

ISSN 2708-4078

DOI 10.46913/beekeepingjournal.2022.9.00

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР
«ІНСТИТУТ БДЖІЛЬНИЦТВА ІМЕНІ П.І. ПРОКОПОВИЧА»

ІНСТИТУТ БІОЛОГІЇ ТВАРИН

БДЖІЛЬНИЦТВО УКРАЇНИ

Beekeeping of Ukraine

НАУКОВО-ВИРОБНИЧИЙ ЖУРНАЛ

SCIENTIFIC AND PRODUCTION JOURNAL

Випуск 9

Issue 9

Засновано в 2014 р.



Видавничий дім
«Гельветика»
2022

УДК 638.1 (477)

Бджільництво України : наук.-вироб. журн. / ННЦ «Ін-т бджільництва ім. П.І. Прокоповича» НААН України, Ін-т біології тварин НААН України. Вип. 9. – Київ : Видавничий дім «Гельветика», 2022. – 118 с.

Редакційна колегія журналу підтримує політику щодо об'єктивного висвітлення та доведення до громадськості результатів актуальних наукових досліджень українських і зарубіжних учених, наукових та науково-педагогічних працівників закладів вищої освіти і наукових установ, представників органів влади, працівників сільського господарства та інших відомств, а також молодих науковців у галузі аграрних, ветеринарних, природничих наук.

На підставі Наказу МОН України № 320 від 07.04.2022 р. (додаток 2) та Наказу МОН України № 894 від 10.10.2022 р. (додаток 2) журнал включено до Переліку наукових фахових видань України категорії «Б» у галузі Природничі науки (101 – Екологія), у галузі Ветеринарна медицина (211 – Ветеринарна медицина, 212 – Ветеринарна гігієна, санітарія і експертиза) та у галузі Аграрні науки та продовольство (204 – Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва).

Рекомендовано до друку Вченою радою
ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича» НААН України
(протокол № 8 від 04.11.2022 р.)
Рекомендовано до друку Вченою радою Інституту біології тварин НААН України
(протокол № 11 від 08.12.2022 р.)

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор:

Постоєнко В. О. – доктор сільськогосподарських наук, професор, ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича», м. Київ, Україна

Заступники головного редактора:

Литвиненко О. М. – кандидат біологічних наук, ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича», м. Київ, Україна
Федорук Р. С. – доктор ветеринарних наук, професор, член-кореспондент НААН, Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна
Соломаха В. А. – доктор біологічних наук, професор, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна

Відповідальний секретар:

Акименко Л. І. – кандидат біологічних наук, ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича», м. Київ, Україна

Члени редакційної колегії:

Адамчук Л. О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна; Безпалый І. Ф. – кандидат сільськогосподарських наук, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна; Бергілевич О. М. – доктор ветеринарних наук, професор, Медичний інститут Сумського державного університету, м. Суми, Україна; Бріндза Ян – кандидат наук, доцент, професор, Словацький університет сільського господарства, м. Нітра, Словацька Республіка; Данилик І. М. – доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, Інститут екології Карпат НАН, м. Львів, Україна; Жук А. В. – кандидат біологічних наук, доцент, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці, Україна; Іскра Р. Я. – доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна; Коваленко В. Л. – доктор ветеринарних наук, професор, Державний науково-контрольний інститут біотехнології і штамів мікроорганізмів, м. Київ, Україна; Коломійчук В. П. – доктор біологічних наук, доцент, Ботанічний сад імені акад. О. В. Фоміна Київського національного університету імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна; Ковальчук І. І. – доктор ветеринарних наук, старший науковий співробітник, Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, м. Львів, Україна; Матушкіна Н. О. – кандидат біологічних наук, доцент, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна; Мерзлов С. В. – доктор сільськогосподарських наук, професор, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна; Недашківський В. М. – доктор сільськогосподарських наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна; Сенчило О. О. – кандидат біологічних наук, доцент, ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича», м. Київ, Україна; Сорока Н. М. – доктор ветеринарних наук, професор, академік АН вищої освіти України, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна; Ушкалов В. О. – доктор ветеринарних наук, академік НААН, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна; Хлебо Роберт – доктор філософії, доцент, Словацький університет сільського господарства, м. Нітра, Словацька Республіка.

Адреса редакції: 03143, м. Київ, вул. Академіка Заболотного, 19

тел.: +38(044) 526-67-98; тел./факс: (044) 526-31-89

Національний науковий центр «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича»

E-mail: editor@journalbeekeeping.in.ua; http://www.journalbeekeeping.com.ua/

Засновник – Національний науковий центр «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича»

Науковий збірник друкується на підставі свідоцтва про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації, виданого Міністерством юстиції України (серія КВ № 21104-10904Р від 16.12.2014 р.)

Періодичність: 2 рази на рік

Редакція залишає за собою право на редагування текстів, яке не змінює позиції автора.

Автор несе відповідальність за фактичний виклад матеріалу.

ISSN 2708-4078 (print)

© ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича» НААН України, 2022

© Інститут біології тварин НААН України, 2022

© Автори статей, 2022

UDC 638.1 (477)

Bdzhilnytstvo Ukrainy : nauk.-vyrob. zhurn. / NNTs «In-t bdzhilnytstva im. P.I. Prokopovycha» NAAN Ukrainy, In-t biolohii tvaryn NAAN Ukrainy. Issue 9. – Kyiv : Publishing House “Helvetica”, 2022. – 118 s.

The editorial board of the journal supports a policy of objective coverage and communicating to the public the results of relevant scientific research of Ukrainian and foreign scientists, researchers and teaching scientific staff of higher education institutions, government authorities, workers of agriculture and other institutions as well as young scientists in the branch of agricultural, veterinary, natural sciences.

Based on the Order of Ministry of Education and Science of Ukraine № 320 dated 07.04.2022 (annex 2) and the Order of Ministry of Education and Science of Ukraine № 894 dated 10.10.2022 (annex 2) the journal is included in the List of professional editions of Ukraine (category "B") in the area of Natural Sciences (101 – Environmental sciences), in the field of Veterinary (211 – Veterinary, 212 – Veterinary hygiene, sanitation and expertise) and in the area of Agricultural Sciences and Food (204 - Technology of production and processing of animal husbandry products).

*Recommended for publication by the Academic Council of National Scientific Centre
«Institute of beekeeping named after P.I. Prokopovich» of NAAS
(protocol № 8 of 4 November 2022)*

*Recommended for publication by the Academic Council of Institute of Animal Biology of NAAS
(protocol № 11 of 8 December 2022)*

EDITORIAL BOARD

Editor-In-Chief:

Postoienko V. – Dr.Sc. (agricultural sciences), professor, National Scientific Centre «Institute of Beekeeping Named After P.I. Prokopovich», Kyiv, Ukraine

Deputy Editors:

Lytvynenko O. – PhD (biological sciences), National Scientific Centre «Institute of beekeeping named after P.I. Prokopovich», Kyiv, Ukraine
Fedoruk R. – Dr.Sc. (veterinary sciences), professor, corresponding member of NAAS, Institute of Animal Biology of NAAS, Lviv, Ukraine
Solomakha V. – Dr.Sc. (biological sciences), professor, Institute of Agroecology and Nature Management of the National Academy of Sciences, Kyiv, Ukraine

Executive Secretary:

Akymenko L. – PhD (biological sciences), National Scientific Centre «Institute of beekeeping named after P.I. Prokopovich», Kyiv, Ukraine

Members of the editorial board:

Adamchuk L. – PhD (agricultural sciences), docent, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine; Bezpalyi I. – PhD (agricultural sciences), Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine; Berhilevych O. – Dr.Sc. (veterinary sciences), professor, Sumy State University, Medical Institute, Sumy, Ukraine; Brindza Y. – PhD, docent, professor, Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic; Danylyk I. – Dr.Sc. (biological sciences), senior researcher, Institute of Carpathian Ecology, Lviv, Ukraine; Zhuk A. – PhD (biological sciences), docent, Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine; Iskra R. – Dr.Sc. (biological sciences), senior researcher, Institute of Animal Biology, Lviv, Ukraine; Kovalenko V. – Dr.Sc. (veterinary sciences), professor, State Research and Control Institute of Biotechnology and Strains of Microorganisms, Kyiv, Ukraine; Kolomiichuk V. – Dr.Sc. (biological sciences), docent, Botanical Garden acad. O.B. Fomina of Taras Shevchenko Kyiv National University, Kyiv, Ukraine; Kovalchuk I. – Dr.Sc. (veterinary sciences), senior researcher, Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S. Z. Gzhitskyi, Lviv, Ukraine; Matushkina N. – PhD (biological sciences), docent, Taras Shevchenko Kyiv National University, Kyiv, Ukraine; Merzlov S. – Dr.Sc. (agricultural sciences), professor, Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine; Nedashkivskyi V. – Dr.Sc. (agricultural sciences), docent, Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine; Senchylo O. – PhD (biological sciences), docent, National Scientific Centre «Institute of Beekeeping Named After P.I. Prokopovich», Kyiv, Ukraine; Soroka N. – Dr.Sc. (veterinary sciences), professor, Academician of the Academy of Higher Education of Ukraine, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine; Ushkalov V. – Dr.Sc. (veterinary sciences), Academician of the National Academy of Sciences, professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine; Khliebo R. – Dr.Sc. philosophy, docent, Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic.

The address of the editorial office: 03143, Kyiv, Akademika Zabolotnogo St., 19

tel.: +38(044) 526-67-98; tel./fax: (044) 526-31-89

National Scientific Centre «Institute of beekeeping named after P.I. Prokopovich»

E-mail: editor@journalbeekeeping.in.ua; <http://www.journalbeekeeping.com.ua/>

Founder – National Scientific Centre «Institute of beekeeping named after P.I. Prokopovich»

Scientific collection is published on the basis of certificate of the State registration of mass media print publication, issued by the Ministry of Justice of Ukraine (series KB № 21104-10904P on 16th of December, 2014)

Frequency: twice a year

Editorial stuff reserves the right to edit the texts without changing author's attitude.

The author is responsible for the factual account of material.

© National Scientific Centre «Institute of beekeeping
named after P.I. Prokopovich», 2022
© Institute of Animal Biology of NAAS, 2022
© Authors of the articles, 2022

ISSN 2708-4078 (print)

ЗМІСТ

Вступне слово.....	6
Антонів А. Д., Адамчук Л. О., Лісогурська Д. В., Пилипко К. В. <i>Розроблення рецептури пшеничного хліба з додаванням бджолиного обніжжя з фацелії.....</i>	7
Гречка Г. М., Сенчук Т. Ю., Кулинич І. М., Соловйова Т. М., Іванова В. Д. <i>Міра захисної моторики медоносних бджіл</i>	16
Демчук Л. І., Циганенко-Дзюбенко І. Ю. <i>Роль бджільництва на дахах міських будинків.....</i>	21
Діденко В. І., Куземко А. А., Безсмертна О. О., Шиндер О. І., Кучер О. О., Шевчик В. Л., Подобайло А. В., Костіков І. Ю. <i>Ваточник звичайний (Asclepias syriaca L., Аросупасеае Juss.) – інвазійно небезпечний медонос флори України.....</i>	27
Жукорський О. М., Атарщикова А. М. <i>Апімоніторинг стану навколишнього середовища.....</i>	40
Зароченцева О. Д., Черлінка Л. В., Жук А. В., Черлінка В. Р., Герасимюк П. В., Федоряк М. М. <i>Вплив комахозапилення на насіннєві характеристики та врожайність гібридів соняшника.....</i>	46
Ковальчук І. І., Андрошулік Р. Л., Цап М. М. <i>Вплив різних доз нанотехнологічного цитрату магнію на життєздатність бджіл.....</i>	57
Кошова Л. М., Сенчило О. О., Сенчук Т. Ю., Атарщикова А. М. <i>Необхідність збереження ентомофільної ранньовесняної флори як головного екологічного фактору у розвитку бджіл.....</i>	64
Лазарева Л. М., Акименко Л. І., Постоєнко В. О., Ковальська Л. М. <i>Оптимізація комплексного підходу щодо виявлення залишкових кількостей антимікробних речовин у меді бджолиному.....</i>	70
Міщенко О. А., Литвиненко О. М., Боднарчук Г. Л., Криворучко Д. І., Афара К. Д. <i>Забезпечення потреб бджолиної сім'ї в білковому кормі.....</i>	79
Недашківський В. М., Бомко В. С., Недашківська Н. В., Повозніков М. Г. <i>Вміст макро- і мікроелементів в кормовому меді за підгодівлі бджіл глюкозно-фруктозним сиропом.....</i>	83
Папп В. В., Керек С. С. <i>Ефективність цілеспрямованих доборів при чистопородних типовому та внутрішньотиповому комбінативному розведеннях карпатських бджіл Синевир.....</i>	87
Постоєнко В. О., Нікітіна Л. М., Жолобак Н. М., Засєкін Д. А., Єфіменко Т. М., Односум Г. В., Постоєнко Г. В. <i>Вплив пробіотика «Апінормін» та наноцерію на показники тривалості життя бджіл у лабораторних умовах.....</i>	92
Постоєнко Г. В. <i>Нормофлора кишківника бджіл та перспективи її практичного застосування.....</i>	99
Федак В. В. <i>Вплив якості корму на показники розвитку восковидільної залози у медоносних бджіл (Apis mellifera L.).....</i>	109
Харчук Л. М., Боднарчук Г. Л., Міщенко О. А., Романенко Л. І. <i>Благодійник і патріот.....</i>	114

