

УДК 633/631.95

DOI:10.37128/2707-5826-2022-1-13

**ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА  
ПОВТОРНИХ ПОСІВІВ  
КУКУРУДЗИ В УКРАЇНІ**

**О.П. ТКАЧУК**, доктор с.-г. наук, доцент  
**М.І. БОНДАРЕНКО**, аспірант  
Вінницький національний аграрний  
університет

За останні 10 років площа посіву кукурудзи в Україні зросла більш ніж удвічі і зараз становить близько 5 млн. га. При цьому, за результатами наукових рекомендацій, оптимальна площа посіву кукурудзи на зерно і силос в Україні має становити в межах 3 млн. га. До цього часу питання про оптимальне розміщення площ посівів кукурудзи на зерно в Україні є полемічним. Встановлено, що нині розміщення зернової кукурудзи за природно-економічними зонами України не повною мірою забезпечує ефективне використання біокліматичного і економічного потенціалу для нарощування виробництва зерна. А це, своєю чергою, зумовлює необхідність подальшого вдосконалення розміщення цієї культури в окремих регіонах країни.

Оскільки сучасні сівозміни включають досить обмежений набір культур: пшеницю озиму, кукурудзу, соняшник, частково ріпак озимий і сою, то підібрати оптимальні або навіть допустимі попередники для кукурудзи досить складно. Часто кукурудзу вирощують після пшениці озимої, але цього попередника не вистачає, оскільки він використовується під посів соняшнику, ріпаку озимого та сої. Якщо інші культури вирощувати повторно недопустимо, то кукурудза витримує такі посіви. Тому частину посівів кукурудзи висівають повторно після кукурудзи впродовж двох-трьох, а то і більше років.

У повторних посівах норма внесення мінеральних добрив може зростати на 20-30%. Тривале застосування таких норм мінеральних добрив може спричинити забруднення ґрунтів і продукції важкими металами, нітратами та іншими токсикантами, підкислювати або підлужувати реакцію ґрунту.

Також монокультурне вирощування кукурудзи спричиняє погіршення фітосанітарного стану агроecosистеми, зокрема поширення шкідників, хвороб, специфічних видів бур'янів, стійких до застосовуваних гербіцидів. Проблема, яка поширилась останніми роками – інтенсивний розвиток лучного метелика, що викликає повне знищення сходів кукурудзи. Це вимагає інтенсифікації захисту кукурудзи від шкідливих організмів, які також впливають на екологічний стан агроecosистеми.

**Ключові слова:** кукурудза, посіви, повторне вирощування, екологічні проблеми..

**Табл. 1. Рис. 3. Літ. 15.**

**Постановка проблеми.** Нині поряд зі збереженням та раціональним використанням природних ресурсів актуальним залишається завдання продовольчої безпеки у світовому масштабі, яке успішно вирішують із застосуванням інтенсивних технологій у сільськогосподарському виробництві [1, 2].

Формування продуктивності зернових агрофітоценозів є складним багатофакторним процесом і залежить від окремих природних та агротехнічних складників [3]. Упродовж останнього десятиліття значно зросли площі посіву кукурудзи на зерно, як найбільш продуктивної зернової культури. Так, в окремих агроформуваннях насиченість короткоротаційних сівозмін цією культурою складає понад 30 %, що утричі перевищує науково рекомендовані

норми, сформовані на кінець минулого століття. При цьому розширення посівних площ зернової кукурудзи супроводжується ростом її урожайності. У той же час, система взаємостосунків між природними і техногенними чинниками зазнає глибоких змін, сумарний негативний вплив яких на агроценози обумовив серйозні і стійкі ризики у вирощуванні більшості сільськогосподарських культур [4].

Кукурудза серед усіх зернових культур виділяється високою потенційною продуктивністю, у зв'язку з чим вона є однією з важливих культур у сучасному землеробстві. Її посівні площі в Україні постійно зростають і останніми роками становлять 4-5 млн. га. На частині цих площ агровиробники практикують повторне або беззмінне вирощування кукурудзи.

