniuk VO. Preparation of an anti-A reagent from the lectin of hairy vetch (*Vicia villosa*) for detecting antigen A in human erythrocytes and saliva. Sud Med Ekspert. 1995, 38(1): 17–9 (Russian).
80. Antonyuk VO. Purification of lectin from *Paris quadrifolia L.* and comparison of its carbohydrate specificity with some other lectins from plants of *Liliaceae* family. Ukr Biokhimichnyi Zhurnal, 1996, 68(6): 86-91 (Ukrainian).
81. Antonyuk VO. Purification and partial characterization of fucose-specific lectin from fruiting bodies of *Peziza badia Merat*. Biokhimiia, 1997, 62(8): 983-987 (Russian).
82. Antonyuk VO. Characterization of fucose-specific lectins from fruiting bodies of *Peziza badia Merat*. and *Peziza verticulosa St. Am*. Ukr Botanichnyi Zhurnal, 1998, 55(3): 269-274 (Ukrainian).
83. Antonyuk VO, Antonyuk LYa. Preparation of phytin and lectin from wheat germs in one technological cycle. Ukr Biokhimichnyi Zhurnal, 2000, 72(2): 97-99 (Ukrainian).
84. Antonyuk VO. Purification of cellobiose-specific lectin from perch (*Perca fluviatilis L.*) roe and investigation of its properties. Ukr Biochimichnyi Zhurnal, 2004, 76(1): 72-77 (Ukrainian).
85. Antonyuk VO. L-fucose-specific lectin from roe of pike perch (*Lucioperca lucioperca L.*): purification and investigation of carbohydrate specificity. Ukr Biochimichnyi Zhurnal, 2004, 76(2): 60-64 (Ukrainian).
86. Antonyuk VO. Investigation of carbohydrate specificity of haemolytic lectin from *Amanita phalloides (Vaill. Fr.)Secr)*. Biopolymers and Cell, 2005, 21(4): 1-7 (Ukrainian).
87. Antonyuk RV, Antonyuk VO. Potato beetle. Influence of lectins on the development of larvae pest. Karantyn i Zachyst Roslyn, 2006, 12: 16-17 (Ukrainian).
88. Antonyuk VO. Investigation on the interaction of hederosaponin with lectins. Farmacevtychnyi Zhurnal, 2007, 2: 84-88 (Ukrainian).
89. Antonyuk VO. Investigation on the interaction of ristomycin sulfate with lectins. Visnyk Farmacii, 2008, 52(3): 73-79 (Ukrainian).
90. Antonyuk VO, Yashchenko AM, Antonyuk RV, Ambarova NO. Carbohydrate specificity of lectin purified from the fruiting bodies of *Mycena pura /Fr./ Kumm.* and its application in histochemical research. Biopolimers and Cell, 2009, 25(6): 466-475 (Ukrainian).
91. Panchak LV, Antonyuk VO. Purification of lectin from fruiting bodies of *Lactarius pergamenus (Fr.)Fr* and investigation of its properties. Biokhimiia, 2011, 76(4): 537–550 (Russian).
92. Antonyuk VO, Klyuchivska OYu , Stoika RS. Cytotoxic proteins of *Amanita virosa Secr*. mushroom: purification, characteristics and action towards mammalian cells. Toxicon, 2010, 55: 1297 -1305.
93. Antonyuk VO, Panchak LV, Starikovich MO, Stoika RS. New mannose-specific lectin from rhizoma of *Hemerocallis fulva L*.: purification and properties. Ukr Biokhimichnyi Zhurnal, 2013, 2: 27-32 (Ukrainian).
94. Antonyuk VO, Panchak LV, Starikovich MO, Strutovska RS, Stoika RS. Purification and characterization of new mannose-specific lectin from bulbs of *Hyacinthella acutiloba K. Perss*. Biotechnologica Acta, 2013, 6(3): 69-74.
95. Antonyuk VO. Lectins: distribution and function in living organisms, peculiaritiesof raw materials procurement. Ukr Biofarmacevtychnyi Zhurnal, 2013, 6: 4 -10 (Ukrainian).