CONTENTS

Introduction.....	6
Antoniv A. D., Adamchuk L. O., Lisohurska D. V., Pylypko K. V. <i>Development of the recipe of wheat bread with the addition of bee pollen from phacelia.....</i>	7
Grechka H. M., Senchuk T. Yu., Kulinich I. M., Solovyova T. N., Ivanova V. D. <i>Measure of defensive motics of honey bees.....</i>	16
Demchuk L. I., Tsyganenko-Dzyubenko I. Yu. <i>The role of beekeeping on the roofs of city buildings.....</i>	21
Didenko V. I., Kuzemko A. A., Bezsmertna O. O., Shynder O. I., Kucher O. O., Shevchyk V. L., Podobaylo A. V., Kostikov I. Yu. <i>Common milkweed (Asclepias syriaca L., Apocynaceæ Juss.) – the highly invasive and honey bearer species of the Ukrainian flora.....</i>	27
Zhukorskyi O. M., Atarshchykova A. M. <i>Apimonitoring of the state of the environment.....</i>	40
Zarochentseva O. D., Cherlinka L. V., Zhuk A. V., Cherlinka V. R., Herasymiuk P. V., Fedoriak M. M. <i>Impact of insect pollination on seed characteristics and yield of sunflower hybrids.....</i>	46
Kovalchuk I. I., Androshulik R. L., Tsap M. M. <i>The influence of different doses of nanotechnologic magnesium citrate on the vitality of bees.....</i>	57
Koshova L. M., Senchylo O. O., Senchuk T. Yu., Atarshchykova A. M. <i>The need to preserve entomophilic early spring flora as the main ecological factor in the development of bee.....</i>	64
Lazareva L. M., Akymenko L. I., Postoienko V. O., Kovalska L. M. <i>Optimization of the complex approach to the detection of residual quantities of antimicrobial substances in bee honey.....</i>	70
Mishchenko O. A., Lytvynenko O. M., Bodnarchuk G. L., Kryvoruchko D. I., Afara K. D. <i>Providing the bee colony with protein food.....</i>	79
Nedashkivskiy V. M., Bomko V. S., Nedashkivska N. V., Povochnikov M. H. <i>The content of macro and micro elements in forage honey produced by feeding bees with glucose-fructose syrup.....</i>	83
Papp V. V., Kerek S. S. <i>Efficiency of targeted selections in the typical and inner-typical combinative breeding of the Synevir-type Carpatian bees.....</i>	87
Postoienko V. O., Nikitina L. M., Zholobak N. M., Zasiakin D. A., Yefimenko T. M., Odnosum H. V., Postoienko H. V. <i>The influence of feeding the probiotic "Apinormin" and nanocerium on the indicators of life duration of bees in laboratory conditions.....</i>	92
Postoienko H. V. <i>Normal flora of the intestine of bees and prospects of its practical application.....</i>	99
Fedak V. V. <i>Influence of feed quality on wax gland development indicators in honey bees (Apis mellifera L.).....</i>	109
Kharchuk L. M., Bodnarchuk G. L., Mishchenko O. A., Romanenko L. I. <i>Benefactor and patriot.....</i>	114

УДК 58.009: 581.553

DOI <https://doi.org/10.46913/beekeepingjournal.2022.9.04>

¹ ДІДЕНКО В. І., д-р філософії, ORCID: 0000-0002-5947-2307, e-mail: vitaliadidenko14@gmail.com

² КУЗЕМКО А. А., д-р біол. наук, ORCID: 0000-0002-9425-2756, e-mail: anyameadow.ak@gmail.com

³ БЕЗСМЕРТНА О. О., канд. біол. наук, ORCID: 0000-0001-8764-8878, e-mail: olesya.bezsmertna@gmail.com

⁴ ШИНДЕР О. І., канд. біол. наук, ORCID: 0000-0003-1146-0873, e-mail: shinderoleksandr@gmail.com

² КУЧЕР О. О., канд. біол. наук, ORCID: 0000-0002-4197-0471, e-mail: kucher.oksana29@gmail.com

³ ШЕВЧИК В. Л., канд. біол. наук, ORCID: 0000-0001-5981-3776, e-mail: shevchykvasyl1011@gmail.com

³ ПОДОБАЙЛО А. В., канд. біол. наук, ORCID: 0000-0003-2958-8445, e-mail: podobaylo@knu.ua

^{1,5} КОСТИКОВ І. Ю., д-р біол. наук, проф., ORCID: 0000-0002-6071-710, e-mail: avern25@i.ua

¹ ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича», м. Київ, Україна

² Інститут ботаніки імені М.Г. Холодного Національної академії наук України, м. Київ, Україна

³ Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

⁴ Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка Національної академії наук України, м. Київ, Україна

⁵ Державний науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України, м. Київ, Україна

ВАТОЧНИК ЗВИЧАЙНИЙ (*ASCLEPIAS SYRIACA* L., *AROSYNACEAE* JUSS.) – ІНВАЗІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИЙ МЕДОНОС ФЛОРИ УКРАЇНИ

Наводяться дані про поширення високоінвазійного виду флори України – ваточника звичайного (*Asclepias syriaca* L., *Arosynaceae*). Вид приурочений до порушених відкритих ділянок, де виступає домінантом, витісняючи аборигенні види. Є широко розповсюдженою інвазійною рослиною у європейських країнах, де включений до офіційного переліку чужорідних інвазійних видів, проте в Україні не є карантинним об'єктом. Ваточник звичайний є чудовим медоносом, але, з метою запобігання подальших інвазій у природні екосистеми, обґрунтовується необхідність контролю його чисельності шляхом щорічного скошування.

Ключові слова: адвентивний вид, біорізноманіття, гібридизація, інвазійний вид, фітоінвазія, фітоценоз.

Вступ. Проблема ресурсної бази, пов'язаної, в першу чергу, з медоносними рослинами, є одним з наріжних каменів бджільництва, і актуальна для будь-якого виробника меду. Одним із перспективних напрямків вирішення цієї проблеми вважається розширення спектру кормової бази бджіл за рахунок чужинних рослин-інтродуцентів, які характеризуються високою медопродуктивністю та дозволяють отримувати якісний, часто ексклюзивний мед. Проте далеко не всі перспективні з точки зору бджоляра види-інтродуценти є безпечними для біорізноманіття в цілому та рослин-медоносів аборигенної флори. Найбільшу небезпеку становлять адвентивні інвазійні рослини.

Проблема біологічних інвазій рослин – одна з найважливіших глобальних екологічних проблем сучасності. Ця проблема набула серйозного значення, оскільки інвазії адвентивних рослин є шкодочинними для природних екосистем та призводять до суттєвих втрат біорізноманіття, як на рівні окремих країн та континентів, так і у планетарному масштабі. В Україні вплив таких організмів на довкілля зростає з кожним роком. За рівнем адвентизації флори Україна займає досить високе місце серед інших флор світу. Наразі спонтанна фракція адвентивної флори нараховує 830 видів судинних рослин

(у тому числі 18% – археофіти та 82% – кенофіти), що складає близько 14% від загальної кількості видів флори України. Адвентивні фракції флор країн Західної Європи складають 13–18%, Японії – 14%, США – 29%, Австралії – 11%. В Україні з середини XIX ст. і до початку XXI ст. кількість адвентивних видів постійно збільшується (Зав'ялова, 2019).

Одним з високоінвазійних видів флори України є *Asclepias syriaca* L. (ваточник звичайний або сирійський), що належить до родини *Arosynaceae* Juss. (*Gentianales*, *Magnoliophyta*) (Вісюліна, 1957; Протопопова, Шевєра, 2019; https://europusmed.org/cdm_dataportal/taxon/3f99a68a-1714-421a-bb55-7930c53deef6). Цей вид був завезений з Північної Америки у Старий Світ у XVII ст., і протягом наступних двохсот років був інтродукований у теплих та помірних районах Західної та Центральної Європи як декоративна і цінна медоносна рослина (Bagi, 2008). У середині XIX ст. ваточник звичайний вперше був відмічений у складі природних європейських рослинних угруповань. У XX ст. почав масово розселятися в антропогенно трансформованих та квазіприродних місцезростаннях, а з середини цього ж сторіччя – у природних екосистемах (Gudžinskas et al., 2021). У XXI ст. рішенням Європарламенту та Комісії ЄС по Інвазійним Чужинним Видам

A. syriaca був включений до списку інвазійних чужинних видів Європейського Союзу (Норма EU 2017/1263).

Таким чином, щодо ваточника звичайного, з одного боку, як цінного медоноса, у якому зацікавлена бджолярська спільнота, з іншого – як небезпечного інвазійного агента, що спричинює біозабруднення територій та призводить до втрати аборигенного біорізноманіття, наявний очевидний конфлікт, що обумовив мету роботи.

Мета роботи. На основі аналізу даних щодо історії натуралізації в Україні, біологічних, фітоценотичних та молекулярно-генетичних особливостей, пов'язаних з інвазійним потенціалом, впливом на природні угруповання та апробації методів контролю ваточника звичайного дати відповідь на питання щодо можливості та умов впровадження *A. syriaca* у практику бджільництва як компонента ресурсної бази.

Матеріали і методи досліджень. У ході виконання роботи використовували ретроспективний аналіз, експедиційні маршрутні обстеження, моніторингові спостереження, фітоценотичні методи, молекулярно-генетичний аналіз та пілотні польові експерименти.

Ретроспективний аналіз проводили на основі доступних літературних джерел для поточення інтродукційної історії та натуралізації ваточника звичайного в Україні.

Моніторингові спостереження виконували на території Канівського природного заповідника та прилеглих територій Середнього Придніпров'я (тривалість – понад 20 років), Національного природного парку «Пирятинський» (8 років), екологічного стаціонару «Велики Балики» Ржищівської МОТГ Київської обл. (2 роки), а також у с. Полиця Камінь-Каширського р-ну (Волинська обл.). Експедиційні маршрутні обстеження проведені по всіх областях України протягом останніх 20 років.

Фітоценотичні методи включали оцінки абсолютної чисельності та щільності локальних популяцій *A. syriaca*, вікових спектрів, переважаючого типу розмноження (насінного чи вегетативного) з одночасним геоботанічним описом рослинних угруповань, де зростає ваточник звичайний. Геоботанічні описи виконували за стандартними методиками (Braun-Blanquet, 1964).

