

2. ЕКОЛОГІЯ ДОВКІЛЛЯ

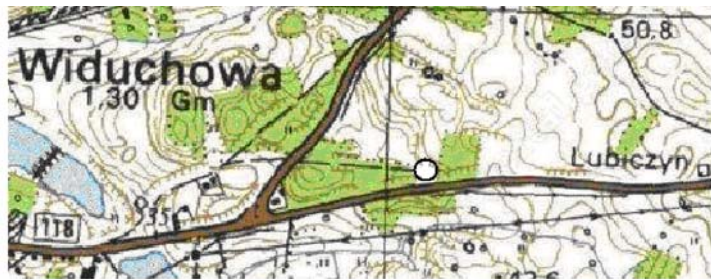
УДК 630*182 Prof. Wanda Bacieczko¹, dr.hab.; mgr inż. Magdalena Winiarska¹,
adjunct Ulana Baszutska², kandydat nauk rolniczych

ASCLEPIAS SYRIACA L. Z RODZINY ASCLEPIADACEAE – ERGAZJOFIT WE FLORZE POLSKI

Niniejsza praca przedstawia nowe stanowisko antropofita – *Asclepias syriaca* L. w Polsce, na Pomorzu Zachodnim. W kraju odnotowanych jest dotychczas tylko 11 stanowisk, większość z nich stwierdzono w ogrodach botanicznych (6). Odnalezione stanowisko zajmuje powierzchnię około 1 ha, na którym masowo rozwija się populacja *Asclepias syriaca*. W Polsce gatunek ten od niedawno uprawiany jest jako roślina ozdobna oraz miododajna przez pszczelarzy w sąsiedztwie pasiek.

Słowa kluczowe: antropofit, *Asclepias syriaca*, gatunek inwazyjny.

Wstęp. Na świecie znanych jest ponad 100 gatunków rodzaju *Asclepias*. Większość z nich odnotowano w Ameryce Północnej (Woodson 1954). W Polsce dotychczas stwierdzono cztery taksony, które ujęto na liście gatunków obcego pochodzenia. Są to: *Asclepias incarnata*, *Asclepias tuberosa*, *Asclepias speciosa* oraz *Asclepias syriaca* (Pogorzelec 2006, Chwil 2009). Spośród nich najlepiej zaaklimatyzowała się *Asclepias syriaca*, mimo to w kraju jej stanowiska są nieliczne (Torkarska-Guzik i in. 2011). Ze względu na złożoną budowę kwiatów, ich intensywny zapach oraz wysoką miododajność uprawiane są przez pszczelarzy, a rzadziej przez ogrodników jako rośliny ozdobne (Chwil 2009). W Polsce ma status ergazjofita, a lokalnie epekofita (Sudnik-Wójcikowska 2011). *Asclepias syriaca* w kraju ujęto na liście gatunków inwazyjnych na podstawie Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 września 2011 r.



Rys. 1. Lokalizacja obszaru badań na terenie gminy Widuchowa: ○ – stanowisko z *Asclepias syriaca* L. (źródło: www.geoportal.gov.pl)

W trakcie badań florystycznych na terenie gminy Widuchowa (województwo zachodniopomorskie) odnotowano nowe stanowisko *Asclepias syriaca* (rys. 1). Zajmuje ono powierzchnię około 1 ha w otoczeniu zbiorowisk leśnych i muraw psamno-

filnych z klasy *Koelerio glaucae-Corynepheretea canescentis* Klika in Kl.& Novak 1941. W systemie kartograficznym ATPOL badany obiekt położony jest w kwadracie AC 12 (Zajac 1978).

W obrębie płatu z *Asclepias syriaca* rosną także: *Arrhenatherum elatius* L., *Dactylis glomerata* L., *Helihrysus arenarium* L., *Astragalus glycyphyllos* L., *Artemisia campestris* L., *Poa angustifolia* L., *Petrorrhagia saxifraga* L., *Myosotis arvensis* L. – głównie z klasy *Koelerio glaucae-Corynepheretea canescentis* Klika in Kl.& Novak 1941.