В окремих господарствах, особливо фермерських, традиційні багатопільні сівозміни скоротились до 3–4-х культур. При цьому принципи плодозмінності не завжди дотримуються при їх чергуванні. Набір культур формується в них виключно на тимчасових ринково-кон'юнктурних інтересах без урахування біологічних, екологічних та ґрунтово-ценотичних наслідків.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** При повторному й беззмінному вирощуванні, продуктивність сільськогосподарських культур зменшується, що засвідчують численні тривалі досліді. Проте повторне вирощування кукурудзи не зумовлює суттєвого зниження її урожайності.

Так встановлена можливість повторних посівів кукурудзи в сівозмінах на одному й тому самому полі, а також більш тривалого вирощування (до 26 років) на постійних ділянках. Кращою культурою переривання беззмінності кукурудзи в Степу є горох, гіршою – ячмінь, а соняшник займає проміжне положення. При цьому переривання беззмінності кукурудзи іншими культурами сівозміни позитивно впливає лише в рік прямої дії заходу.

Причина зниження врожаїв культур при беззмінному їх вирощуванні не однозначна. У ряді випадків це зумовлено тим, що в беззмінних посівах створюються умови, сприятливі для розвитку шкідників і збудників хвороб, властивих даній культурі, в інших – погіршується поживний режим внаслідок одностороннього виносу макро- і мікроелементів з ґрунту. Констатовано також значне збільшення забур'яненості посівів.

Здебільшого на ріст і продуктивність монокультур негативно впливали кореневі виділення самих рослин та продукти життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів. Застосування добрив дещо гальмує процес наростання токсичності ґрунту при беззмінному вирощуванні сільськогосподарських культур, але не припиняє.

Повторні й особливо беззмінні посіви також призводять до розмноження шкідників, що спеціалізуються на певних культурах (буряковий довгоносик, хлібна жужелиця тощо), а це також є однією з причин зниження врожайності.

Підсумовуючи результати численних досліджень можна зазначити, що за повторних та беззмінних посівів більшості культур спостерігається ґрунтовтома і пов'язане з нею зниження їх урожайності, що зумовлюється комплексом

факторів. Негативна післядія повторних посівів ослаблюється застосуванням органічних і мінеральних добрив, засобів боротьби з хворобами, шкідниками і бур'янами. Проте найбільш надійним агротехнічним заходом зниження ґрунтової є науково обґрунтоване чергування культур у сівозміні в поєднанні з іншими ланками системи землеробства. В той же час повторне вирощування кукурудзи, за практичними результатами агровиробників, не зумовлює прояв зазначених негативних змін. Тому важливим завданням є агроекологічна оцінка можливості повторного вирощування кукурудзи.

**Мета статті** – оцінити екологічні наслідки повторних посівів кукурудзи у Лісостепу Правобережного.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження проводилися способом опрацювання літературних джерел за означеним напрямом та проведення власних спостережень.

**Виклад основного матеріалу.** Кукурудза – одна з давніх землеробських культур. У світовому землеробстві кукурудза займає біля 180 млн. га і посідає третє місце після пшениці та рису. Найбільші площі посіву кукурудзи зосереджено в США та Китаї, де вона займає, відповідно, понад 30 і понад 20 млн. га [5].

Кукурудза є однією із найбільш високоврожайних культур світового землеробства. Урожайність зерна кукурудзи у США становить у середньому 75-82 ц/га, у Франції – 78-80 ц/га, Італії – 83-86 ц/га. У США виробляється понад 45% світового валового збору зерна цієї культури. Найвищу врожайність зерна гібридів кукурудзи відзначено у штатах: Айова – 163,7 ц/га, Іллінойс – 159,9 ц/га, Індіана – 162,1 ц/га, Огайо – 165,4 ц/га. Потужними виробниками зерна кукурудзи є також Мексика, Франція, Румунія, Південна Африка, Індія, Аргентина, Італія, Канада та інші країни [5-7].

Кукурудза серед злакових культур має універсальне призначення, тому її вирощують для продовольчого, кормового і технічного використання. У країнах світу для продовольчих потреб використовується біля 20 % зерна кукурудзи, для технічних – 15-20 %, на корм худобі – 60-65 % [5].

В останні роки кукурудза набула неабиякої популярності серед українських аграріїв. Простота технології вирощування, потужний біологічний потенціал продуктивності, великий попит на внутрішньому та світовому ринках у поєднанні з хорошою реалізаційною ціною є об'єктивними чинниками привабливості кукурудзи, зростання посівних площ та валового виробництва зерна [8].