Оцінки щодо медопродуктивності ваточника звичайного, рекомендовані площі та мінімальні показники щільності рослин, необхідні для отримання монофлорного меду з ваточника визначали розрахунковими методами на основі літературних даних про медопродуктивність, оригінальних даних щодо кількості суцвіть та квіток у перерахунку на одну рослину та геоботанічних даних щодо відносної чисельності

ваточника у монодомінантних та полідомінантних угрупованнях.

Генетичну різноманітність *A. syriaca* оцінювали за кількістю алелей восьми локусів маркерних послідовностей ядерної (nrDNA) та хлоропластної (cpDNA) ДНК представників аборигенних (Північна Америка) та інтродукованих (Європа) популяцій. До вибірки були включені також два види – *A. speciosa* Torr. та *A. ovalifolia* Desne., які за молекулярними даними по різних локусах показали найбільшу схожість з *A. syriaca*. Для аналізу nrDNA використовували послідовності кластеру ядерних рибосомальних генів – внутрішні спейсери *ITS1* та *ITS2* та ген *5.8S rRNA*, для cpDNA – гени великої субодиниці RuBisCo (*rbcL*) та матурази *K (matK)*, міжгенні спейсери *trnT-trnL IGS* та *trnL-trnF IGS*, інтрон гену лейцин-транспортної РНК (*trnL intron*), які були імпортовані з публічних колекцій послідовностей NCBI (www.ncbi.nlm.nih.gov) (локуси, коди доступу та дані щодо вибірок наведені у табл. 1). Алелі виділяли за вирівняннями за ClustalW масивами вибірок кожного локусу; порівняння здійснювали засобами BioEdit (www.mbio.ncsu.edu/bioedit/bioedit.html). Унікальність та видоспецифічність алелей, перевіряли прямим та реципронним BLAST-пошуком близьких послідовностей, використовуючи ресурси NCBI.

Польові експерименти по боротьбі та контролю чисельності *A. syriaca* виконували на території Канівського природного заповідника, НПП «Пирятинський», екологічного стаціонару «Велики Балики», колишнього панського парку у с. Полиця із залученням викладачів та студентів-екологів Київського національного університету імені Тараса Шевченка та волонтерів. Були випробувані: а) механічне видалення іматурних, віргінільних та генеративних особин в агроландшафтах та квазіприродних екосистемах прополкою; б) періодичне (2–3 рази на рік) скошування на луках та в селітебній зоні; в) щорічне скошування протягом багаторічного періоду у квазіприродних ландшафтах; г) одноразове скошування з подальшою культивацією ґрунту в агроландшафтах; д) кількарізне поверхневе культивування ґрунту з глибокою осінньою оранкою в агроландшафті. Всі ці дослідження мали виключно пошуковий або пілотний характер.

Результати досліджень. Історія інтродукції та натуралізації в Україні. *Asclepias syriaca* – вид північноамериканського походження. Зазвичай поширений у преріях, на алювіальних відкладах, луках, полях, узбіччях доріг та на залізничних шляхах. На території України вважається кенофітом (Двірна, 2019; Протопопова, Шевера, 2019).

Перші відомості про зростання *A. syriaca* в Україні датуються 1855 р. Їх наводить Ф. Базі-

Коди доступу в NCBI послідовностей різних локусів представників популяції *A. syriaca* з первинного природного (Північна Америка) та вторинного (Європа) ареалів та двох найбільш схожих з ним видів, залучених до аналізу генетичної різноманітності

Локуси	Вид, континент (NA: Північна Америка, EU: Європа)	Коди доступу в NCBI (код позначення країни та регіону збору екземпляру*)
ITS1-5.8S rDNA-ITS2	<i>A. syriaca</i> , NA	JF312046 (6), MN601823 (2), MG218918 (14), KX352744 (7), KX352745 (7)
	<i>A. syriaca</i> , EU	AM396892 (16)
	<i>A. speciosa</i> , NA	MG219068 (10)
	<i>A. ovalifolia</i> , NA	MG218016 (11), MG217398 (13), MG219086 (15)
cpDNA: rbcL	<i>A. syriaca</i> , NA	JF433943 (5), KF386166 (1), MN601435 (2), MG223123 (14), HQ589968 (14), KF724230 (2), KJ593234 (4), KJ593233 (4), KJ593232 (4), HQ384906 (8), KX702286 (7), KJ841120 (12)
	<i>A. speciosa</i> , NA	MG678899 (9)
	<i>A. ovalifolia</i> , NA	MG678825 (3), MK525248 (2), MG221929 (11)
cpDNA: matK	<i>A. syriaca</i> , NA	JF433943 (5), KF386166 (1), DQ660501 (7), MN601435 (7), MG225299 (14), MG225108 (14), KJ592863 (4), KJ840865 (12), HQ384551 (8), MK519678 (7), KJ592862 (4)
	<i>A. speciosa</i> , NA	MG678899 (9)
	<i>A. ovalifolia</i> , NA	MG678825 (3)
trnT-trnL IGS	<i>A. syriaca</i> , NA	JF433943 (5), KF386166 (1)
	<i>A. syriaca</i> , EU	AJ410178 (16)
	<i>A. speciosa</i> , NA	MG678899 (9)
	<i>A. ovalifolia</i> , NA	MG678825 (3)
trnL intron	<i>A. syriaca</i> , NA	JF433943 (5), KF386166 (1)
	<i>A. syriaca</i> , EU	AJ410179 (16)
	<i>A. speciosa</i> , NA	MG678899 (9)
	<i>A. ovalifolia</i> , NA	MG678825 (3)
trnL-trnF IGS	<i>A. syriaca</i> , NA	JF433943 (5), KF386166 (1),
	<i>A. syriaca</i> , EU	AJ410180 (16)
	<i>A. speciosa</i> , NA	MG678899 (9)
	<i>A. ovalifolia</i> , NA	MG678825 (3)

*Країни та регіони збору секвенованих екземплярів. Країна: США (1-9), Канада (10-15), Німеччина (16). Регіон та примітки: (1) без регіону (хлоропластний геном, повний), (2) без регіону, (3) Вайомінг (хлоропластний геном, частково), (4) Вісконсін; (5) Іллінойс (хлоропластний геном, частково); (6) Іллінойс (5 ідентичних зразків однієї популяції); (7) Мериленд; (8) Мічіган; (9) Оклахома (хлоропластний геном, частково), (10) Британська Колумбія; (11) Вінніпег; (12) Квебек; (13) Манітоба; (14) Онтаріо; (15) Саск; (16) ботанічний сад м. Мюнстера (інтродуцент: у культурі).

нер у роботі за результатами спостережень за відростанням рослин після їх косіння (Базинер, 1855). У 1863 р. вид вирощувався у Ботанічному саду Імператорського Київського університету Святого Володимира. Кілька десятиліть по тому ваточник зафіксовано здичавілим у Білій Церкві в Олександрійському саду графів Браницьких (Финк, 1890) та в м. Умань у Царициному саду (Пачоский, 1887; Шиндер, 2019). І. Щоголів, даючи характеристику ваточнику, як прядивній технічній культурі, вказує про його поширення у Києві у районах Караваєвих Дач, Шулявки та Куренівки (Щоголів, 1921).

Наразі *A. syriaca* поширений майже у всіх адміністративних областях України (Двірна, 2019; Lysohor, 2019; Шевчик В., Шевчик Т., 2019; Федорончук та ін., 2020).

На початку своєї експансії вид займав тільки порушені місцезростання – узбіччя доріг та лісо-смуг, закинуті поля, пустирі. Згодом *A. syriaca*

сформував у цих ектопах моногрупування з проєктивним покриттям 70–85%, витісняючи інші види аборигенної флори. З порушених місцезростань та моногрупвань *A. syriaca* розпочав проникнення у напівприродні та природні угруповання.

Наприклад, ваточник входить до складу рудеральних угруповань асоціації *Rudbeckio laciniatae-Solidaginetum canadensis* Tüxen et Raabe ex Anioł-Kwiatkowska 1974 (союз *Senecionion fluviatilis* Tüxen ex Moor 1958 порядок *Convolvuletalia sepium* Tx. ex Mucina 1993 клас *Epilobietea angustifolii* Tx. et Preising ex von Rochow 1951), які формуються на порушених відкритих ділянках.

На території Ржищівської МОТГ *A. syriaca* входить до складу угруповань класів *Epilobietea angustifolii* Tx. et Preising ex von Rochow 1951, *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. ex von Rochow 1951, *Robinietaea* Jurko ex Sofron 1980,

а також проникає у природні та напівприродні угруповання класів *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et Tx. ex Soó 1947, *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937, *Trifolio-Geranietea sanguinei* T. Müller 1962, *Koelerio-Corynephoretea canescentis* Klika in Klika et Novák 1941.

Попередні етапи натуралізації сформували базу для входження у природні угруповання. Нині вид повністю натуралізований у лучних біотопах. Проективне покриття виду в них досягає 10–15%. Це значно впливає на видовий склад фітоценозів та призводить до їх збіднення й неможливості використання як пасовищ.

Результати наведених спостережень та ретроспективного аналізу вказують, що високий інвазійний потенціал ваточника обумовлений його екологічною пластичністю: на етапі первинної колонізації рослина демонструє стратегію експлоранта з високими показниками вегетативної рухливості та насінневої продуктивності, а після натуралізації – стратегію віолента, який до 30 років здатний утримувати зайняту територію, витісняючи при цьому інші, переважно аборигенні, види.

Сьогодні ваточник широко розповсюджений як інвазійна рослина у багатьох країнах Європи (Invasive ..., 2020). У Європейському Союзі ваточник звичайний включений до офіційного переліку чужорідних інвазійних видів (Invasive ..., 2020). Хоча в Україні *A. syriaca* є загрозливим для біорізноманіття інвазійним видом, проте він не наводиться у Переліку регульованих шкідливих організмів (Наказ ..., 2019) як карантинний об'єкт.

Біологічні особливості ваточника звичайного як технічної культури.

Asclepias syriaca – трав'яниста рослина, висотою 0,5–1,2 м (рис. 1). Листки видовжено овальні, розташовані по всьому стеблу. Квітки фіолетового чи червоного кольору, мають приємний запах, суцвіття – щиток з 40–80 квітками, розташовані у пазухах листків, уздовж стебла до самої верхівки, 3–11 суцвіть на стеблі. Цвітіння неодночасне – раніше починають розвиватися квітки у нижніх суцвіттях. Пелюстки та чашолистки відігнуті донизу, за рахунок чого стають добре помітними п'ять великих блідо-рожевих воронкоподібних нектарників. Цвітіння однієї квітки триває 8 днів, а вся рослина цвіте 3–4 тижні. Зацвітає рослина на другий-третій рік вегетації у другій половині літа. Після відцвітання на місці суцвіття утворюються 1–2 плоди-коробочки, наповнені чорно-бурим насінням з білими чи жовтуватими шовковистими нитковидними волосками 1–5 см завдовжки. Коренева система – стрижнева з потовщеними горизонтальними кореневищами, які далеко відходять у сторони, та розміщуються 2–3 горизонтальними

шарами. Вона дуже потужна, здатна проникати на 4–5 м у ґрунт для пошуку води і поживних речовин. Одна рослина здатна рости на одному місці до 30 років. Завдяки цьому, *A. syriaca* добре адаптується до всіх типів ґрунтів, навіть до дуже бідних піщаних. Не боїться засух. Рослина утворює потужну розетку, яка має досить високу енергію росту, тому вже у червні–липні може значно перевищувати такі сільськогосподарські культури, як соняшник, цукровий буряк, кукурудза, пшениця, соя, ріпак. Розмножується ваточник і кореневищем, і насінням. При потраплянні насінин у ґрунт вони швидко проростають і протягом вегетаційного сезону утворюють колонію рослин, яка швидко розростається. (Вісюліна, 1957; Шиндер та ін., 2021). Здатність формувати колонії – довговічні групи рослин на місці занесення – є важливою особливістю багатьох інвазійних рослин, що сприяє їх подальшій експансії (Мосякін, 1996; Словник..., 2012).