Asclepias syriaca może występować na glebach o różnej teksturze, najbardziej rozpowszechniona jest na dobrze przepuszczalnych, piaszczysto-gliniastych glebach o gruboziarnistej strukturze (Cramer i Burnside 1982), jednak najlepiej rośnie i obficie kwitnie na glebach urodzajnych (Lipiński 2010). Na badanym stanowisku gatunek ten rozwija się na glebach bielicowych (Prajs 2006).

Systematyka, morfologia i biologia *Asclepias syriaca* L. Taksonomicznie *Asclepias syriaca* L. należy do rodzaju *Asclepias* i rodziny *Asclepiadaceae*. Reprezentuje rząd *Gentianales* i klasę *Monocotyledones* (Rutkowski 2011, Sudnik-Wójcikowska 2011). Synonimy tego gatunku to: *Asclepias cornuti*, *Asclepias intermedia*, *Asclepias kansana* (Woodson 1954).

Asclepias syriaca jest okazałą byliną kłączową, osiągającą wysokość do 150-200 cm (Woodson 1954, Dailey i in. 1978, Sudnik-Wójcikowska 2011). Posiada łodygę o kształcie kwadratowym, nierozgałęzioną, krótko owłosioną z sokiem mlecznym, zawierającym ok. 10% kauczuku (Bhowmik i Bandeen 1976, Sudnik-Wójcikowska 2011). Liście ułożone nakrzyżle (Woodson 1954, Bhowmik i Bandeen 1976, Holdrege, 2010), całobrzegie jajowate, osadzone na krótkich ogonkach, u podstawy zaokrąglone lub lekko sercowate (Woodson 1954). Z wierzchu ciemniejsze, nagie lub lekko owłosione, od spodu matowe, kutnerowate. Pąki kwiatowe ułożone wśród górnych liści szaro-zielone. W miarę wzrostu stają się różowe (Holdrege 2010). Rozwinięte z nich kwiaty mają zmienny kolor, od purpurowego przez jasnorożowy, aż do białego (Woodson 1954, Kaul i in. 1991), tworzą kwiatostan w postaci baldachu (fot. 1).

Kwiaty mają dość skomplikowaną budowę. Kielich zbudowany z 5 zielonych, owłosionych działek o długości 2,5 do 6 mm. Korona kwiatu czerwona z 5 silnie odgiętymi, lancetowatymi, owłosionymi płatkami, o długości 6-9 mm (Bhowmik i Bandeen 1976, Sudnik-Wójcikowska 2011). Pręcików 5, zrosnięte pylnikami ze słupkiem tworzą pręciosłup (Lipiński 2010). Na grzbiecie pręcików obecne są wyrostki zrastające się w tzw. koronę dodatkową, o trójkątnych, wydrążonych łatkach tworzących nektarniki (Sudnik-Wójcikowska 2011). Rogi wyrastające z nektarników, są lekko różowe, łukowato wygięte i zaostrome. Między nimi są małe pionowe szczeliny otwierające się do komory znamieniowej słupka, powyżej której znajduje się mała czarna, lepka uczepekka (Sparrow i Pearson 1948, Lipiński 2010). Pyłek w każdym pręciku zrosnięty jest w dwie spłaszczone, buławkowate pyłkowiny, zwane pollinium (Sparrow i Pearson 1948, Whilson i Rathcke 1974, Sudnik-Wójcikowska 2011). Pyłkowiny z sąsiednich pylników są zrosnięte parami za pomocą lepkiej uczepekki. Uczepekka jest czarna, ma dwa ramiona, które rozciągają się po obu stronach komory pylnikowej. Każde ramię składa się z nóżki i trzoneczka. Taki aparat składający się z

¹ Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie;

² Nacjonalny Uniwersytet Leśno-Techniczny we Lwowie

pyłkowin, ramion i uczepekki nazywa się pollinarium (Sparrow i Pearson 1948, Wyatt 1978, Bookman 1981).