За останні 10 років площа посіву кукурудзи в Україні зросла більш ніж удвічі і зараз становить близько 5 млн. га (рис. 1). При цьому, за результатами наукових рекомендацій, оптимальна площа посіву кукурудзи на зерно і силос в Україні має становити в межах 3 млн. га. До цього часу питання про оптимальне розміщення площ посівів кукурудзи на зерно в Україні є полемічним. Встановлено, що нині розміщення зернової кукурудзи за природно-економічними зонами України не повною мірою забезпечує

ефективне використання біокліматичного і економічного потенціалу для нарощування виробництва зерна. А це, своєю чергою, зумовлює необхідність подальшого вдосконалення розміщення цієї культури в окремих регіонах країни [9].

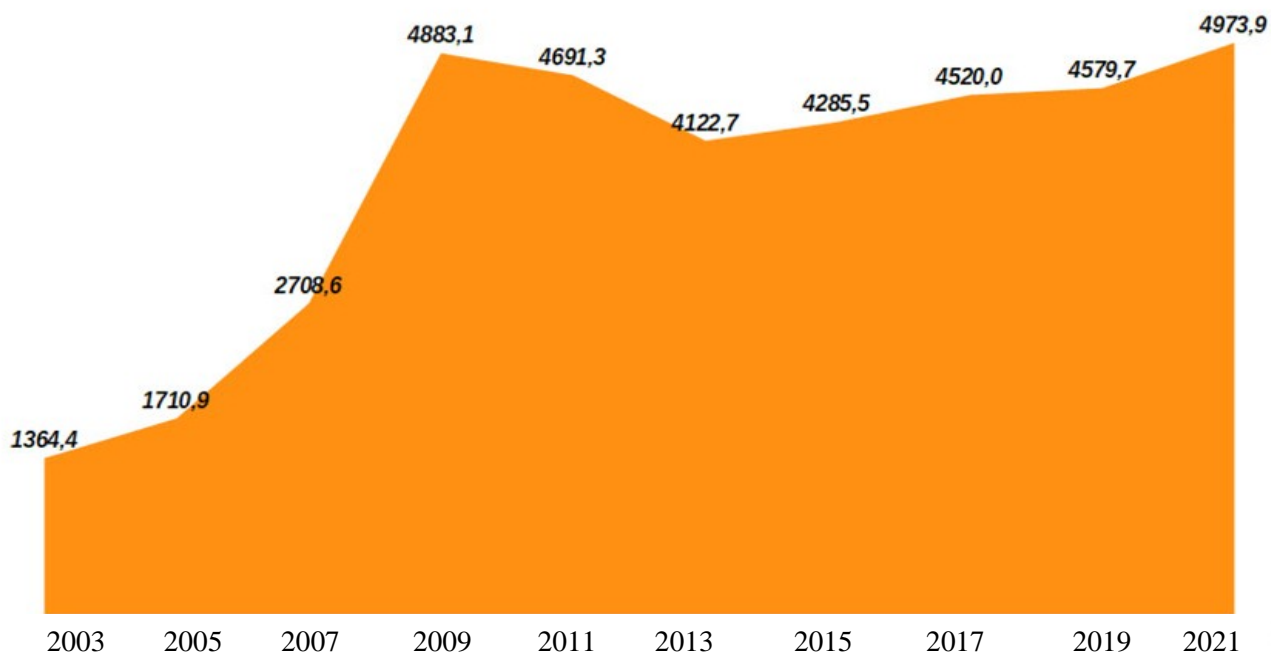


Рис. 1. Динаміка посівних площ кукурудзи в Україні від 2003 до 2021 року, млн. га

Джерело: [9]

Оскільки сучасні сівозміни включають досить обмежений набір культур: пшеницю озиму, кукурудзу, соняшник, частково ріпак озимий і сою, то підібрати оптимальні або навіть допустимі попередники для кукурудзи досить складно. Часто кукурудзу вирощують після пшениці озимої, але цього попередника не вистачає, оскільки він використовується під посів соняшнику, ріпаку озимого та сої (табл. 1). Якщо інші культури вирощувати повторно недопустимо, то кукурудза витримує такі посіви. Тому частину посівів кукурудзи висівають повторно після кукурудзи впродовж двох-трьох, а то і більше років.