Рис. 1. Ваточник звичайний (*Asclepias syriaca*): загальний вигляд та суцвіття

У 1929 р. *A. syriaca* був включений до списку перспективних нових інтродуцентів Всесоюзного Інституту лікарських та ароматичних рослин, і вирощувався на експериментальних ділянках відділення в с. Березоточа Лубенського р-ну Полтавської області (Двірна, 2021). Деякий час *A. syriaca* культивувався як технічна культура для отримання волокон для виготовлення мотузок, шпагату, паперу, набивання меблів і м'яких іграшок. Ворсинки чубків насіння використовували для виготовлення шовкової, бавовняної, вовняної та інших пряж, а також високочутливої кіноплівки. Рослину також намагались культивувати як потенційного каучуконоса (у листках і стеблах міститься 2–3% каучуку і до 10% смол), проте ці спроби визнали неперспективними. Вирощувався ваточник і як декоративна рослина (Глухов, 1954; Двірна, 2021). На сьогодні ваточник продовжують культивувати в деяких науково-дослідних установах на колекційних ділянках (Каталог..., 2015; Шиндер, 2019).

Ваточник як медоносна рослина. З першої половини ХХ ст. вирощування ваточника звичайного набуло популярності у бджолярській спільноті. Мед з ваточника світло-жовтого кольору, має тонкий аромат і відмінний смак. Печатка на сотах перлинно-білого кольору. При сухій і спекотній погоді мед стає густим, в'язким і погано відкачується. Взяток ваточникового меду триває приблизно місяць у середині – другій половині літа. Завдяючи значному нектаровиділенню, бджолина сім'я може набирати 5–7 кг меду з ваточника щодня.

Медопродуктивність цього виду складає 600 кг/га (Глухов, 1954). Одна рослина ваточника має 3–11 суцвіть, кожне – з 40–80 квітками. Окрема квітка має 5 великих блідо-рожевих воронкоподібних нектарників, кожний з яких містить майже 3 мг нектару (приблизно 15 мг на квітку). Відповідно, вміст доступного нектару в перерахунку на одну рослину (за значенням медіани) становить 7,5 г, і залежно від кількості квіток та суцвіть, а також від погодних умов, коливається в діапазоні 2–13 г / рослина.

У монодомінантних угрупованнях відносна щільність ваточника звичайного за оптимальних умов при розмноженні насіннєвим способом може становити до 15 екземплярів на 1 м², яка забезпечує нектаропродуктивність у діапазоні 30–200 г нектару / м² та медіанну медопродуктивність при 20% переробці нектару близько 25 г меду / м².

Фрагментація кореневищ у генеративних та субсенільних особин, що утворились внаслідок насіннєвого розмноження, призводить до утворення клонів зі щільністю до 40–45 надземних пагонів / м² з медопродуктивністю за медіаною біля 75 г меду / м². У природних умовах фрагментація спричинює омолодження субсенільних та сенільних особин природним шляхом. В агроландшафтах фрагментація спостерігається переважно у віргінільних та генеративних екземплярів, і часто є наслідком проведення певних агротехнічних заходів, в тому числі – спрямованих проти бур'янів.

У полідомінантних угрупованнях природних та квазіприродних екосистем щільність ваточника приблизно на порядок нижча, тому мед є поліфлорним, при цьому медопродуктивність ваточника складає 25–75 кг/га.

Відповідно, норми виставки для забезпечення основного медозбору на рівні 7 кг монофлорного меду на 1 бджолину сім'ю в монодомінантних угрупованнях зі щільністю 15 екземплярів / м² складає приблизно 0,03 га. Оскільки ваточник є екологічно пластичним видом, у якого чисельність рослин, кількість пагонів, суцвіть, квіток та їх нектаропродуктивність у конкретних умовах суттєво варіюють, норми виставки також мають суттєво різнитися для різних пасік.

Екологічна пластичність може бути наслідком, з одного боку, фенотипічної пластичності¹, обумовленої, зокрема, епігенетичними процесами, пов'язаними з різними шляхами регуляції експресії генів та плейотропією (Des Marais et al., 2013; Hanemian et al., 2020), з іншого боку – генетичної різноманітності, обумовленої популяційною гетерогенністю виду як за кількістю та частотами алелей різних локусів, так і за кількістю та частотами генотипів, обумовлених гібридизацією на внутрішньовидовому та міжвидовому рівнях (Vilas et al., 2015; Xia et al., 2020). При цьому міжвидова гібридизація внаслідок схрещування чужинних та місцевих видів з утворенням стійких гібридів вважається одним з головних еволюційних механізмів у перебігу біологічних інвазій чужорідних видів (Бурда, 2019). Однією з ознак гібридогенезу на молекулярно-генетичному рівні є інтрагеномний поліморфізм у послідовностях ITS1 та ITS2, що виникає внаслідок збереження у геномі гібридогенних нащадків копій rDNA батьківських організмів. Диференціальний аналіз алелей, де простежується інтрагеномний поліморфізм, може дозволити виявити вихідні батьківські форми, схрещування між якими призвело до утворення нових гібридогенних операційних таксономічних одиниць (Martyniuk et al., 2018). Наразі також підсилюється увага до міжвидової гібридизації як чинника втрати біорізноманітності (Todesco et al., 2016; Діденко та ін., 2021).

Оцінка генетичного підґрунтя фенотипної пластичності потребує спеціальних досліджень регуляції експресії цільових генів (у першу чергу, плейотропних) і виконується на основі повногеномних підходів.

Наразі повний геном *A. syriaca* секвенований (код доступу NCBI PRJNA210776: Straub et al., 2011, 2013) і завершена збірка його каркасу (scaffold). Встановлено, що розмір геному складає 236.77 Mb, основну частину геному представляють некодуючі послідовності ДНК, серед яких абсолютно переважають довгі повтори чотирьох типів (ретротранспозони LTR-Ty1/copia, LTR-Ty3/gypsy, LINEs та ДНК-транспозони) та чотири типи коротких тандемних повторів двох груп (simple STR та low complexity STR). Проте анотація повного геному, включаючи його генний склад, наразі не завершена, і тому аналіз фенотипної пластичності на геномній основі ще недоступний.

Пластидний геном *A. syriaca* (NC_022432) у 2011 р. секвенований та анотований у представників популяції з Північної Америки (Straub et al., 2011, 2013). Його розмір 158 598 н.о., він містить послідовності 110 генів (76 білок-кодуєчих, 30 генів транспортних РНК, 4 гени рибосо-

¹ Фенотипічна пластичність – здатність одного генотипу виробляти кілька фенотипів у відповідь на зміни навколишнього середовища (Des Marais et al., 2013).

мальної РНК). 17 генів дупліковані та організовані в інвертовані повтори, тобто загалом cpDNA включає 127 функціональних генів, а також 3 послідовності, які представлені псевдогенами *clpP*, *accD* та *ycf1*.

У 2013 р. був секвенований та анотований повний мітохондріальний геном *A. syriaca* (код доступу NC_022796). Його розмір становить 682 498 н.о., він містить 70 генів (з них 39 білоккодуєчих, 28 кодуєть транспортні РНК, 3 – мітохондріальну рибосомальну РНК) та псевдоген *ψrpoC2*, який споріднений з хлоропластним геном *rpoC2* (Straub et al., 2013).

При аналізі повних послідовностей cpDNA та mtDNA на прикладі *A. syriaca* був відкритий рідкісний феномен внутрішньоклітинного горизонтального переносу фрагменту мітохондріального геному довжиною 2,4 тис. п.н. до плас-

тидного геному, а саме у міжгенний спейсер *rps2-rpoC2 IGS* (Straub et al., 2013).

Генетична різноманітність. Наразі в NCBI депоновано 92 послідовності *A. syriaca*, які представляють один повний пластидний та один повний мітохондріальний геноми (коди доступу NC_022432 та NC_022796, відповідно) та 90 різних послідовностей 27 ядерних, пластидних та мітохондріальних локусів даного виду. По восьми локусам: трьом ядерним та п'яти пластидним – наявні сіквенси, що дозволили сформулювати вибірки, за якими була оцінена різноманітність алелей кожного локусу, здійснено пошук гетерозиготних за маркерними локусами послідовностей ядерної ДНК та перевірено наявність ознак міжвидової та/або внутрішньовидової гібридизації (табл. 2).

Таблиця 2

Різнманітність алелей маркерних локусів *A. syriaca* (Asy) та двох близьких видів *A. speciosa* (Asp) та *A. ovalifolia* (Aov)

Локус	К-сть алелей*	Характеристики алелей (повторності, континенти, коди доступу, відміни від першого алеля локусу, примітки)
<i>ITS1</i>	1	алель 1 (Asy: n=10). NA (JF312046*5, MN601823, MG218918, KX352744, KX352745; EU (AM396892)
<i>5.8S rRNA</i>	1	алель 1 (Asy: n=9, Asp, Aov) NA (JF312046*5, MG218918, KX352744, KX352745, AM396892), EU (Asy:MN601823): 66.G>C (псевдоген або артефакт?)
<i>ITS2</i>	1	алель 1 (Asy: n=10, Asp, Aov): NA (JF312046*5, MG218918, MN601823; KX352744 та KX352745 з артефактом 239.T>del), EU (AM396892).
<i>rbcL</i>	2 (4)	алель 1 (Asy: n=10): NA (MN601435, MG223123, HQ589968, KF724230, KJ593234, KJ593233, KJ593232, HQ384906, KX702286; KJ841120 з артефактом 12.A>C) алель 2 (Asy: n=1): NA (KX702287): 472-473.GA>TT алель 3 (Asp): NA (MG678899): 234.C>T, 672.A>C алель 4 (Aov): NA (MG678825, MK525248, MG221929): 168.G>A, 234.C>T
<i>matK</i>	2 (4)	алель 1 (Asy: n=9) NA (HQ384551, MG225108, KJ592863, KJ840865, MK519678, KF386166, DQ660501 з артефактом 11.T>A, MG225299 з артефактом 499.C>G, KJ592862 з артефактом 1258.C>T) алель 2 (Asy: n=1) NA (JF433943): 1447.A>C алель 3 (Asp) NA (MG678899): 12 замін, 1 множинна делеція** алель 4 (Aov): NA (MG678825): 9 замін**
<i>trnT-trnL IGS</i>	4 (5)	алель 1 (Asy: n=1) NA (KF386166) алель 2 (Asy: n=1) NA (JF433943): 251.A>C алель 3 (Asy: n=1) NA (MW226188): 434.G>T алель 4 (Asy: n=1, Asp) EU (AJ410178), NA (MG678899): 5 замін, 4 STR***. Ідентичний у <i>A. syriaca</i> з Європи та у <i>A. speciosa</i> . алель 5 (Aov) Півн.Америка (MG678825): 7 замін, 1 інсерція, 2 STR***
<i>trnL intron</i>	2 (4)	алель 1 (Asy: n=2) NA (JF433943, KF386166) алель 2 (Asy: n=1) EU (AJ410179): 149.A>G, 290.T>C, 323.A>G, 389.T>C, 402.A>G, 445.C>T, 463.C>A. 7 замін. алель 3 (Asp): NA (MG678899): 6 замін. Схожий з алелем 2 (відміна - відсутність заміни 463). алель 4 (Aov): NA (MG678825): 7 замін. Схожий з алелем 2 (відміни: відсутні заміни 290, 323, наявні додаткові заміни 183.G>A, 227.G>A)
<i>trnL-trnF IGS</i>	2 (4)	алель 1 (Asy: n=2) NA (JF433943, KF386166) алель 2 (Asy: n=1) EU (AJ410179): ins 48.C, 42.T>C, 136.G>A, 257.C>T, 304.C>A алель 3 (Asp): NA (MG678899): ins 48.C, 42.T>C, 257.C>T, 304.C>A алель 4 (Aov): NA (MG678825): ins 48.C, 304.C>A

* наведено кількість алелей у *A. syriaca*, в дужках () наведено кількість алелей разом з *A. speciosa* та *A. ovalifolia*

** *matK*: **алель 3** відрізняється від алеля 1 замінами 96.T>C, , 297.A>G, 311.T>A, 435.C>A, 593.T>A, 633.T>C, 748.C>T, 765.G>A, 896.T>C, 1011.T>C, 1148.A>C, 1481.G>A та делецією 106-109.del; **алель 4** відрізняється від алеля 1 замінами 96.T>C, 291.A>G, 361.A>C, 427.A>C, 511.C>T, 593.T>A, 748.C>T, 765.G>A, 896.T>C.