Na jednym osobniku *Asclepias syriaca* rozwija się z kwiatów 1-10 owoców, o długości 5-12 cm. Owocem jest miękkokolczasty mieszek (fot. 1). Niedojrzałe są zielone, mięsiste, pokryte puszystymi włoskami, zwężające się na obu końcach, w części szczytowej zakrzywione. Po dojrzeniu zmieniają barwę na brązową. Mieszek otwiera się szwem na całej długości po stronie wypukłej. Nasiona, wewnątrz mieszka ułożone są kolumnowo, o barwie brązowej, spłaszczone, na szczycie zaopatrzone w pęczek białych jedwabistych włosków (Bhowmik i Bandeen 1976, Holdrege 2010). Są kształtu jajowatego, o długości 5-9 mm i szerokości 3-6 mm (fot.1). W jednym mieszku stwierdzono, iż wykształca się średnio 226 nasion (Willson i Rathcke 1974).



Fot. 1. Kwiatostan, owoce i nasiona z puchem *Asclepias syriaca* L.
(Fot. M. Winiarska, 12.07.2011 r.)

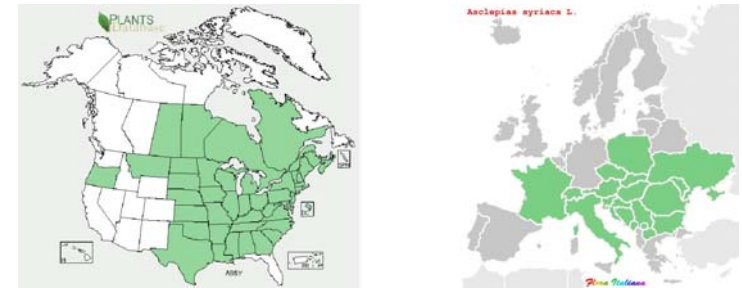
Okres kwitnienia *Asclepias syriaca* trwa od czerwca do końca lipca (Sudnik-Wójcikowska 2011). Pojedyncze kwiaty wydzielające intensywny zapach mogą być otwarte przez ponad tydzień, dostarczają owadom pożywnego nektaru (Sudnik-Wójcikowska 2011). W październiku lub na początku listopada, owoce, które osiągnęły pełną dojrzałość pękają górnym szwem. Widoczne stają się wówczas ciasno upakowane brązowe nasiona z pęczkiem białych włosków, służących do rozsiewania przez wiatr (Holdrege 2010).

W pierwszym roku siewka rozwinięta z nasion jest bardzo delikatna, łatwa do wyeliminowania przez konkurentów, zakwita dopiero w trzecim lub czwartym roku życia. W przypadku rozmnażania wegetatywnego, rośliny te zakwitają już w drugim roku (Lipiński 2010). Okazy, które rozwinęły się z nasion są jednak silniejsze i bardziej płodne od rozwiniętych z kłączy (Csontos i in. 2009).

W przeciwieństwie do pyłków większości kwiatów innych roślin, u *Asclepias syriaca* pyłek pozostaje zwarty w pollinium, aż do momentu wejścia w kontakt ze znamieniem słupka. Podobne przystosowanie wykazują storczykowate (*Orchidaceae*) (Sparrow i Pearson 1948). Nektar wypełniający nektarniki przyciąga wiele owadów m. in. pszczoły, trzmiele i mrówki z rzędu *Hymenoptera*, które jednocześnie uczestniczą w zapylaniu kwiatów (Holdrege 2010) oraz bierze udział w procesie kiełkowania ziaren pyłku (Kevan i in. 1989, Wyatt i Broyles 1994).

Występowanie na świecie i w Polsce. *Asclepias syriaca* pochodzi ze wschodniej części Ameryki Północnej – rys. 2 (Bhowmik i Bandeen 1976, Dailey i in. 1978, Sudnik-Wójcikowska 2011). Jest gatunkiem powszechnie uprawianym, występującym we wschodniej i środkowej części kontynentu (Rosu i in. 2011). W Stanach Zjednoczonych jest bardzo pospolity i występuje na terenie 39 stanów (plants.usda.gov). Dalej na zachód kontynentu *Asclepias syriaca* jest gatunkiem inwazyjnym, zachwaszcza często pola uprawne.