Основні посіви кукурудзи на зерно в нашій країні розміщені в Степу й Лісостепу, на силос і зелений корм – в усіх зонах. В останні роки, внаслідок глобальних змін клімату, коли в південній частині країни дедалі частіше спостерігаються посушливі погодні умови під час вегетації кукурудзи та фіксується нестача вологи в ґрунті, відмічено стрімку тенденцію до збільшення посівних площ під культурою в Лісостепу та зменшення – у Степу. Ареал вирощування зміщується в зону стійкого вологозабезпечення [10, 11].

Кліматичні умови Лісостепу мають ряд відмінностей внаслідок значної протяжності території як в широтному, так і в меридіональному напрямках.

Таблиця 1

**Посівні площі основних сільськогосподарських культур в Україні та їх структура у 2021 році**

Культура	Площа, тис. га	Частка у структурі, %
Пшениця озима	6398,8	31
Кукурудза	5451,3	26
Соняшник	6383,3	31
Ріпак озимий	1085,1	5
Соя	1340,5	7
Всього	20659,0	100

Джерело: [9]

Тепловий режим в Лісостепу достатній для визрівання гібридів кукурудзи від ранньостиглої до середньостиглої групи, а для середньопізніх гібридів він виявляється обмеженим. За гідротермічними умовами ця зона є найбільш сприятливою для вирощування кукурудзи, особливо у Вінницькій, Полтавській, Київській, Черкаській і Хмельницькій областях. Менш сприятливою за вологозабезпеченням є зона Степу (за винятком Запорізької, Луганської і Миколаївської областей). Слід виділити достатньо сприятливі умови Дніпропетровської області, де під кукурудзою зосереджено третю частину посівних площ цієї зони. Ефективність такого розміщення підтверджують матеріали звітності господарств за 1996-2021 роки. Теплові ресурси Полісся значно нижчі, ніж в інших регіонах [12, 13].

У минулому році в Україні виробництво зерна кукурудзи становило біля 26 млн. т, що перевищило показники попереднього року на 18%. На це вплинули більш сприятливі погодні умови, що позитивно відобразилося на рівні врожайності зерна. При цьому площа до збирання цієї культури дещо поступалась до показників минулого року [7].

Вже відомо, що висока продуктивність будь-якої культури, в тому числі й кукурудзи, зокрема і у повторних посівах, головним чином залежить від технології її вирощування. Крім попередників, важливим чинником забезпечення високої урожайності кукурудзи впродовж тривалого часу є високі норми мінеральних добрив (рис. 2).

У повторних посівах норма внесення мінеральних добрив може зростати на 20-30%. Тривале застосування таких норм мінеральних добрив може спричинити забруднення ґрунтів і продукції важкими металами, нітратами та іншими токсикантами, підкислювати або підлужувати реакцію ґрунту.

Також монокультурне вирощування кукурудзи спричиняє погіршення фітосанітарного стану агроєкосистеми, зокрема поширення шкідників, хвороб, специфічних видів бур'янів, стійких до застосовуваних гербіцидів. Проблема, яка поширилась останніми роками – інтенсивний розвиток лучного метелика, що викликає повне знищення сходів кукурудзи. Це вимагає інтенсифікації захисту кукурудзи від шкідливих організмів, які також впливають на екологічний стан агроєкосистеми [14, 15].