*** *trnT-trnL IGS*: **алель 4** відрізняється від алеля 1 замінами 43.G>T, 369.C>A, 434.G>T, 726.A>T, 818.G>T та короткими тандемними повторами STR-1: 1x>2x, STR-2: 2x>1x, STR-3: 2x>1x, STR-4: 1x>2x; **алель 5** відрізняється від алеля 1 замінами 10.T>G, 43.G>T, 374.A>G, 434.G>T, 638.G>T, 699.A>C, 721.A>T, 818.G>T, інсерцією 539-540.ins та короткими тандемними повторами STR-3: 2x>1x та STR-4: 1x>2x.

Два локуси ядерної рибосомальної ДНК: *ITS1*, *ITS2* – були представлені лише однією алеллю. За локусом 5.8S rRNA сіквенс зразка з Європи мав одну заміну (66.G>C), яка припадала на високо консервативний сайт. Наявність мутацій у високо консервативній частині 5.8S rRNA в межах виду вважається ознакою псевдогену, гібридизації чи поліморфізму пращурної форми або артефактом секвенування (Bailey et al., 2003; Mráz et al., 2012). Тому відмінність зразка з Європи від північно-американських популяцій (у тому числі від близьких видів *A. speciosa* та *A. ovalifolia*), яка вказувала б на існування у європейської популяції ваточника звичайного додаткової специфічної алелі гену 5.8S rRNA викликає сумніви.

Таким чином, за маркерами ядерної ДНК інтравидовий поліморфізм у вибірці *A. syriaca* не спостерігався. Сайти з множинними нуклеотидами (індивідуальні SNP) були відсутні, тобто гетерозиготність та інтрагеномний поліморфізм за даними маркерами не проявлялись. Інтравидовий поліморфізм не зафіксований, оскільки в кожному з трьох локусів достовірно виявлена лише одна алель.

За маркерними локусами пластидного геному *A. syriaca* значно гетерогенніший, ніж за ядерними. У кожному з 5 маркерних локусів пластидного геному виявлено від 2 до 4 алелей.

Особливо цікаво, що у пластидному геномі європейського культивуру ваточника звичайного (ботсад м. Мюнстер, Німеччина), для якого наявні дані для трьох маркерів, їх алелі локусів *trnT-trnL IGS*, *trnL-trnF IGS* та *trnL intron* не лише суттєво відрізняються від таких у екземплярів з Північної Америки, але й за варіабельними сайтами демонструють найбільшу схожість з гаплотипом іншого північно-американського виду – *A. speciosa*, в меншому ступені – *A. ovalifolia*. Наразі опубліковані дані про проникнення *A. speciosa* на Європейський континент: вид зареєстрований у Литві у 2018 р, проте у гербарії виявлений його зразок, датований 1962 роком (Gudžinskas et al., 2019).

Найбільша гетерогенність за алельним складом у *A. syriaca* простежується за міжгенним спейсером *trnT-trnL IGS*, де кожний з чотирьох сіквенсів вибірки представляє окрему алель. За схожістю алелі розмежовуються на дві групи. Перша група включає три алелі представників північно-американських популяцій *A. syriaca* (KF386166, MW226188, JF433943), які відрізняються між собою нуклеотидними замінами лише у двох сайтах, і, очевидно, належать до одного гаплотипу – гаплотипу *A. syriaca*. Друга група включає алель європейського зразка з ботанічного саду Мюнстера, яка на 100% схожа з гаплотипом *A. speciosa* (MG678899) з Оклахоми (США).

Відміни між першою та другою групами дуже суттєві: групи різняться за 5 SNP, і, що особливо цікаво, також за чотирма короткими тандемними повторами STR-1 ... STR-4 (рис. 2). У першій групі (північно-американські популяції *A. syriaca*) STR-1 та STR-4 двократні, STR-2 та STR-3 двократні, у другій групі (європейська популяція *A. syriaca* та *A. speciosa* з Канади) – навпаки: STR-1 та STR-4 двократні, STR-2 та STR-3 однократні. Ідентичність європейського зразка *A. syriaca* та північно-американського виду *A. speciosa*, як за SNP, так особливо за чотирма STR, вказує на належність другої групи до іншого гаплотипу, а саме – до гаплотипу *A. speciosa*.

Контроль та боротьба з ваточником звичайним. Рослина важко піддається хімічному та механічному знищенню, швидко розмножується. Сьогодні в Україні не використовуються методи контролю та боротьби з *A. syriaca*. Враховуючи масову небезпеку поширення ваточника сирійського, надзвичайно важливим є своєчасне його знищення та перешкоджання утворення насіння і водночас подальшого розповсюдження. Результати пілотних польових випробувань методів знищення та спроб контролю чисельності ваточника звичайного показали наступне.

1. Прополка та вирубка (механічне видавлення) рослин тільки стимулює подальший розвиток кореневої системи, що, у свою чергу, призводить до збільшення розмірів колонії. Якщо не проводити ніяких заходів для знищення цієї рослини, то впродовж 3-5 років все поле може зарости ваточником.

2. Культивуація може спричинювати утворення великої колонії внаслідок того, що підземні корені діляться на менші фрагменти і кожна з частин дає життя новій рослині. За скошування бур'яну вже через п'ять-шість днів спостерігається вторинне відростання, кількість пагонів на одній рослині збільшується до шести. При цьому розміри всіх органів у надземній частині рослини стають дрібнішими.

3. Регулярне кількаразове (2–3 рази на рік) скошування впродовж 7 років травостоїв із досить високою щільністю – по 2–3 екземпляри на м² до початку випробувань (1990–2014) на території метеомайданчика Канівського природного заповідника – на 2021 р. зумовило майже повне її зникнення у травостої. Станом на 20.10.2022 р. відмічаються лише поодинокі його пагони без плодів.

4. Тривале щорічне сінокосіння ділянки із зростанням цього виду на місці колишнього панського парку у с. Полиця Камінь-Каширського р-ну Волинської обл. призвело до повної елімінації цієї локальної популяції, що була штучно сформована тут ще в 30-ті роки ХХ ст.

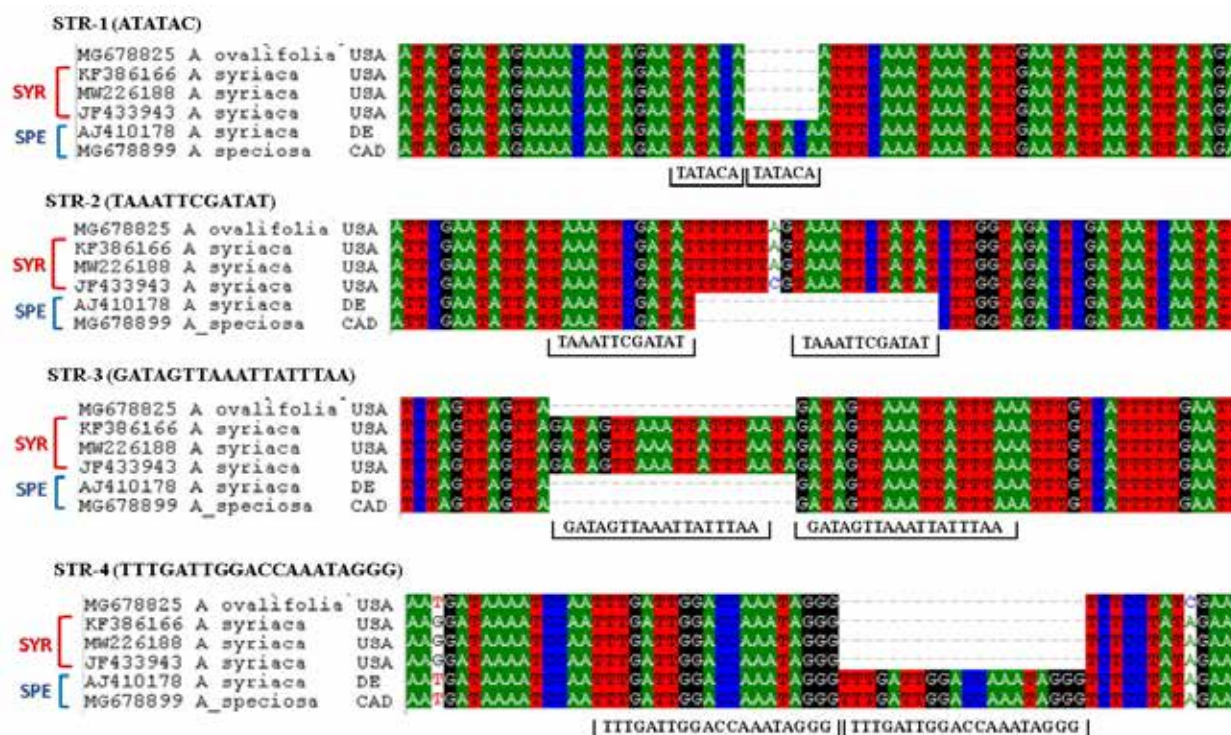


Рис. 2. Відміни північно-американських популяцій *A. syriaca* (група SYR) від його європейського культивуру з ботанічного саду м. Мюнстер (Німеччина) та *A. speciosa* з Канади (група SPE) за чотирма короткими тандемними повторами (STR) локусу *trnT-trnL IGS* хлоропластного геному

5. За відсутності господарських впливів, даний вид виступає в ролі активного інгредієнта початкових стадій демуаційної сукцесії. Завдяки високим анемохорним властивостям, його проростки повсюдно і часто з'являються на оброблюваних ділянках, перелогах першого та другого року та активно розвиваються впродовж наступних стадій розвитку перелогів, представлених угрупованнями із домінуванням довгокореневищних, нещільно- та щільнодернистих злаків, включно аж до стадії чагарникової рослинності. Зазвичай на етапі природного чи штучного заліснення популяція ваточника звичайного різко втрачає свій життєвий потенціал та поступово зникає. Ці процеси зараз яскраво проявляються в ході первинної сукцесії на заплавах островів Канівського природного заповідника та на ділянках дельти річки Рось.

6. В агроландшафтах, на відміну від природних екосистем, проведення кількарізкових поверхневих обробітків ґрунту у поєднанні із глибокою осінньою оранкою є доволі ефективним заходом контролю цього виду. Хоча, контролювати ваточник звичайний надзвичайно важко, проблема ця вивчена недостатньо.

В останні роки спостерігається значний прогрес у вивченні застосування аборигенних напівпаразитичних рослин у якості методів біологіч-

ного контролю фітоінвазій (Тєшител et al., 2020). Можливо, у випадку з ваточником такі методи справді були дієвими, але перспектива їх використання потребує подальшого детального опрацювання.

Обговорення результатів. Аналіз доступних даних щодо молекулярно-генетичних особливостей ваточника звичайного з Європи (на прикладі зразків з ботанічного саду Мюнстера) свідчать, що за риботипом ядерний геном європейської популяції не відрізняється від аборигенних популяцій *A. syriaca* з Північної Америки. Проте пластидний геном не відповідає *A. syriaca*, а представляє гаплотип іншого близького північно-американського виду – *A. speciosa*.