Asclepias syriaca dobrze zaaklimatyzowała się w Europie, uprawiana jest tu od XVIII wieku, a od XIX obserwowana jest jako roślina dziczejąca. Obecnie można ją spotkać w znacznej części Europy (rys.2) (Sudnik-Wójcikowska 2011). Pospolicie występuje na Węgrzech (Farkas i Zajáč 2007, Csontos i in. 2009).



Rys. 2. Występowanie *Asclepias syriaca* L. w Ameryce Północnej i Europie
(źródło: www.usanpn.org, www.luirig.altervista.org)

Stan wiedzy na temat rozmieszczenia *Asclepias syriaca* w Polsce jest niewielki. W kraju odnotowanych jest dotychczas 11 stanowisk, większość z nich stwierdzono w ogrodach botanicznych (6) (Krzaczek 1961, Krzaczek 1963, Bróż i Maciejczak 1991, Kurzac 2003, Rączkowski i Sroka 2003, Sudnik-Wójcikowska 2011). Na Pomorzu Zachodnim gatunek ten odnotowano tylko w pobliżu wsi Widuchowa, w stanie naturalnym (rys. 3).



Rys. 3. Stanowiska *Asclepias syriaca* L. w Polsce (źródło: www.wsipnet.pl i modyfikacja własna)

Asclepias syriaca – gatunek inwazyjny, zagrożenia. *Asclepias syriaca* odznacza się dużą zdolnością do zasiedlania nowych terenów, (poprzez intensywne rozmnażanie wegetatywne), dużą siłą konkurencyjną, posiada również wysokie

właściwości allelopatyczne (Csontos i in. 2009, Kaczmarek 2009). Obecność w niej trujących związków uniemożliwia żerowanie na niej owadom (Farkas i Zającz 2007). Taki system obronny sprawił, że tylko nieliczne zwierzęta przystosowały się do korzystania z niej jako pokarmu (Kabat 2010, Rasmann i in. 2011). Dzięki swoim rozmiarom, liściom o dużej powierzchni oraz ekspansywności, osobniki *Asclepias syriaca* uniemożliwiają rozwój innym gatunkom roślin (Farkas i Zającz 2007, Csontos i in. 2009). Omawiana populacja może pozostać w jednym miejscu do 15 lat – fot. 2 (Lipiński 2010).



Fot. 2. Populacja *Asclepias syriaca* L. przy drodze asfaltowej między Widuchową, a Lubiczynem (Fot. M. Winiarska, 12.07.2011 r.)

Asclepias syriaca jako gatunek inwazyjny może w przyszłości stanowić duże zagrożenie dla rodzimej flory (fot. 2). Efektem jego szybkiego rozprzestrzeniania i zajmowania nowych siedlisk będzie zmniejszenie różnorodności biologicznej danego obszaru, w tym spadek znaczenia rodzimej flory.

Podsumowanie. Niniejsza praca przedstawia nowe stanowisko antropofita *Asclepias syriaca* z rodziny *Asclepiadaceae* odnotowane w Polsce, na terenie Pomorza Zachodniego.

1. Stanowisko *Asclepias syriaca* stwierdzono w okolicach wsi Widuchowa, w stanie naturalnym, rozwija się na zboczu o dużej insolacji, w otoczeniu zbiorowisk leśnych i muraw psammofilnych z klasy *Koelerio glaucae-Corynephoretea canescentis* Klika in Kl. & Novak 1941.
2. Liczebność osobników populacji jest bardzo duża, co świadczy, że populacja na badanym stanowisku rozwija się od wielu lat.
3. Według klasyfikacji geograficzno-historycznej *Asclepias syriaca* w Polsce zaliczono do egazjofitów – gatunków rozprzestrzeniających się z miejsc uprawy.
4. W Polsce *Asclepias syriaca* jest ujęty jako gatunek inwazyjny, mimo że znanych jest dotychczas, na terenie kraju tylko 11 stanowisk.
5. *Asclepias syriaca* jest gatunkiem, który wymaga dalszych badań nad biologią populacji oraz jej rozprzestrzeniania się.