96. Antonyuk VO. Complex use of artichoke tubers: purification of inulin, fructose and mannose-specific lectin. Farmacevtychnyi Zhurnal 2014, 3: 50-60 (Ukrainian).
97. Zayachkivska OS, Lutsyk DA, Yashchenko AM, Dzhura OR, Lutsyk AD. Expression of lectin receptors in the gastrointestinal mucosa during stress-induced lesions and melatonin correction. Tavricheskij Medico-Biologicheskii Vestnik, 2006, 9(3): 67-70 (Russian).
98. Dzura OR, Yashchenko AM, Antonyuk VO, Lutsyk AD. Lectin histochemistry of parathyroid glands of human males and females in the age-related aspect. Acta Medica Leopoliensia, 2006, 12(1): 12-17 (Ukrainian).
99. Kostiukova OA, Burlak NP, Dzura OR, Yashchenko AM. Cytotopography of lectin receptors in duodenal mucosa at ulcerative disease. Experimental Clinical Physiology Biochemistry, 2007, 37(2): 44-53 (Ukrainian).
100. Yashchenko AM, Dzhura OR, Lutsyk AD. Expression of lectin receptors during osteogenesis of long bones in guinea pigs. Svit Medycyny Biologii, 2007, 3: 45-53 (Ukrainian).
101. Ambarova NO, Lutsyk AD. Binding of lectins with different carbohydrate specificities to glycopolymers of neonatal rats kidneys. Acta Medica Leopoliensia, 2007, 13(4): 59-66 (Ukrainian).

102. Yashchenko AM, Balush LV, Lutsyk AD. Lectin histochemistry of rat liver in streptozotocin-induced diabetes mellitus. Visnyk Morfologii, 2008, 14(1): 240-245 (Ukrainian).
103. Ambarova NO, Antonyuk RV, Lutsyk AD. Redistribution of rat kidney mannosoglycans in postnatal ontogenesis and in streptozotocin-induced diabetes mellitus. Svit Medycyny Biologii, 2008, 4: 95-103 (Ukrainian).
104. Ambarova NO, Antonyuk VO, Lutsyk AD. Rat kidney fucosoglycans: redistribution in postnatal ontogenesis and during development of streptozotocin-induced diabetes mellitus. Klinichna Anatomiia Operatyvna Hirurgiia, 2009, 8(1): 15-21 (Ukrainian).
105. Balush LV, Yashchenko AM, Lutsyk AD. Histochemical and electron microscopic investigation of pancreas in experimental diabetes mellitus. Klinichna Anatomiia Operatyvna Hirurgiia, 2009, 8(1): 37-43 (Ukrainian).
106. Lutsyk AD, Sogomonian EA. Histology and lectin histochemistry of rat ovaries under experimental hypo- and hyperthyroidism. Svit Medycyny Biologii, 2009, 2: 116-124 (Ukrainian).
107. Kharkovenko RV, Pushkar MS, Yashchenko AM. Lectin histochemistry of retina and optic nerve in normal conditions and under hyperhomocysteinemia. Svit Medycyny Biologii, 2009, 3: 173-179 (Ukrainian).
108. Radchuk OM, Beregova TV, Yashchenko AM, Rybalchenko VK. Cytotopography of lectin receptors in colonic mucosa under the influence of «Omeza» and multyprobiotic «Sembiter acidophilic». Morphologiia, 2009, 3(4): 71-78 (Russian).
109. Sogomonyan EA, Lutsyk AD. Micromorphology and redistribution of lectin receptor sites in rat endometrium under experimental hypo- and hyperthyroidism. Klinichna Anatomiia Operatyvna Hirurgiia, 2010, 9(3): 58-64 (Ukrainian).
110. Lutsik MM, Yashchenko AM, Kovalyshyn VI, Prydatko OE, Stoika RS, Lutsik MD. Heterogeneity of cell population of lymphoma NK/Ly and leukemia L-1210 according to carbohydrate structure of cell surface: immunocytochemical analysis of lectin binding. Tsitologija Genetica, 2011, 45(2): 3–9 (Russian).