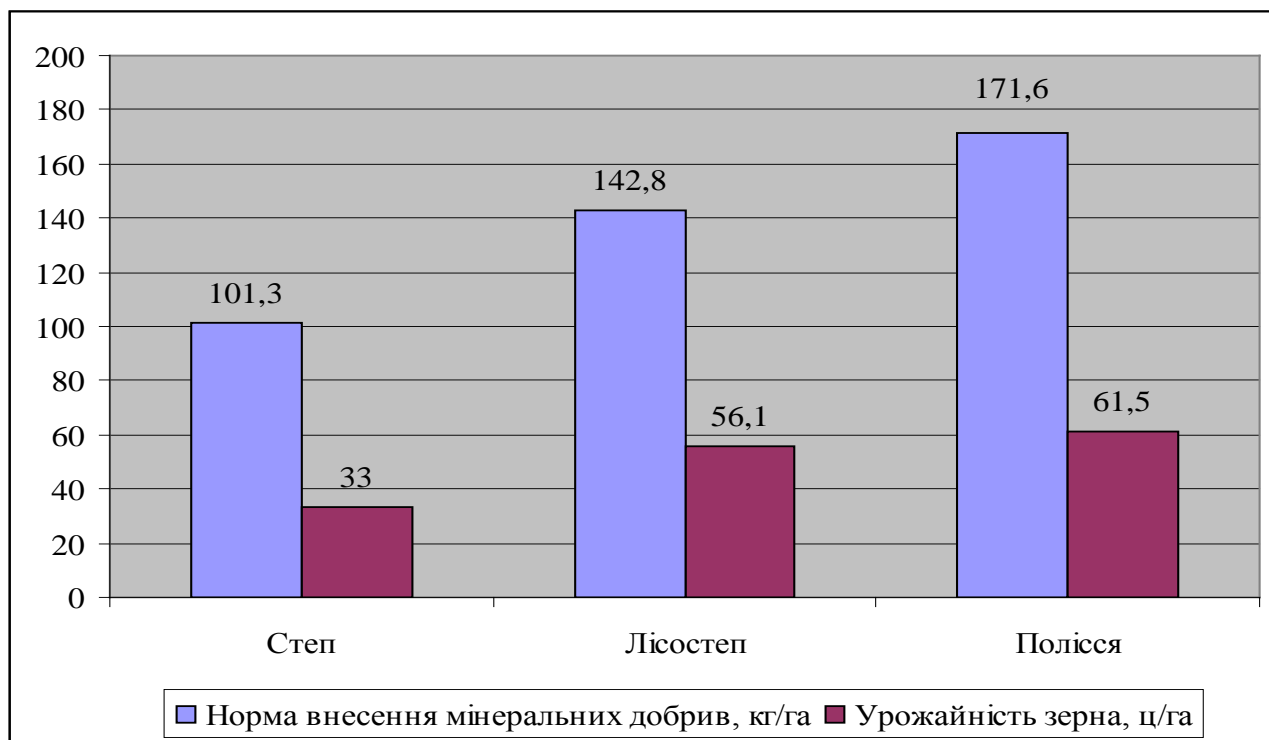


Рис. 2. Динаміка внесення мінеральних добрив під кукурудзу в різних регіонах України (середнє за 2001-2021 рр.)

Джерело: [9]

Разом із тим зростає рівень урожайності кукурудзи в Україні впродовж 2000-2021 рр. з 27 ц/га у 1991 році до 50 ц/га у 2021 році, тобто майже у два рази (рис. 3). Максимальна урожайність, якої досягають окремі сільськогосподарські підприємства Лісостепу, що застосовують заходи інтенсифікації виробництва – 170-180 ц/га.