Piśmiennictwo

1. Bhowmik P., Bandeen J. 1976. The biology of Canadian weeds. 19. *Asclepias syriaca* L. Canadian Journal Plant Science 56: 579–589.

2. Bookman S. 1981. The floral morphology of *Asclepias speciosa* (*Asclepiadaceae*) in relation to pollination and a clarification of terminology for the genus. American Journal of Botany 68: 675–679.
3. Bróz E., Maciejczak B. 1991. Niektóre nowe oraz rzadkie i zagrożone gatunki roślin naczyniowych we florze miasta i strefy podmiejskiej Kielc. Fragm. Flor. Geobot. 36 (1): 171–179.
4. Chwil M. 2009. Nektarowanie kwiatów dwóch gatunków z rodzaju trojeść (*Asclepias*). XLVI Naukowa Konferencja Pszczelarska. Puławy, 10-11.03.2009, 118.
5. Cramer G., Burns O. 1982. Distribution and interference of common milkweed (*Asclepias syriaca*) in Nebraska. Weed Science 30: 385–388.
6. Csontos P., Bozsing E., Cseresnyés I., Pensza K. 2009. Reproductive potential of the alien species *Asclepias syriaca* L. (*Asclepiadaceae*) in the rural landscape. Polish Journal Ecology 57(2): 383–384.
7. Dailey P., Graves R., Kingsover J. 1978 Survey of Coleoptera collected on the common milkweed, *Asclepias syriaca*, at one site in Ohio. The Coleopterists Bulletin 32 (3): 223–229.
8. Farkas A., Zającz E. 2007. Nectar production for the Hungarian honey industry. The European Journal of Plant Science and Biotechnology 1 (2): 125–151.
9. Gold J., Shore J. 1995. Multiple paternity in *Asclepias syriaca* using a paired-fruit analysis. Can. J. Bot. 73: 1212–1216.
10. Holdrege C. 2000. Where do organisms end? In Context 3: 14–16.
11. Jennersten O., Morse D. 1991. The quality of pollination by diurnal and nocturnal insects visiting common milkweed, *Asclepias syriaca*. American Midland Naturalist 125: 18–28.
12. Kabat S. Dick C., Hunter M. 2010. Isolation and characterization of microsatellite loci in the common milkweed, *Asclepias syriaca* (*Apocynaceae*). American Journal of Botany 97 (5): 37–38. popr.
13. Kaczmarek S. 2009. Wykorzystanie potencjału allelopatycznego roślin w wybranych uprawach rolniczych. Post. Ochr. Rośl. 49 (3): 1502–1511.
14. Kaul R., Rolfmeier S., Esch J. 1991. The distribution and reproductive phenology of the milkweeds (*Asclepiadaceae*: *Asclepias* and *Cynanchum*) in Nebraska. Transactions of the Nebraska Academy of Sciences 18: 127–140.
15. Kevan P., Eisikowitch D., Rathwell B. 1989. The role of nectar in the germination of pollen in *Asclepias syriaca* L. Botanical Gazette 150 (3): 266–270.
16. Krzaczek T. 1963. Nowe stanowiska rzadszych roślin na Lubelszczyźnie. Część 3. Fragmenta Floristica et Geobotanica 9 (4): 447–454.
17. Krzaczek T. 1961. Nowe stanowiska rzadszych roślin na Lubelszczyźnie. Część 2. Fragmenta Floristica et Geobotanica 7 (2): 299–304.
18. Kurzac T. 2003. Rośliny lecznicze w Ogrodzie Botanicznym w Łodzi. Biuletyn Ogródów Botanicznych 12: 201–206.
19. Lipiński M. 2010. Pożytki pszczele. PWRiL. Warszawa.
20. Pogorzelec M. 2006. Rośliny Miododajne. Wydawnictwo Sądecki Bartnik. Nowy Sącz.
21. Prajs J. 2006. Waloryzacja przyrodnicza gminy Widuchowa. Szczecin.
22. Rasmann S., Erwin A., Halitschke R., Agrawal A. 2011. Direct and indirect root defences of milkweed (*Asclepias syriaca*): trophic cascades, trade-offs and novel methods for studying subterranean herbivory. Journal of Ecology 99: 16–25.
23. Rączkowski W., Sroka J. 2003. Historia i kultura Ziemi Sławieńskiej. Tom II. Sławieński Dom Kultury, Fundacja "Dziedzictwo". Sławno.
24. Rosu A., Guidea D., Dobrinou R., Toma F., Rosu D., Sava N., Manolache C. 2011. *Asclepias syriaca* L. – an underexploited industrial crop for energy and chemical feedstock. Romanian Biotechnological Letters. Supplement 16 (6): 131–138.
25. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2011 r. w sprawie listy roślin i zwierząt gatunków obcych, które w przypadku uwolnienia do środowiska przyrodniczego mogą zagrozić gatunkom rodzimym lub siedliskom przyrodniczym (Dz. U.2011.210.1260).
26. Rutkowski L. 2011. Klucz do oznaczania roślin naczyniowych Polski niżowej. PWN. Warszawa.
27. Sparrow F., Pearson N. 1948. Pollen compatibility in *Asclepias syriaca*. Journal of Agricultural Research 77 (6): 187–199.
28. Sudnik-Wójcikowska B. 2011. Flora Polski. Rośliny synantropijne. Multico. Oficyna Wydawnicza. Warszawa.
29. Tokarska-Guzik B., Dajdok Z., Zającz M., Urbisz A., Danielewicz W. 2011. Identyfikacja i kategoryzacja roślin obcego pochodzenia jako podstawa działań praktycznych. W: Kącki Z., Stefańska-Krzaczek E. (red.), Synantropizacja w dobie zmian różnorodności biologicznej. Acta Botanica Silesiaca 6: 23–53.