111. Falaleyeva TM, Beregova TV, Samogina GE, Yashchenko AM. Specificity of carbohydrate componets of gastric mucosa glycoprotein receptors after prophylactic administration of gliprolins in stress-induced alterations. Svit Medycyny Biologii, 2011, 2: 67-71 (Ukrainian).
112. Dzhura O, Yashchenko A, Antonyuk V, Lutsyk A. Lectin receptor sites during postnatal osteogenesis in guinea pigs. Advances Clinical Experimental Medicine, 2012, 21(1): 19-26.
113. Shkandina TI, Dzhura OR, Overchuk MO, Magorivska IB, Stolyar GL, Antonyuk VO, Stoika RS, Lutsyk AD, Bilyy RO. Investigation of tracheal cells glycopeptides using 8 sialospecific lectins. Acta Medica Leopoliensia, 2012, 18(1): 59-65 (Ukrainian).
114. Varyvoda OYu, Filiak EZ, Lutsyk AD, Stoika RS. Mice lacking pituitary tumor transforming gene show elevated exposure of *DGalNAc* carbohydrate determinants. Biopolymers and Cell, 2012, 28 (2): 129-133 (Ukrainian).
115. Yashchenko AM, Pankevych LV, Lutsyk AD. Rat liver carbohydrate alterations in streptozotocin-induced diabetic rat. Eur J Anat. 2012, 16(2): 82-90.
116. Lutsyk AD, Sogomonian EA. Structural, functional, and lectin histochemical characteristics of rat ovaries and endometrium in experimental hyper- and hypothyroidism. Folia Histochem Cytobiol. 2012, 50(3): 331-339.
117. Hrycevych NN, Zayachkivska OS, Yashchenko AM, Gzhegotsky MR, Lutsyk AD. The search for new markers of endothelial disfunction in non-erosive esophagitis under postprandial hyperglycemia and effect of L-tryptophan. Practychna Medycyna, 2012, 18(5): 29-38 (Ukrainian).
118. Chetverikov SG, Yashchenko AM, Yeryomin YuV, Volodyuk VYu. Morphological diagnosis of connective tissue dysplasia in patients with postoperative abdominal hernia. Klinichna Chirurgiia, 2012, 5: 19-23 (Ukrainian).
119. Lutsyk A, Ambarova N, Antonyuk V. Diabetic alteration versus postnatal maturation of rat kidney glycoconjugates: comparative detection by lectin probes. Folia Histochem Cytobiol. 2013, 51(1): 92-102.
120. Strus Kh, Yashchenko A, Smolkova O, Nakonechna O. Influence of maternal experimental hypothyroidism on quantitative-qualitative indicators of rat progeny skin mast cells in age-related aspect according to the results of histochemical investigation and on the base of lectins *GNA* and *PNA* receptors cytotopography. Advances Bioscience Biotechnology, 2013, 4: 840-845.
121. Hrycevych N, Zayachkivska O, Yashchenko A. Postprandial hyperglycemia changed fucosylated pattern of the oesophageal epithelial barrier activity through the nitrogen oxide mechanism. Current Issues Pharmacy Medical Sciences, 2013, 26(1): 94-98.
122. Varyvoda OYu, Yashchenko AM, Lutsyk AD, Bilyy RO, Afanasiev SV, Filiak YeZ, Stoika RS. Mice with pituitary tumor transforming gene (*pttg*) knockout demonstrate increased urinary space in renal corpuscles. Biopolymers and Cell 2014, 30(2): 122-128.
123. Yashchenko AM, Lutsyk SA, Renka DJ, Bilyy RO, Lutsyk AD. Alterations of carbohydrate deterninants in rat adrenal gland following experimental hypothyroidism. Eur J Anat. 2014, 18(2): 75-80.
124. Antonyuk R, Lutsyk A, Antonyuk V. Lectin purification from fruiting bodies of brown roll-rim fungus, *Paxillus involutus (Fr.) Fr.,* and its application in histochemistry. Rom J Morphol Embryol. 2014, 55(3): 787-796.
125. Zastavnyy II, Yashchenko AM, Lutsyk AD. Carbohydrate determinants of chorionic villi of human embryos, died as a result of sporadic and recurrent pregnancy miscarriages. Lvivskii Klinichnyi Bulleten,

2014, 4(8): 24-29 (Ukrainian).