Ймовірність випадкового співпадиння послідовності у *A. syriaca* з Європи з північно-американським видом *A. speciosa* в природному місцезростанні за 5 SNP та 4 STR локусу *trnT-trnL IGS* становить менше 0,0061%, за 6 SNP локусу *trnL intron* – менше 0,0244%, за 3 SNP та 1 інделем локусу *trnL-trnF IGS* – менше 0,78%. Загалом за трьома локусами ймовірність належності гаплотипу *A. syriaca* у зразка з Європи до *A. speciosa* та його відмінності від *A. syriaca* з Північної Америки становить 99,999999988%.

У Новому Світі в літературі описані випадки гібридизації *A. syriaca* з рядом філогенетично

близьких видів, що належать до т.зв. кладки «D» – північно-американські представники роду *Asclepias* помірного поясу (Fishbein et al., 2011): *A. sullivantii*, *A. speciosa* (Adams et al., 1987), *A. exaltata* (Broyles, 2002), *A. purpurascens* (Broyles, Elkins, 2019). Гібридизації сприяє те, що види цієї кладки мають спільних запилювачів (Broyles et al., 1996; Stoepler et al., 2012). Відповідно, утворення міжвидових гібридів, де донором яйцеклітини є *A. speciosa*, а донором пилку – *A. syriaca*, є не лише можливим, але й очікуваним. Цікавішою є інтрогресія гібридів зі збереженням пластидного геному *A. speciosa* та відновленням морфотипу *A. syriaca*, що власне, спостерігається у представників європейської інвазійної популяції на прикладі ваточника звичайного з ботсаду Мюнстера.

Співвідношення кількості несинонімічних (Dn) та синонімічних (Ds) замін, за якими відрізняються послідовності білок-кодуєчих пластидних генів у ваточника звичайного з Північної Америки та Європи, дозволяє за показником Dn/Ds з'ясувати, чи мала інтрогресія пластидного геному *A. speciosa* до європейської популяції *A. syriaca* які-небудь адаптивно важливі наслідки. Значення $Dn/Ds > 1$ вказує на еволюцію цих білок-кодуєчих генів під дією рушійного добору, і, відповідно, на зміну генетично детермінованих адаптивних можливостей; $Dn/Ds < 1$ або $Dn/Ds = 1$ вказує на стабілізуючий добір або його відсутність, і, таким чином, не свідчать про зміни адаптаційного потенціалу (Yang, Bielawski, 2000; Hurst, 2002).

Для гаплотипів *A. syriaca* з Північної Америки та *A. speciosa*, носієм якого є європейська популяція ваточника звичайного, Dn/Ds за *matK* складає 1,4 (Dn = 7, Ds = 5), і свідчить про зміни адаптивних можливостей, обумовлених принаймні цим геном. За *rbcL* співвідношення Dn/Ds = 1 (Dn = 1, Ds = 1), тобто на особливості перебігу темної фази фотосинтезу, обумовленої RuBisCo, гібридизація *A. syriaca* з *A. speciosa* не вплинула. Зауважимо, що *matK* та *rbcL* – це лише два з 76 білок-кодуєчих пластидних генів ваточника звичайного. Не виключено, що, міжвидова гібридизація обумовила зміни адаптивного потенціалу по параметрах, залежних і від ряду інших з 74-х генів, а також генів мітохондріального геному, який, подібно до пластидного, успадковується по материнській лінії.

Якщо молекулярно-генетичні дані свідчать, що адаптивний потенціал європейської популяції *A. syriaca* змінився, то результати фітоценологічних спостережень свідчать, що ці зміни призвели до розширення адаптаційних можливостей. Зокрема, одним з проявів розширення адаптивних можливостей *A. syriaca* у Європі

стало поєднання у трав'янистих фітоценозах стратегії експлерента зі стратегією віолента, яке призвело з одного боку, до інвазії ваточника з рудеральних та селітебних місцезростань у природні екосистеми, з іншого – подальше витіснення з природних біотопів видів аборигенної флори, а з квазіприродних екосистем та агроценозів – пригнічення або витіснення як синантропних видів, так і сільськогосподарських культур.

У природних екосистемах ваточник досить швидко займає домінуючі позиції у лучних та степових угрупованнях. В агроценозах високі зарості *A. syriaca*, (до 2 м) сильно пригнічують культурні рослини і ускладнюють збір врожаю. Наявність *A. syriaca* в посівах навіть у незначних кількостях призводить до втрати врожаю багатьох культур. У селітебних та квазіприродних місцезростаннях *A. syriaca* схильний захоплювати максимально великі площі. Згодом, де він з'являється, зникають всі інші синантропні види.

Поєднання експлерентної та віолентної стратегій обумовлюють також неефективність традиційних заходів знищення ваточника шляхом прополки та культивування. Успішна боротьба з ваточником у трав'янистих фітоценозах є тривалою за часом, і передбачає поєднання виснаження кореневої системи з запобіганням утворення насіння шляхом періодичного скошування. В цей же час європейська популяція ваточника залишається вразливою в умовах лісових фітоценозів, і ефективно витісняється деревними рослинами.

Тому культивування ваточника на площах, обмежених суцільним бар'єром лісових фітоценозів з сінокосними угіддями по зовнішньому його контуру може розглядатися як базова умова для розробки технології контрольованого використання *A. syriaca* для отримання з нього високоякісного ексклюзивного меду. Визначення розмірів лісових бар'єрів, складу їх домінантів, системи та періодичності покосів у зовнішній контрольній зоні, агротехніки на площі культивування є основними технологічними завданнями для впровадження ваточника у культуру.

Без вирішення цих питань *A. syriaca* через значну його загрозу природному біорізноманіттю та безпеку для аборигенних рослин-медоносів не може бути рекомендованим для застосування у практиці бджільництва в Україні.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Незважаючи на господарську цінність, зокрема значні медоносні властивості, *A. syriaca* є небезпечним інвазійним видом, що спричинює втрату біорізноманіття та зменшує врожайність сільськогосподарських рослин. Тому всебічне дослідження біологічних, фізіологічних та

екологічних властивостей *A. syriaca* залишається актуальним. Зростання чисельності й кількості інвазійних чужорідних видів підкреслює нестачу знань для розробки системи заходів для їхнього контролю. Ми вважаємо, що ваточник потрібно включити до переліку карантинних бур'янів в Україні і заборонити його культивувати. Разом із тим для розробки подальших дієвих методів боротьби з ним потрібні подальші детальні експериментальні дослідження еколого-біологічних, фізіологічних та молекулярно-генетичних особливостей цієї рослини, особливо – її популярності на території України.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Adams R.P., Tomb A.S., Price S.C. Investigation of hybridization between *Asclepias speciosa* and *A. syriaca* using alkanes, fatty acids, and triterpenoids. *Biochemical Systematics and Ecology*. 1987. 15: 395–399 DOI: 10.1016/0305-1978(87)90052-4.
- Bagi I. Common milkweed *Asclepias syriaca* L. In: Botta-Dukát Z., Balogh L. (eds). The most Important Invasive Plants in Hungary. Institute of Ecology and Botany Hungarian Academy of Sciences Vácrátót. 2008. pp. 151–159.
- Bailey C.D., Carr T.G., Harris S.A., Hughes C.E. Characterization of angiosperm nrDNA polymorphism, paralogy, and pseudogenes. *Mol. Phylogenet. Evol.* 2003. 29: 435–455 DOI: 10.1016/j.ympev.2003.08.021.
- Braun-Blanquet J. Pflanzensozioologie. Grundzuge der Vegetationskunde. 3 Aufl. Wien – New York: Springer-Verlag. 1964. 865 S.
- Broyles S.B. Hybrid bridges to gene flow: A case study in milkweeds (*Asclepias*). *Evolution*. 2002. 56: 1943–1953.
- Broyles S.B., Elkins G. Hybridization between *Asclepias purpurascens* and *Asclepias syriaca* (*Apocynaceae*): A cause for concern? *The J. of the Torrey Botanical Society*. 2019. 146(4): 278–290 DOI: 10.3159/TORREY-D-18-00050.1
- Broyles S.B., Vail C., Sherman-Broyles S.L. Pollination genetics of hybridization in sympatric populations of *Asclepias exaltata* and *A. syriaca* (*Asclepiadaecae*). *American Journal of Botany*. 1996. 83: 1580–1584 DOI: 10.1002/j.1537-2197.1996.tb12816.x.
- Des Marais D.L., Hernandez K.M., Juenger T.E. Genotype-by-Environment Interaction and Plasticity: Exploring Genomic Responses of Plants to the Abiotic Environment. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 2013. 44: 5–29 DOI: 10.1146/annurev-ecolsys-110512-135806.
- Euro+Med (2006–2020) Euro+Med PlantBase – the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity. Available at: <https://www.europlusmed.org/> [Accessed 1 November 2022].
- GenBank (National Center for Biotechnology Information), NCBI. 2022. Rockville Pike, Bethesda MD, USA. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov> [Accessed 1 November 2022].
- Gudžinskas Z., Petrulaitis L., Laurynas T.L. *Asclepias syriaca* L. (*Apocynaceae*) and its invasiveness in the southern part of the Boreal region of Europe – evidence from Lithuania. *BioInvasions Records*. 2021. 10(2): 436–452 DOI: 10.3391/bir.2021.10.2.22.
- Gudžinskas Z., Petrulaitis L., Žalneravičius E. *Asclepias speciosa* (*Apocynaceae*, *Asclepiadoideae*): a rare or unrecognized alien species in Europe? *PhytoKeys*. 2019. 121: 29–41 DOI: 10.3897/phytokeys.121.33573.
- Hanemian M., Vasseur F., Marchadier E., Gilbault E., Bresson J., Gy I., Violle C., Loudet O. Natural variation at FLM splicing has pleiotropic effects modulating ecological strategies in *Arabidopsis thaliana*. *Nature Communications*. 2020. 11: 4140 DOI: 10.1038/s41467-020-17896-w.
- Hurst L.D. The Ka/Ks ratio: diagnosing the form of sequence evolution. *Trends in Genetics*. 2002. 18(9): 486–487 DOI: 10.1016/S0168-9525(02)02722-1. PMID 12175810.
- Invasive Alien Species of Union Concern. Version 2020. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020. 42 p.
- Lysohor L. The localities and habitat condition of *Asclepias syriaca* L. in Kryvyi Rih (Ukraine). 27 Congress of the European vegetation survey. Vegetation survey 90 years after the publication of Braun-Blanquet textbook – new challenges and concepts. Book of Abstracts (23–26 May, 2018, Wrocław, Poland). Wrocław, 2018. P. 130.
- Martyniuk V.O., Karpenko N.I., Tarieiev A.S., Kostikov I.Yu. Differences of *Atocion lithuanicum* from *A. armeria* and their hybrid (*Sileneae*, *Caryophyllaceae*) by ITS1-ITS2 sequences and secondary structure of their transcripts. *Ukrainian Botanical Journal*. 2018. 75(4): 322–334 DOI: 10.15407/ukrbotj75.04.322.
- Mráz P., Garcia-Jacas N., Gex-Fabry E., Susanna A., Barres L., Müller-Schärer H. Allopolyploid origin of highly invasive *Centaurea stoebe* s.l. (*Asteraceae*). *Molekular Phylogenetics and Evolution*. 2012. 62(2): 612–623 DOI: 10.1016/j.ympev.2011.11.006.
- Stoepler T.M., Edge A., Steel A., O'quinn R.L., Fishbein M. Differential pollinator effectiveness and its importance in a milkweed (*Asclepias*, *Apocynaceae*) hybrid zone. *American Journal of Botany*. 2012. 99: 448–458 DOI: 10.3732/ajb.1100272.
- Straub S.C., Cronn R.C., Edwards C., Fishbein M., Liston A. Horizontal Transfer of DNA from the Mitochondrial to the Plastid Genome and Its Subsequent Evolution in Milkweeds (*Apocynaceae*). *Genome Biol. Evol.* 2013. 5(10): 1872–1885 DOI: 10.1093/gbe/evt140.
- Straub S.C., Fishbein M., Livshultz T., Foster Z., Parks M., Weitemier K., Cronn R.C., Liston A. Building a model: Developing genomic resources for common milkweed (*Asclepias syriaca*) with low coverage genome sequencing. *BMC Genomics*. 2011. 12(1): 211. DOI: 10.1186/1471-2164-12-211.
- Těšitel J., Cirocco R.M., Facelli J.M., Watling J.R. Native parasitic plants: Biological control for plant invasions? *Applied Vegetation Science*. 2020. 23(3): 464–469. DOI: 10.1111/avsc.12498.
- Todesco M., Pascual M.A., Owens G.L., Ostevik K.L., Moyers B.T., Hubner S., Heredia S.M., Hahn M.A., Caseys C., Bock D.G., Rieseberg L.H. Hybridization and extinction. *Evolutionary Applications*. 2016. 9: 892–908 DOI: 10.1111/eva.12367.
- Vilas A., Pérez-Figueroa A., Quesada H., Caballero A. Allelic diversity for neutral markers retains a higher adaptive potential for quantitative traits than expected heterozygosity. *Molecular Ecology*. 2015. 24(17): 4419–4432 DOI: 10.1111/mec.13334.
- Xia L., Qifang Geng Q., An S. Rapid Genetic Divergence of an Invasive Species, *Spartina alterniflora*, in China. *Front. Genet.* 2020. v.11: article 284 DOI: 10.3389/fgene.2020.00284.