30. Willson M., Rathcke B. 1974. Adaptive design of the floral display in *Asclepias syriaca* L. American Midland Naturalist 92: 47–57.
31. Woodson R. 1954. The North American species of *Asclepias* L. Ann. Missouri Botanical Garden 41 (1): 1–211.
32. Wyatt R. 1978. Experimental evidence concerning the role of the corpusculum in *Asclepias* pollination. Systematic Botany 3 (3): 313–321.
33. Wyatt R., Broyles S. 1994. Ecology and evolution of reproduction in milkweeds. Annual Review of Ecology and Systematics 25: 423–441.
34. Zając 1978. Założenia metodyczne atlasu rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce. Wiad. Bot. 3 (22): 145–155.

Strony internetowe

- [Electronic resource]. – Mode of access <http://www.geoportal.gov.pl>
- [Electronic resource]. – Mode of access <http://www.luirig.altervista.org>
- [Electronic resource]. – Mode of access <http://www.plants.usda.gov>
- [Electronic resource]. – Mode of access <http://www.usanpn.org>
- [Electronic resource]. – Mode of access <http://www.wspinet.pl>

Бацєчко В., Вінярска М., Башуцька У. Ваточник сирійський (*Asclepias syriaca* L.) з родини Asclepiadaceae – ергазіофіт у флорі Польщі

Встановлено нове місцезростання антропофіта *Asclepias syriaca* L. у Польщі, на Західному Помор'ї. У цій місцевості дотепер описано 11 місцезростань, більшість з яких належить до складу ботанічних садів (6). Встановлене місцезростання займає поверхню близько 1 га, тут масово розвивається популяція *Asclepias syriaca*. У Польщі цей вид останнім часом культивується як декоративна, а також медодайна рослина у суцідстві з пасіками.

Ключові слова: антропофіт, *Asclepias syriaca*, інвазійний вид.

Baciczko W., Winiarska M., Baszutska U. *Asclepias syriaca* L. from Asclepiadaceae family – ergasiophyte in flora of Poland

This article shows a new location of anthropophyte – *Asclepias syriaca* L. in Poland, in West Pomerania. Only 11 locations of that species have been noted in the country so far, most of them have been found in the botanical gardens (6). Found location is characterized by the area of about 1 ha. Population of *Asclepias syriaca* develops commonly in that area. In Poland that species has been cultivated by gardeners in the gardens and by the bee-keepers near aparies until recently.