126. Zastavnyy I, Yashchenko A, Lutsyk A, Tkach I. Chorionic villi of human embryos, died out of sporadic and recurrent miscarriages: a lectin histochemitry analysis. Svit Medytsyny Biologii, 2015, 1(48): 126-132 (Ukrainian).
127. Antonyuk R, Lutsyk A, Antonyuk V. Colon tumor markers and their medical significance: carbohydrate receptors, sialylation value, detection and therapy based on selective recognition of lectin receptors. Lambert Academic Publishing, 2015.
128. Antonyuk RV, Lutsyk AD. Lectin histochemical investigation of human colon in normal and neoplastic conditions using lectins specific for T-antigen and N-acetyl-lactosamine. Svit Medytsyny Biologii, 2015, 2(49): 73-78 (Ukrainian).
129. Dudok OV, Lutsyk AD. Histo- and cytoarchitectonics of spleen under use of antihistamines. Svit Medytsyny Biologii, 2015, 4(54): 120-123 (Ukrainian).
130. Antoniuk RV, Lutsyk AD. Lectin histochemistry of the gut of the representatives of different classes vertebrates. Morphology, 2015, 9(4): 7-20 (Ukrainian).
131. Dudok OV, Yashchenko AM, Lutsyk AD. Morphological and lectin histochemical characteristics of the spleen under experimental administration of H1-histamine receptor blockers. Morphology, 2016, 10(1): 32-37 (Ukrainian).
132. Dudok O, Lutsyk A. Structural and lectin-detectable changes in liver induced by a long-term administration of an anti-histamine drug Loratadine. Journal Medical Science, 2016, 85(2): 114-121.
133. Antonyuk RV, Lutsyk AD, Antonyuk VO. Purification of lectin from the eggs of carp (*Cyprinus carpio L.*): investigation of its carbohydrate specificity and application for histochemical research. Rom J Morphol Embryol. 2016, 57(3): 985-994.
134. Yashchenko A, Zastavnyy I, Smolkova O, Strus K, Pankevych L. Morphological and lectin histochemical features of white nonlinear rats myocardium during experimental hypothyroidism. Journal Advances Biology, 2016, 9(2): 1866-1871.
135. Yashchenko A, Pankevych L, Smolkova O, Strus K, Zastavnyy I, Lutsyk A. Glycoconjugates of rat lung structural components in experimental hypothyroidism according to lectin histochemistry data. International Journal Advanced Research, 2016, 4(9): 1993-2000.
136. Shchur MB, Strus KI, Smolkova OV, Yashchenko AM, Lutsyk AD. Glycoconjugates of the rat eyeball structural components under experimental hypothyroidism according to lectin histochemistry studies. Cell Biology Research Therapy, 2017, 6(1): 129-135.
137. Ivankevych RY, Yashchenko AM, Lutsyk AD. Maternal hypothyroidism induces an elevated exposure of *DGal* and *DGalNAc* carbohydrate determinants in gastric gland glycoconjugates of the offspring rats. Bulleten Problem Biologii Medytsyny, 2017, 2(136): 294-298 (Ukrainian).
138. Shegedin AY, Yashchenko AM, Lutsyk AD. Exposure of glycoconjugates in postnatal morphogenesis of rat testicle according to PAS-reaction and lectin histochemistry investigation. Svit Medytsyny Biologii, 2017, 2(60): 174-178 (Ukrainian).
139. Zastavnyy I, Yashchenko A. Can toluidine blue and lectins become new histochemical markers for early recurrent pregnancy miscarriage? Cell Biology Research Therapy, 2017; 6:1.
140. Nytch YA, Yashchenko AM, Lutsyk AD. Exposure of lectin receptors in the structural components of the tongue of offspring rats, which developed under mercasolil-induced hypothyroidism of maternal organism. Bulleten Problem Biologii Medytsyny, 2017, 2(138): 80-87 (Ukrainian).
141. Shegedin A, Yashchenko A, Lutsyk A. Modification of rat testicular carbohydrate determinants in postnatal morphogenesis as detected by lectin probes. Journal Cell Science Therapy, 2017, 8(4): 274-282.