Yang Z., Bielawski J.P. Statistical methods for detecting molecular adaptation. *Trends in Ecology & Evolution*. 2000. 15(12): 496–503 DOI: 10.1016/s0169-5347(00)01994-7.

Базинер Ф. Превосходное медоносное многолетнее растение. *Земледельчая Газета*. 1855. 23: 90–91.

Бурда Р.І. Випадки гібридизації у перебігу інвазії чужорідних рослин в Україну. *Синантропізація рослинного покриву України*. Збірник наукових статей III Всеукраїнської наукової конференції (м. Київ, 26–27 вересня 2019 р.). К.: Наш формат. 2019. С. 19–24.

Віслюліна О.Д. Родина СХVII. Ластовневі – *Asclepiadaceae* Lindl. *Флора УРСР*. Т. 8. Київ : АН УРСР. 1957. С. 270–287.

Глухов М.М. Медоносные растения. 6-е издание. Москва : Сельхозгиз, 1954. 512 с.

Двірна Т. Ергазіофіти адвентивної фракції флори Роменсько-Полтавського геоботанічного округу (Україна): конспект та аналіз. *GEO&BIO*. 2019. 18: 21–36 DOI: 10.15407/gb1804.

Двірна Т.С. Використання *Asclepias syriaca* L.: історія, стан та перспективи. *Journal of Native and Alien Plant Studies*. 2021. 17: 15–31 DOI: 10.37555/2707-3114.17.2021.248326.

Діденко В.І., Костіков І.Ю., Подпрятів О.О. Генетичне розмивання палеоендемічного виду сарматського походження *Centaurea pseudoleucolepis* Kleorow (Asteraceae Dumort.). *Збереження біорізноманіття степової зони України в умовах зміни клімату та природокористування (до 60-річчя створення Українського степового природного заповідника НАН України)*. Праці науково-практичної конференції. Більмак, Запорізька область, Україна, 2-3 грудня 2021 р. Дніпро : Середняк Т.К. 2021. С. 29–35.

Зав'ялова Л. Огляд методів дослідження адвентивних рослин *GEO&BIO*. 2019. 18: 64–76. DOI: 10.15407/gb1806.

Каталог декоративних трав'янистих рослин ботанічних садів і дендропарків України / за ред. С.П. Машковської. К. 2015. 282 с. (електронне видання). URL: <http://www.nbg.kiev.ua/upload/biblio/katalog.pdf> [Accessed 12 November 2022].

Мосякін С.Л. Територіальні закономірності експансії адвентивних рослин в урбанізованому середовищі (на прикладі м. Києва). *Український ботанічний журнал*. 1996. 53(5). С. 536–545.

Наказ № 397 Міністерства аграрної політики та продовольства України від 16.07.2019 «Про внесення змін до Переліку регульованих шкідливих організмів».

Пачоский Й. Очерки флоры окрестностей г. Умани Киевской губернии. Київ : Тип. Кушнерова И.Н. и Ко., 1887. 67 с.

Протопопова В.В., Шевера М.В. Інвазійні види у флорі України. I. Група високо активних видів. *GEO&BIO*. 2019. 17: 116–135 DOI: 10.15407/gb.2019.17.116.

Словник української біологічної термінології / за ред. Д.М. Гродзинського і Л.О. Симоненка. Київ : КММ. 2012. 744 с.

Федорончук М.М., Протопопова В.В., Шевера М.В. Синантропізація лісового та чагарникового флорокомплексів Середнього Придніпров'я (Україна). *Біологічні системи*. 2020. 12(2). С. 263–276. DOI: 10.31861/biosystems2020.02.263.

Финк В. Список некоторых растений, пригодных для культуры на неудобной земле. *Записки Императорского*

общества сельского хозяйства Южной России. Одесса, 1890. 12. С. 1–17.

Шевчик В.Л., Шевчик Т.В. Фітоценотична характеристика угруповань із участю *Amorpha fruticosa* (Fabaceae) у Середньому Придніпров'ї (Україна). *Український ботанічний журнал*. 2019. 76(1). С. 42–51 DOI: 10.15407/ukrbotj76.01.042.

Шиндер О.І. Спонтанна флора Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України (м. Київ). Повідомлення 4. Адвентивні види: Ксенофіти. *Інтродукція рослин*. 2019. 4: 18–33 DOI: 10.5281/zenodo.3566608.

Шиндер О.І., Безсмертна О.О., Кучер О.О. Флора Ржищівської МОТГ: структура, регіональні особливості, синантропна та раритетна фракції. *Наукові праці Екологічної дослідницької станції «Глибокі Балики»*. Біорізноманіття Ржищівської міської об'єднаної територіальної громади / за ред. А. Куземко, Ю. Куцоконь, О. Василюка. Чернівці : Друк Арт. 2021. 1. С. 15–101.

Щоголів І. *Asclepias syriaca* як промислово-технічна рослина. *Український ботанічний журнал*. 1921. 1(1–2). С. 43–44.

REFERENCES

Adams, R. P., Tomb, A. S., Price, S. C. (1987). Investigation of hybridization between *Asclepias speciosa* and *A. syriaca* using alkanes, fatty acids, and triterpenoids. *Biochemical Systematics and Ecology*, 15, pp. 395–399 DOI: 10.1016/0305-1978(87)90052-4 [in English].

Bagi, I. (2008). Common milkweed *Asclepias syriaca* L. In: Botta-Dukát Z., Balogh L. (eds). The most Important Invasive Plants in Hungary. Institute of Ecology and Botany Hungarian Academy of Sciences Vácrátót. pp. 151–159 [in English].

Bailey, C. D., Carr, T. G., Harris, S. A., Hughes, C. E. (2003). Characterization of angiosperm nrDNA polymorphism, paralogy, and pseudogenes. *Mol. Phylogenet. Evol.* 29, pp. 435–455. DOI: 10.1016/j.ympev.2003.08.021 [in English].

Basiner, F. (1855). Prevoskhodnoye medonosnoye mnogoletneye rasteniye. [Excellent honey plant perennial]. *Zemledelchaya Gazeta*, 23, pp. 90–91 [in Russian].

Braun-Blanquet, J. (1964). *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. 3 Aufl. Wien – New York: Springer-Verlag [in German].

Broyles, S. B. (2002). Hybrid bridges to gene flow: A case study in milkweeds (*Asclepias*). *Evolution*. 56: 1943–1953. [in English].

Broyles, S. B., Elkins, G. (2019). Hybridization between *Asclepias purpurascens* and *Asclepias syriaca* (Apocynaceae): A cause for concern? *The J. of the Torrey Botanical Society*. 146(4): 278–290 DOI: 10.3159/TORREY-D-18-00050.1 [in English].

Broyles, S. B., Vail, C., Sherman-Broyles, S. L. (1996). Pollination genetics of hybridization in sympatric populations of *Asclepias exaltata* and *A. syriaca* (*Asclepiadaceae*). *American Journal of Botany*. 83: 1580–1584 DOI: 10.1002/j.1537-2197.1996.tb12816.x [in English].

Burda, R. I. (2019). Vypadky hybrydyzatsiyi u perebihu invazyi chuzhoridnykh roslyn v Ukrayinu. [Cases of hybridization during the invasion of alien plants in Ukraine]. *Synanthropization of the vegetation cover of Ukraine: III All-Ukrainian Scientific Conference, Kiev, 26–27th of September 2019*. Book of scientific articles. Kyiv: Nash format [in Ukrainian].

Gardens and dendroparks of Ukraine. Ed. by S.P. Mashkovska. (2015). Kyiv (electronic edition) URL: <http://www.nbg>.