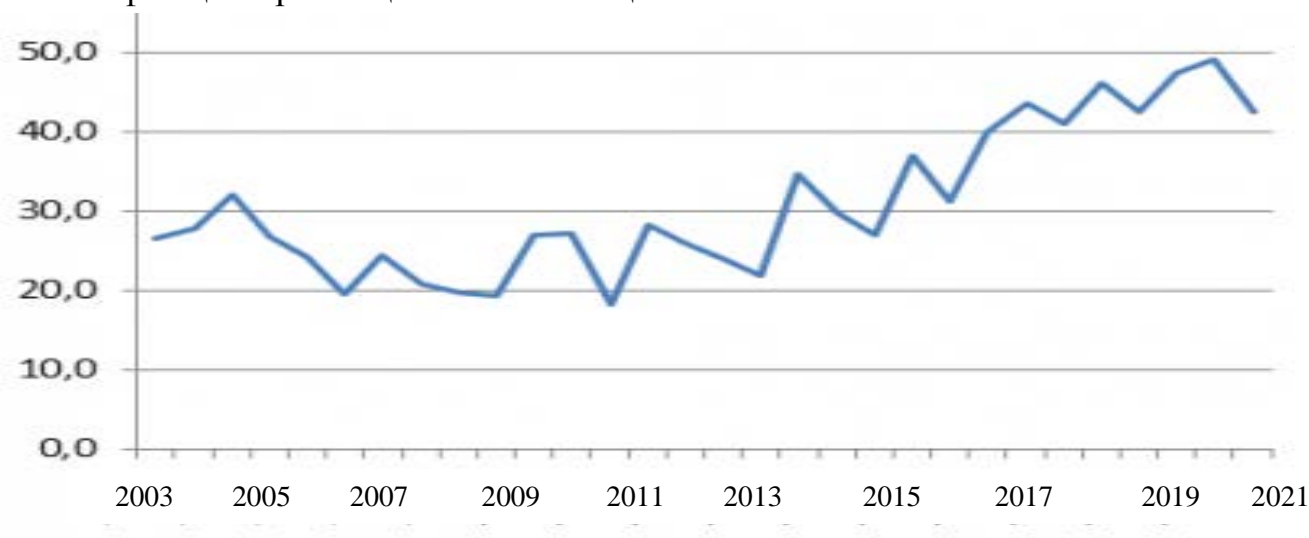


Рис. 3. Динаміка урожайності кукурудзи в Україні за 2003-2021 рр., ц/га

Джерело: [9]

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Підсумовуючи результати численних досліджень, можна стверджувати, що повторне вирощування кукурудзи призводить до ґрунтовтоми і пов'язаного з нею зниження врожаїв культури, збільшення чисельності хвороб, шкідників і бур'янів. Їх негативна дія ослаблюється застосуванням підвищених норм переважно мінеральних добрив та збільшення кількості застосування засобів боротьби з хворобами, шкідниками і бур'янами. За такої ситуації можна забезпечити отримання високих урожаїв зерна кукурудзи, проте існує високий ризик накопичення у ґрунті та зерні токсичних речовин, зокрема важких металів, нітратів та залишків пестицидів, що знижуватиме родючість ґрунту та погіршуватиме якість зерна кукурудзи. Тому найбільш надійним заходом збереження родючості ґрунту, підвищення урожайності зерна кукурудзи при його високій якості та екологічній безпеці є дотримання агротехнічних заходів, зокрема науково обґрунтоване чергування культур у сівозміні в поєднанні з іншими ланками системи землеробства.

### Список використаної літератури

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <http://www.fao.org> (дата звернення: 30.07.2021).
2. Фурдичко О.І, Демянюк О.С. Якість і безпечність сільськогосподарської продукції в контексті продовольчої безпеки України. *Агроекологічний журнал*. 2014. № 1. С. 7-12.
3. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: НВФ «Українські технології», 2006. 730 с.
4. Сайко В.Ф. Наукові основи землеробства в контексті змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 11. С. 5-10.
5. Кукурудза. URL: <http://buklib.net/books/30131/>. (дата звернення: 30.07.2021).
6. Бабич А.О. Кормові та лікарські рослини в ХХ-ХХІ століттях. Київ: Аграрна наука, 1996. 822 с.
7. Маслак О. Ринок кукурудзи врожаю 2016 року. *Пропозиція*. листопад 2016. № 21(340). URL: <http://www.agrobusiness.com.ua/ekonomichnyi-gektar/6636-gynok-kukurudzy-vrozhaiu-2016-roku.html>. (дата звернення: 30.07.2021).
8. Надь Я. Кукурудза. Вінниця: ФОП Корзун Д.Ю., 2012. 580 с.
9. Петриченко В.Ф. Стратегічні напрями розвитку аграрного сектору економіки на період до 2020 року: доповідь. Стратегія розвитку аграрного сектору економіки на період до 2020 р. *Збірник матеріалів Чотирнадцятих річних зборів Всеукраїнського конгресу вчених економістів аграрників*. Київ, 16-17 жовтня 2012 р. ННЦ «Ін-т аграр. економіки». Київ, 2013. С. 19-29.
10. Payton P. et al. Protecting cotton photosynthesis during moderate chilling at high light intensity by increasing chloroplastic antioxidant enzyme activity. *J. Exp.*

*Bot.* 2001. Vol. 52. № 12. P. 2345-2354.

11. Tilman D., Cassman K.G., Matson P.A. et al. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*. 2002. Vol. 418. № 8. P. 671- 677.

12. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Засуха, суховій і пилова буря в Україні в період глобальних змін клімату. Вінниця: ТОВ «Видавництво друкарня ДІЛЮ», 2014. 536 с.

13. Циков В.С. Агроекологические особенности возделывания кукурузы в Степи Украины. *Хранение и переработка зерна*. 2000. № 3. С. 18-21.

14. Мамаева Г.Г. Влияние монокультуры на экологическое состояние системы почва – растение и почвоутомление. *Экологическая безопасность в АПК*. 2002. 594 с.

15. Стулин А.С. Влияние длительного применения удобрений в бессменном посеве кукурузы на ее продуктивность и вынос элементов питания на черноземе выщелоченном. *Агрoхимия*. 2007. № 1. С. 25-30.

### Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <http://www.fao.org> (application date: 30.07.2021). [in English].

2. Furdychko O.I, Demyanyuk O.S. (2014). Yakist' i bezpechnist' sil's'kohospodars'koyi produktsiyi v konteksti prodovol'choyi bezpeky Ukrayiny. [*Quality and safety of agricultural products in the context of food security of Ukraine*]. *Ahroekolohichnyy zhurnal – Agroecological journal*. № 1. 7-12. [in Ukrainian].

3. Lykhochvor V.V., Petrychenko V.F. (2006). Roslynytstvo. Suchasni intensyvni tekhnolohiyi vyroshchuvannya osnovnykh pol'ovyykh kul'tur. [*Plant growing. Modern intensive technologies for growing major field crops*]. L'viv: NVF «Ukrayins'ki tekhnolohiyi». [in Ukrainian].

4. Sayko V.F. (2008). Naukovi osnovy zemlerobstva v konteksti zmin klimatu. [*Scientific bases of agriculture in the context of climate change*]. *Visnyk ahrarnoyi nauky – Bulletin of Agricultural Science*. № 11. 5-10. [in Ukrainian].

5. Kukurudza. [*Corn*]. URL: <http://buklib.net/books/30131/>. (application date: 30.07.2021). [in Ukrainian].

6. Babych A.O. (1996). Kormovi ta likars'ki roslyny v XX-XXI stolittiyakh. [*Fodder and medicinal plants in the XX-XXI centuries*]. Kyiv: Ahrarna nauka. [in Ukrainian].

7. Maslak O. (2016). Rynok kukurudzy vrozhayu 2016 roku. [*Corn market of the 2016 harvest*]. *Propozytsiya – Offer*. № 21 (340). URL: <http://www.agrobusiness.com.ua/ekonomichnyi-gektar/6636-rynok-kukurudzy-vrozhaiu-2016-roku.html> (application date: 30.07.2021).

8. Nad' Y.A. (2012). Kukurudza. [*Corn*]. Vinnytsya: FOP Korzun D.YU. [in Ukrainian].



9. Petrychenko V.F. (2013). Stratehichni napryamy rozvytku ahrarnoho sektoru ekonomiky na period do 2020 roku: dopovid'. [*Strategic directions of development of the agricultural sector of the economy for the period up to 2020: report*]. Stratehiya rozvytku ahrarnoho sektoru ekonomiky na period do 2020 r. Zbirnyk materialiv Chotyrnadtsyatykh richnykh zboriv Vseukrayins'koho konhresu vchenykh ekonomistiv ahrarnykyv. Kyyiv, 16-17 zhovtnya 2012 r. – Strategy for the development of the agricultural sector of the economy for the period up to 2020. Proceedings of the Fourteenth Annual Meeting of the All-Ukrainian Congress of Agricultural Economists. NNTS «In-t ahrar. ekonomiky». Kyyiv. 19-29. [in Ukrainian].

10. Payton P. et al. (2001). Protecting cotton photosynthesis during moderate chilling at high light intensity by increasing chloroplastic antioxidant enzyme activity. *J. Exp. Bot.* Vol. 52. № 12. P. 2345-2354. [in English].

11. Tilman D., Cassman K.G., Matson P.A. et al. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*. Vol. 418. № 8. P. 671- 677. [in English].