142. Shegedin A, Yashchenko A, Lutsyk A. Influence of maternal hypothyroidism on postnatal development of rat testicles as detected by morphometric and lectin histochemistry analysis. Acta Medica Leopoliensia, 2017, 23(3): 80-88.
143. Bilyy RO, Stoika RS. Lectinocytochemical detection of apoptotic murine leukemia L1210 cells. Cytometry A, 2003, 56(1): 89-95.
144. Bilyy RO, Antonyyk VO, Stoika RS. Cytochemical study of role of alpha-D-mannose- and beta-D-galactose-containing glycoproteins in apoptosis. J Mol Histol. 2004, 35: 829-838.
145. Bilyy R, Kit Y, Hellman U, Tryndyak V, Kaminskyy V, Stoika R. In vivo expression and characteristics of novel alpha-D-mannose-rich glycoprotein markers of apoptotic cells. Cell Biol Int. 2005, 29: 920-928.
146. Bilyy R, Stoika R. Search for novel cell surface markers of apoptotic cells. Autoimmunity, 2007, 40: 249-253.
147. Meesmann HM, Fehr EM, Kierschke S, Herrmann M, Bilyy R, Heyder P, Blank N, Krienke S, Lorenz HM, Schiller M. Decrease of sialic acid residues as an eat-me signal on the surface of apoptootic lymphocytes. J Cell Sciences, 2010, 123: 3347-3356.
148. Shkandina T, Herrmann M, Bilyy R. Sweet kiss of dying cell: sialidase activity on apoptotic cell is adlle to act toward its neighbors. Autoimmunity, 45: 574-578.
149. Heyder P, Gaipl US, Beyer TD, Voll RE, Kern PM, Stach C, Kalden JR, Herrmann M. Early detection of apoptosis by staining of acid-treated apoptotic cells with FITZ-labeled lectin from Narcissus pseudonarcissus. Cytometry A, 2003, 55(2): 86-93.

150. Bilyy RO, Shkandina T, Tomin A, Munos LE, Franz S, Antonyuk V, Kit YY, Zirngibl M, Furnrohr BG, Janko C, Lauber K, Schiller M, Schett G, Stoika RS, Herrmann M. Macrophages discriminate glycosilation patterns of apoptotic cell-derived microparticles. J Biological Chemistry, 2012, 287: 496-503.
151. Brument S, Sivignon A, Dumych TI, Moreau N, Roos G, Guerardel Y, Chalopin T, Deniaud D, Bilyy RO, Darfeuille-Michaud A, Bouckaert J, Gouin SG. Thiazolylaminomannosides as potent antiadhesives of type Ipiliated Escherichia coli isolated from Crohn's disease patients. J Medicinal Chemistry, 2013, 56: 5395-5406.
152. Dumych T, Lutsik M, Banski M, Yashchenko A, Sojka B, Horbay R, Lutsyk A, Stoika R, Misiewicz J, Podhorodecki A, Bilyy R. Visualization of melanoma tumor with lectin-conjugated rare-earth doped fluoride nanocrystals. Croat Med J. 2014, 55(3): 186-194.
153. Shauer C, Janko C, Munoz LE, Zhao Y, Kienhofer D, Frey B, Lell M, Manger B, Rech J, Naschberger E, Holmdahl R, Krenn V, Harrer T, Jeremic I, Bilyy R, Schett G, Hoffmann M, Herrmann M. Aggregated neutrophil extracellular traps limit inflammation by degrading cytokines and chemokines. Nature Medicine, 2014, 20(5): 511-517.
154. Bilyy R, Podhorodecki A. Can we use rare-earth nanocrystals to target glycans for the visualization of melanoma? Nanomedicine, 2015, 10(13): 1997-2000.
155. Tomin A, Dumych T, Tolstyak Y, Kril I, Mahorivska I, Bila E, Stoika R, Herrmann M, Kit Y, Bilyy R. Desialylation of dying cells with catalytically active antibodies possessing sialidase activity facilitates their clearance by human macrophages. Clin Exp Immunol. 2015, 179(1): 17-23.