- kiev.ua/upload/biblio/katalog.pdf [Accessed 12 November 2022] [in Ukrainian].
- Des Marais, D. L., Hernandez, K. M., Juenger, T. E. (2013). Genotype-by-Environment Interaction and Plasticity: Exploring Genomic Responses of Plants to the Abiotic Environment. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 44: 5–29. DOI: 10.1146/annurev-ecolsys-110512-135806 [in English].
- Didenko, V. I., Kostikov, I. Yu., Podpriatov, O. O. (2021). Genetychne rozmyvannya paleoendemichnoho vydu sarmatskoho pokhodzhennya *Centaurea pseudoleucolepis* Kleopow (Asteraceae Dumort.). [Genetic extinction of the paleoendemic species of Sarmatian origin *Centaurea pseudoleucolepis* Kleopow (Asteraceae Dumort.)]. *Biodiversity Conservation of the Ukrainian steppe zone under conditions of climate change and nature management (to the 60th anniversary of the creation of the Ukrainian Steppe Nature Reserve of the NAS of Ukraine)*. Proceedings of the scientific conference. Bilmak, Zaporizhzhia region, Ukraine, 2–3 December 2021. Dnipro: Seredniak T.K. [in Ukrainian].
- Dvirna, T. (2019). Erhaziofity adventyvnoyi fraktsiyi flory Romensko-Poltavskoho hebotanichnoho okruhu (Ukrayina): konspekt ta analiz. [Ergasiophytes of the alien fraction of the flora of Romensko-Poltavsky Geobotanical District (Ukraine): checklist and analysis]. *GEO&BIO*, 18, pp. 21–36. DOI: 10.15407/gb1804 [in Ukrainian].
- Dvirna, T. S. (2021). Vykorystannya *Asclepias syriaca* L.: istoriya, stan ta perspektyvy. [Use of *Asclepias syriaca* L.: history, status and prospects]. *Journal of Native and Alien Plant Studies*, 17, pp. 15–31. DOI: 10.37555/2707-3114.17.2021.248326 [in Ukrainian].
- Euro+Med (2006–2020) Euro+Med PlantBase – the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity. URL: <https://www.europlusmed.org/> [Accessed 1 November 2022] [in English].
- Fedoronchuk, M. M., Protopopova, V. V., Shevera, M. V., Shevchyk, V. L., Dzhuran, V. M., Kretsul, N. I., Yarova, O. A. (2020). Synantropizatsiya lisovoho ta chaharnykovoho florokom-pleksiv Seredn oho Prydniprovy'a (Ukrayina) [Synanthropization of forest and shrub florocomplexes of the middle Cis-Dnipro region (Ukraine)]. *Biological systems*, 12(2), pp. 263–276. DOI: 10.31861/biosystems2020.02.263 [in Ukrainian].
- Fink, V. (1890). Spisok nekotorykh rasteniy, prigodnykh dlya kul'tury na neudobnoy zemle. [List of some plants suitable for cultivation on inconvenient land]. *Notes of the Imperial Society of Agriculture of Southern Russia*, 12, p. 1–17 [in Russian].
- GenBank (National Center for Biotechnology Information), NCBI. Rockville Pike, Bethesda MD, USA. URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov> [Accessed 1 November 2022] [in English].
- Glukhov, M. M. (1954). Medonosnyye rasteniya. [Honey plants.]. 6th edition. Moscow: Selkhozgiz [in Russian].
- Gudžinskas, Z., Petrulaitis, L., Laurynas, T. L. (2021). *Asclepias syriaca* L. (Apocynaceae) and its invasiveness in the southern part of the Boreal region of Europe – evidence from Lithuania. *BiolInvasions Records*, 10(2), pp. 436–452. DOI: 10.3391/bir.2021.10.2.22 [in English].
- Gudžinskas, Z., Petrulaitis, L., Žalneravičius, E. (2019). *Asclepias speciosa* (Apocynaceae, Asclepiadoideae): a rare or unrecognized alien species in Europe? *PhytoKeys*, 121, pp. 29–41. DOI: 10.3897/phytokeys.121.33573 [in English].
- Hanemian, M., Vasseur, F., Marchadier, E., Gilbert, E., Bresson, J., Gy, I., Violle, C., Loudet, O. (2020). Natural variation at FLM splicing has pleiotropic effects modulating ecological strategies in *Arabidopsis thaliana*. *Nature Communications*, 11, 4140. DOI: 10.1038/s41467-020-17896-w [in English].
- Hurst, L. D. (2002). The Ka/Ks ratio: diagnosing the form of sequence evolution. *Trends in Genetics*, 18(9), pp. 486–487. DOI: 10.1016/S0168-9525(02)02722-1. PMID 12175810 [in English].
- Invasive Alien Species of Union Concern. Version 2020. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 42 p. [in English].
- Lysohor, L. (2018). The localities and habitat condition of *Asclepias syriaca* L. in Kryvyi Rih (Ukraine). *27 Congress of the European vegetation survey. Vegetation survey 90 years after the publication of Braun-Blanquet textbook – new challenges and concepts*. Book of Abstracts (23–26 May, 2018, Wrocław, Poland). Wrocław [in English].
- Martyniuk, V. O., Karpenko, N. I., Tarieiev, A. S., Kostikov, I. Yu. (2018). Differences of *Atocion lithuanicum* from *A. armeria* and their hybrid (Sileneae, Caryophyllaceae) by ITS1-ITS2 sequences and secondary structure of their transcripts. *Ukrainian Botanical Journal*, 75(4), pp. 322–334. DOI: 10.15407/ukrbotj75.04.322 [in English].
- Mosyakin, S. L. (1996). Territorial peculiarities of expansion of alien plants in urbanized territories, with special reference to Kiev, Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 53(5), pp. 536–545 [in Ukrainian].
- Mráz, P., Garcia-Jacas, N., Gex-Fabry, E., Susanna, A., Barres, L., Müller-Schärer, H. (2012). Allopolyploid origin of highly invasive *Centaurea stoebe* s.l. (Asteraceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 62(2), pp. 612–623. DOI: 10.1016/j.ympev.2011.11.006 [in English].
- Nakaz № 397 Ministerstva aharnoyi polityky ta prodovolstva Ukrayiny vid 16.07.2019 «Pro vnesennya zmin do Pereliku rehul ovanykh shkidlyvykh orhanizmv». [Order No. 397. Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine. 07/16/2019 "On Amendments to the List of Regulated Harmful Organisms"] [in Ukrainian].
- Paczoski, J. (1887). Ocherki flory okrestnostej g. Umani Kievskoj gubernii [Essays on the flora of the environs of Uman city, Kyiv province]. Kyiv [in Russian].
- Protopopova, V. V., Shevera, M. V. (2019). Invazyini vydy u flori Ukrayiny. I. Hrupa vysoko aktyvnykh vydiv. [Invasive species in the flora of Ukraine. I. The group of highly active species]. *GEO&BIO*, 17, pp. 116–135. DOI: 10.15407/gb.2019.17.116 [in Ukrainian].
- Shchogoliv, I. (1921). *Asclepias syriaca* yak promyslovo–tekhnichna roslyna. [*Asclepias syriaca* as an industrial and technical plant]. *Ukrainian Botanical Journal*, 1(1–2), pp. 43–44 [in Ukrainian].
- Shevchyk, V. L., Shevchyk, T. V. (2019). Fitotsenotychna kharakterystyka uhropovan iz uchastyu *Amorpha fruticosa* (Fabaceae) u Serednomu Prydniprovyi (Ukrayina) [Phytocenotic characteristics of plant communities with *Amorpha fruticosa* (Fabaceae) in the Middle Dnipro area (Ukraine)]. *Ukrainian Botanical Journal*, 76(1), pp. 42–51. DOI: 10.15407/ukrbotj76.01.042 [in Ukrainian].
- Shynder, O. I. (2019). Spontanna flora Natsionalnoho botanichnoho sadu imeni M.M. Hryshka NAN Ukrayiny (Kyiv). Povidomlennya 4. Adventyvni vydy: Ksenofity. [Spontaneous flora of M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine (Kyiv). 2. Methodological problems and criteria for selection of escaped plants in botanical garden

conditions]. *Plant introduction*, 4, pp. 18–33. DOI: 10.5281/zenodo.3566608 [in Ukrainian].

Shynder, O. I., Bezsmertna, O. O., Kucher, O. O. (2021). Flora of Rzhyschiv city amalgamated territorial community: structure, regional features, synanthropic and rare species. In: Biodiversity Issue 1 Studies of «Hlyboki Balyky» Ecological research station of Rzhyschiv city amalgamated territorial community. Ed. Kuzemko, A., Vasyliuk, O., Kutsokon, Yu. Chernivtsi: Druk Art, pp. 15–101 [in Ukrainian].

Slovník ukrajinskoi biolohichnoii terminolohii. [Dictionary of Ukrainian biological terminology]. (2012). Eds. D. M. Grodzinsky and L. O. Simonenko K.: KMM [in Ukrainian].

Stoepler, T. M., Edge, A., Steel, A., O'quinn, R. L., Fishbein, M. (2012). Differential pollinator effectiveness and its importance in a milkweed (*Asclepias*, *Apocynaceae*) hybrid zone. *American Journal of Botany*, 99, pp. 448–458. DOI: 10.3732/ajb.1100272 [in English].

Straub, S. C., Cronn, R. C., Edwards, C., Fishbein, M., Liston, A. (2013). Horizontal Transfer of DNA from the Mitochondrial to the Plastid Genome and Its Subsequent Evolution in Milkweeds (*Apocynaceae*). *Genome Biol. Evol.*, 5(10), pp. 1872–1885. DOI: 10.1093/gbe/evt140 [in English].

Straub, S. C., Fishbein, M., Livshultz, T., Foster, Z., Parks, M., Weitemier, K., Cronn, R. C., Liston, A. (2011). Building a model: Developing genomic resources for common milkweed (*Asclepias syriaca*) with low coverage genome sequencing. *BMC Genomics*, 12(1), pp. 211. DOI: 10.1186/1471-2164-12-211 [in English].

Těšitel, J., Cirocco, R. M., Facelli, J. M., Watling, J.R. (2020). Native parasitic plants: Biological control for plant invasions? *Applied Vegetation Science*, 23(3), pp. 464–469. DOI: 10.1111/avsc.12498 [in English].

Todesco, M., Pascual, M. A., Owens, G. L., Ostevik, K. L., Moyers, B. T., Hubner, S., Heredia, S. M., Hahn, M. A., Caseys, C., Bock, D. G., Rieseberg, L. H. (2016). Hybridization and extinction. *Evolutionary Applications*, 9, pp. 892–908. DOI: 10.1111/eva.12367 [in English].

Vilas, A., Pérez-Figueroa, A., Quesada, H., Caballero, A. (2015). Allelic diversity for neutral markers retains a higher adaptive potential for quantitative traits than expected heterozygosity. *Molecular Ecology*, 24(17), pp. 4419–4432. DOI: 10.1111/mec.13334 [in English].

Vissulina, H. D. *Asclepiadaceae* Lindl. Flora of the Ukrainian SSR. Vol. 8. Kyiv. 270–287 [in Ukrainian].

Xia, L., Qifang Geng, Q., An, S. (2020). Rapid Genetic Divergence of an Invasive Species, *Spartina alterniflora*, in China. *Front. Genet.*, v. 11: article 284. DOI: 10.3389/fgene.2020.00284 [in English].

Yang, Z., Bielawski, J. P. (2000). Statistical methods for detecting molecular adaptation. *Trends in Ecology & Evolution*, 15(12), pp. 496–503. DOI: 10.1016/S0169-5347(00)01994-7 [in English].

Zavialova, L. (2019). Ohlyad metodiv doslidzhennya adventyvykh roslyn. [A review of methods of investigation of alien plant species]. *GEO&BIO*, 18, pp. 64–76. DOI: 10.15407/gb1806 [in Ukrainian].

COMMON MILKWEED (*ASCLEPIAS SYRIACA* L., *APOCYNACEAE* JUSS.) – THE HIGHLY INVASIVE AND HONEY BEARER SPECIES OF THE UKRAINIAN FLORA

Didenko V. I., Kuzemko A. A., Bezsmertna O. O., Shynder O. I., Kucher O. O., Shevchyk V. L., Podobaylo A. V., Kostikov I. Yu.

Introduction. Data on the distribution of one of the highly invasive species of the flora of Ukraine – common milkweed (*Asclepias syriaca* L., *Apocynaceae*), its honey-bearing properties and recommendations for population control and prevention of further invasions have been presented.

The goal of the work. Based on the analysis of data on the history of naturalization in Ukraine, biological, phytocenotic, molecular genetic features related to the invasive potential, impact on natural communities, and the approval of methods of control of the common milkweed, give an answer to the question about the possibility and conditions of introducing *A. syriaca* into beekeeping practice.

Material and methods of research. Critical analysis of literary sources, their comparison and generalization, monitoring observations, field investigations, phytocenotic methods, as well as bioinformatics method.

Results of research and discussion. According to literary sources and personal observation of the authors *A. syriaca* is a component of communities of the anthropogenic vegetation of the *Epilobietea angustifolii*, *Artemisietea vulgaris*, *Robinietea* classes, and more rarely natural and semi-natural communities of *Festuco-Brometea*, *Molinio-Arrhenatheretea*, *Trifolio-Geranietea sanguinei*, *Koelerio-Corynephoretea canescentis*. The species prefer disturbed open areas, where it is usually dominant, displacing native species. Common milkweed is an excellent honey bearer. However, despite the high honey productivity of 600 kg/ha, the need to control its population is substantiated, in particular, the use of multiple, long-term, annual mowing to prevent further invasions of natural ecosystems and loss of biodiversity. Hybridization is not the cause of the high invasiveness of the common milkweed because of sites with ambiguously identified nucleotides, which is one of the signs of hybridogenesis was not detected.

Conclusions and prospects for further research. Despite its economic value, including significant honey-producing properties, *A. syriaca* is a dangerous invasive species that causes loss of biodiversity and reduces crop yields. We believe that cottonwood should be included in the list of quarantine weeds in Ukraine and its cultivation should be prohibited.

Key words: alien species, invasive species, biodiversity, hybridization, phytocenosis, phytoviasion.

Наукове видання Scientific publication

Бджільництво України **Beekeeping of Ukraine**

Науково-виробничий журнал *Scientific and production journal*

Випуск 9 Issue 9

Відповідальний за випуск Responsible for the issue
Акименко Л. І. *Akymenko L. I.*

Коректура Proofreading
Чудеснова І. М. *Chudesnova I. M.*

Дизайн та верстка Design and layout
Кузнєцова Н. С. *Kuznietsova N. S.*

Підписано до друку 12.12.2022.

Формат 60x84/8. Гарнітура Roboto. Папір офсет. Цифровий друк.
Ум.-друк. арк. 13,72. Замов. № 0223/087. Наклад 100 прим.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»

65101, Україна, м. Одеса, вул. Інглєзі, 6/1

Телефон +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08

E-mail: mailbox@helvetica.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК № 7623 від 22.06.2022 р.