12. Babych A.O., Babych-Poberezhna A.A. (2014). Zasukha, sukhoviy i pylova burya v Ukrayini v period hlobal'nykh zmin klimatu. [*Drought, drought and dust storm in Ukraine in the period of global climate change*]. Vinnytsya: TOV «Vydavnytstvo drukarnya DILO». [in Ukrainian].

13. Tsikov V.S. (2000). Agroekologicheskiye osobennosti vozdeleyvaniya kukuruzy v Stepi Ukrainy. [*Agro-ecological features of corn cultivation in the Steppe of Ukraine*]. *Khraneniye i pererabotka zerna – Storage and processing of grain*. № 3. 18-21. [in Ukrainian].

14. Mamayeva G.G. (2002). Vliyaniye monokul'tury na ekologicheskoye sostoyaniye sistemy pochva – rasteniye i pochvoutomleniye. [*Influence of monoculture on the ecological state of the soil-plant system and soil fatigue*]. *Ekologicheskaya bezopasnost' v APK – Environmental safety in the agro-industrial complex*. [in Russian].

15. Stulin A.S. (2007). Vliyaniye dlitel'nogo primeneniya udobreniy v bessmennom poseve kukuruzy na yeye produktivnost' i vynos elementov pitaniya na chernozeme vyshchelochennom. [*The influence of long-term use of fertilizers in the permanent sowing of corn on its productivity and the removal of nutrients on leached chernozem*]. *Agrokimiya – Agrochemistry*. № 1. 25-30. [in Ukrainian].

#### ANNOTATION

##### **ECOLOGICAL ASSESSMENT OF REPEATED CORN CROPS IN UKRAINE**

Over the past 10 years, the area under corn in Ukraine has more than doubled and now stands at about 5 million hectares. At the same time, according to the results of scientific recommendations, the optimal area for sowing corn for grain and silage in Ukraine should be within 3 million hectares. Until now, the question of the optimal location of corn crops for grain in Ukraine is controversial. It is established that currently the placement of grain corn in the natural and economic zones of Ukraine does not fully ensure the effective use of bioclimatic and economic potential to increase grain production. And this, in turn, necessitates further improvement of the

*location of this culture in some regions of the country. Since modern crop rotations include a very limited set of crops: winter wheat, corn, sunflower, partly winter oilseed rape and soybeans, it is difficult to choose the optimal or even acceptable precursors for corn. Maize is often grown after winter wheat, but this precursor is lacking because it is used for sowing sunflower, winter oilseed rape and soybeans. If re-cultivation of other crops is not allowed, then corn can withstand such crops. Therefore, part of the corn crop is re-sown after corn for two or three or even more years.*

*In repeated crops, the rate of application of mineral fertilizers can increase by 20-30%. Prolonged use of such mineral fertilizers can cause contamination of soils and products with heavy metals, nitrates and other toxicants, acidify or alkalize the soil reaction.*

*Also, monoculture cultivation of corn causes deterioration of the phytosanitary condition of the agroecosystem, in particular the spread of pests, diseases, specific weed species resistant to herbicides. A problem that has spread in recent years is the intensive development of the meadow butterfly, which causes the complete destruction of corn seedlings. This requires intensifying the protection of corn from pests that also affect the ecological state of the agroecosystem.*

**Key words:** *corn, crops, re-cultivation, ecological problems .*

**Table 1. Fig. 3. Lit. 15.**

### **Відомості про авторів**

**Ткачук Олександр Петрович** – доктор сільськогосподарських наук, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, місто Вінниця, 21008. тел. 0679546095. e-mail: tkachukop@ukr.net)

**Бондаренко Михайло Ігорович**, аспірант кафедри екології та охорони навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, місто Вінниця, 21008. тел. 0978081125. e-mail: bondarenkomikhailo2011@gmail.com)

**Tkachuk Oleksandr Petrovich**, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology and Environmental Protection of Vinnitsa National Agrarian University (Sonyachna str. 3, Vinnitsa city, 21008. tel. 0679546095. e-mail: tkachukop@ukr.net)

**Bondarenko Mykhailo Ihorovych**, graduate student of the Department of Ecology and Environmental Protection of Vinnytsia National Agrarian University (Sonyachna str. 3, Vinnytsia, 21008. tel. 0978081125. email: bondarenkomikhailo2011@gmail.com)