156. Kit Y, Bilyy R, Korniy N, Tomin A, Chopyak V, Tolstyak Y, Antonyuk V, Stoika R. Two-step chromatography purification of IgGs possessing sialidase activity from human blood serum. Biomed Chromatogr. 2015, 29(3): 328-332.
157. Munoz LE, Bilyy R, Biermann MH, Kienhofer D, Maueroder C, Hahn J, Brauner JM, Weidner D, Chen J, Scharin-Mehlmann M, Janko C, Friedrich RP, Mielenz D, Dumych T, Lootsik MD, Schauer C, Schett G, Hoffmann M, Zhao Y, Herrmann M. Nanoparticles size-dependently initiate self-limiting NETosis-driven inflammation. Proc Natl Acad Sci USA. 2016, 113(40): E5856-E5865.
158. Bilyy R., Fedorov V., Vovk V., Leppkes M, Dumych T, Chopyak V, Schett G, Herrmann M. Neutrophil extracellular traps form a barrier between necrotic and viable areas in acute abdominal inflammation. Front Immunol. 2016, 7: 424.
159. Biermann MH, Griffante G, Podolska MJ, Boeltz S, Stürmer J, Munoz LE, Bilyy R, Herrmann M. Sweet but dangerous - the role of immunoglobulin G glycosylation in autoimmunity and inflammation. Lupus, 2016, 25(8): 934-942.
160. Chalopin T, Alvarez Dorta D, Sivignon A, Caudan M, Dumych TI, Bilyy RO, Deniaud D, Barnich N, Bouckaert J, Gouin SG. Second generation of thiazolylmannosides, FimH antagonists for E. coli-induced Crohn's disease. Org Biomol Chem. 2016, 14(16): 3913-3925.
161. Alvarez Dorta D, Sivignon A, Chalopin T, Dumych TI, Roos G, Bilyy RO, Deniaud D, Krammer EM, de Ruyck J, Lensink MF, Bouckaert J, Barnich N, Gouin SG. The antiadhesive strategy in Crohn's disease: orally active mannosides to decolonize pathogenic Escherichia coli from the gut. Chem Biochem. 2016, 17(10): 936-952.
162. Maueroder C, Chaurio R, Dumych T, Podolska M, Lootsik MD, Culemann S, Friedrich R, Bilyy R, Alexiou C, Schett G, Berens C, Herrmann M, Munoz LE. A blast without power - cell death induced by the Tuberculosis-Necrotizing Toxin (TNT) fails to elicit adequate immune responses. Cell Death Differentiation, 2016, 23(6): 1016-1025.
163. Magorivska I, Munoz LE, Janko C, Dumych T, Rech J, Schett G, Nimmerjahn F, Bilyy R, Herrmann M. Sialylation of anti-histone IgG autoantibodies determines their capabilities to participate in the clearance of late apoptotic cells. Clin Exp Immunol. 2016. doi: 10.1111/cei.12744.
164. Sojka B, Podhorodecki A, Banski M, Misiewicz J, Drobczynski S, Dumych T, Lutsik MM, Lutsyk A, Bilyy R. β-NaGdF 4: Eu 3+ nanocrystal markers for melanoma tumor imaging. RSC Advances, 2016, 6(63): 57854-57862.
165. Stumer J, Biermann MHC, Knopf J, Magorivska I, Kastbom A, Svard A, Janko C, Bilyy R, Schett G, Sjowall C, Herrmann M, Munoz LE. Altered glycan accessibility on native immunoglobulin G complexes in early rheumatoid arthritis and its changes during therapy. Clin Exp Immunol. 2017, 189(3): 372-382.
166. Alvarez Dorta D, Chalopin T, Sivignon A, de Ruyck J, Dumych TI, Bilyy RO, Deniaud D, Barnich N, Bouckaert J, Gouin SG. Physicochemical tuning of potent Escherichia coli anti-adhesives by microencapsulation and methylene homologation. Chem Med Chem. 2017, 12(12): 986-998.

Стаття надійшла 20.10.17
Після допрацювання 10.11.1
Підписана до друку 20.12.17