Keywords: anthropophyte, *Asclepias syriaca*, invasive species.

УДК 504

Доц. Б.Б. Артамонов, канд. військ. наук –
Хмельницький національний університет

ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ КІЛЬКОСТІ СУМАРНИХ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮВАЛЬНИХ РЕЧОВИН ВНАСЛІДОК ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ З КАРБЮРАТОРНИМИ ДВИГУНАМИ

Обґрунтовано періодичність проведення профілактичних і відновлювальних робіт та періодичність здійснення екологічного контролю щодо кількості викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря за типами забруднювальних речовин для автомобільної техніки застарілих зразків (карбюраторні двигуни внутрішнього згоряння).

Ключові слова: автомобільний транспорт, забруднювальні речовини, паливна апаратура, періодичність здійснення екологічного контролю.

Мета дослідження – визначити періодичність проведення профілактичних і відновлювальних робіт та періодичність здійснення екологічного контролю щодо кількості викидів за типами забруднювальних речовин (ЗР).

Об'єкт дослідження – карбюраторні двигуни внутрішнього згоряння.

Предмет дослідження – шляхи зменшення негативного впливу карбюраторних двигунів внутрішнього згоряння на навколишнє середовище.

Методика дослідження – детермінована модель для розрахунку кількості сумарних викидів ЗР за визначений період експлуатації автомобільної техніки (АТ) з урахуванням його технічного стану; теорія марківських процесів.

Результати дослідження. Отримано детерміновані та стохастичні моделі розрахунку кількості сумарних викидів ЗР внаслідок експлуатації АТ. Із застосуванням моделей розроблено методику розрахунку. Кількість сумарних викидів ЗР від експлуатації АТ значною мірою залежить від технічного стану зразка. Безпосередня кількість викидів залежить саме від стану паливної апаратури. Тому виникає необхідність у проведенні запобіжних заходів щодо контролю та утримання елементів паливної апаратури в стані, який відповідав би як технічним умовам, так і вимогам щодо екологічності експлуатації АТ [1]. Такими заходами можуть бути:

- визначена періодичність виконання відновлювальних робіт;
- встановлення періодичності здійснення профілактичних заходів;
- визначення періодичності здійснення контролю з боку технічних служб.

Кількість та рівень токсичності залежить як від якості пального, що застосовується для живлення двигуна, так і від параметрів елементів системи живлення двигуна [2]. Як відомо, у процесі експлуатації відбувається зміна значень параметрів елементів паливної апаратури, що призводить до надлишкових викидів ЗР внаслідок використання автотранспортного засобу. Тому виникає необхідність у визначенні періодичності проведення профілактичних та діагностичних робіт для відновлення значень параметрів елементів паливної апаратури з метою недопущення надлишкових сумарних викидів та перевищення рівня концентрації ЗР у них.

Періодичність виконання профілактичних робіт – це наробіток між двома послідовними однорідними операціями [3]. Під час проведення профілактичних робіт доцільно застосовувати два методи доведення виробу до необхідного технічного стану.

За першим методом визначається періодичність, за якої виробу відновлюють номінальні значення параметрів. За другим методом – за заданою періодичністю проведення профілактичних робіт встановлюють періодичність проведення діагностичних робіт з метою контролю значень параметрів. При цьому, найважливішим є прогнозування залишкового ресурсу. Найпростішим наближеним методом його реалізації є лінійне прогнозування, коли зміну параметрів, залежно від напрацювання, вважають лінійною та визначають за формулою [4]

$$l_{зал} = l \left(\frac{P_{сп} - P_{поч}}{P_1 - P_{поч}} \right) - 1, \quad (1)$$

де: $l_{зал}$ – залишковий ресурс за кілометр наробітку, км; l – наробіток з початку експлуатації, км; $P_{поч}$ – початкове значення параметру; $P_{сп}$ – граничне значення параметру; P_1 – значення параметра на момент визначення стану.

Але формулу (1) можливо застосовувати за відомих значень параметрів, тобто за безпосереднього демонтажу та розбирання вузлів і агрегатів на елемен-