



УДК 631.41

ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИЧИН ДЕГРАДАЦІЇ І ОПУСТЕЛЮВАННЯ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ

В.Ф. Петриченко, В.В. Лихочвор, О.В. Корнійчук

DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo202090-01

Мета. Обґрунтувати основні причини деградації та опустелювання земель в Україні в умовах інтенсифікації аграрного виробництва та змін клімату. Провести порівняльну оцінку та розрахунки їх балансу. **Методи.** Моніторингові дослідження, системний та статистичний аналіз та їх синтез. **Результати.** Висвітлено обсяги виробництва продукції рослинництва в Україні. Виявлено лімітуючі чинники в аграрному виробництві: це глобальні кліматичні зміни, зниження вмісту елементів живлення в ґрунтах та рівня їх родючості. Проаналізовано обсяги вивезення елементів живлення рослинницькою продукцією. Встановлено, що як за вмістом елементів живлення в рослинницькій продукції, так і за вивезенням елементів живлення, з ґрунту втрачається понад 2 млн т діючої речовини основних елементів: азоту, фосфору та калію. На підставі економічних розрахунків доводиться, що обсяги внесення мінеральних добрив тотожні обсягам вивезених елементів живлення з експортованою сільськогосподарською продукцією: на 1 га посівної площі експортованих культур відчувається з урожаєм господарської продукції 116 кг д. р., або $N_{74}P_{24}K_{18}$. Обґрунтовано, що такий рівень експлуатації ґрунтових ресурсів призводить до їх деградації та зниження природної родючості. На підставі аналізу аграрного виробництва стверджується, що питання доцільності нарощування виробництва зерна в Україні до рівня 90 млн т є дискусійним через багатоукладність форм господарювання та різний рівень ресурсного забезпечення у технологіях. Адже щорічно із країни вивозиться з експортованою продукцією азоту, фосфору та калію на суму біля 56,5 млрд грн. **Висновки.** За такого рівня інтенсифікації виробництва і експорту рослинницької сировини, компенсація вивезення елементів живлення і запобігання деградації ґрунтів вимагає щорічного внесення на фоні $N_{76}P_{17}K_{17}$ ще додатково $N_{74}P_{24}K_{18}$, що в сумі становитиме $N_{150}P_{41}K_{35}$ на гектар посівної площі. Крім збільшення норм внесення мінеральних добрив, для збереження родючості ґрунту необхідно вносити органічні добрива, запроваджувати вирощування багаторічних бобових трав у сівзміні та сидерати, використовувати в якості добрив рослинні рештки, вапнувати ґрунти тощо.

Ключові слова: аграрне виробництво, баланс елементів живлення, дефіцит елементів живлення внаслідок експорту продукції, деградація ґрунтів, опустелювання.

Петриченко Василь Флорович, доктор с.-г. наук, професор, академік НААН, радник дирекції з наукової роботи, Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН, пр-кт Юності, 16, м. Вінниця, Україна, 21100, e-mail: v.petrychenko@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5171-4298>

Лихочвор Володимир Володимирович, доктор с.-г. наук, професор, член-кореспондент НААН, завідувач кафедри технологій у рослинництві, Львівський національний аграрний університет, вул. В. Великого, 1, м. Дубляни, Жовківський район, Львівська область, 80381, e-mail: LYKHOCHVOR@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0377-6157>

Корнійчук Олександр Васильович, кандидат с.-г. наук, с.н.с., директор, Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН, пр-кт Юності, 16, м. Вінниця, Україна, 21100, e-mail: o.kornychuk@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2796-6713>

Вступ. Постановка проблеми. Процеси опустелювання та деградації земель є досить характерними для України [1]. Деградація – це природні й антропогенні процеси погіршення природних властивостей та режимів ґрунтів, які спричиняють стійкі негативні зміни їхніх функцій, знижують стійкість і зменшують родючість. За даними науково-дослідних установ НААН України,



площа деградованих і малородючих земель, які є базовими для опустелювання, становить від 6,5 до 10 млн га [2,5]. Щорічний приріст еродованих земель досягає 80-90 тис. га [3]. За даними ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії НААН», найпоширеніший вид деградації – дегуміфікація (втрата гумусу й поживних речовин [4], а однією з причин деградаційних процесів ґрунтових ресурсів є низькі ресурсні вкладення (низькі дози застосування органічних і мінеральних добрив, хімічних меліорантів тощо) і як наслідок – дефіцитний баланс біогенних елементів [5].

Проблеми підвищення урожайності сільськогосподарських культур та збереження родючості ґрунтів і захисту від деградації і опустелювання розглядаються у багатьох наукових працях [6, 7, 8]. Проте питання обґрунтування основних напрямів вирішення проблем деградації та опустелювання земель в Україні залишаються ще недостатньо дослідженими і потребують обґрунтування в умовах змін клімату та нещадної експлуатації ґрунтових ресурсів.

Інтенсифікація аграрного виробництва в Україні передбачає обґрунтування систем землеробства, які базуються на впровадженні сівозмін з короткою ротацією, запровадженні принципово нових систем обробки ґрунту, внесенні добрив та захисті сільськогосподарських культур від шкочинних об'єктів [9, 10, 11]. Поряд з цим, процес інтенсифікації посилює ризики, спрямовані на вирощування вузького спектру культур, які пред'являють високі вимоги до рівня забезпеченості факторами життя, чистоти агрофітоценозів та чіткої організації технологічних процесів вирощування сільськогосподарських культур [10, 11, 12].

Тому в умовах змін клімату зростання рівня інтенсифікації аграрного виробництва передбачає пошук раціональних шляхів виробництва екологічної продукції та потребує наукового обґрунтування структури виробництва сільськогосподарської продукції та ефективного використання ґрунтових ресурсів, зокрема, із врахуванням темпів їх деградації та опустелювання.

Мета й завдання. Обґрунтування основних причин деградації та опустелювання земель в Україні в умовах інтенсифікації аграрного виробництва та змін клімату. Визначення величини відчуження елементів живлення з ґрунту.

Матеріали і методи. Методологічною основою наукових досліджень є сучасні методи: моніторинг, системний аналіз, економіко-математичний підхід, статистичний та монографічний, аналізу й синтезу.

Результати і обговорення. У 2019 р. Україна встановила черговий рекорд з виробництва зерна – 75 млн т. Характерною рисою сучасного аграрного виробництва України є стабільне зростання обсягів виробництва олійних культур. Україна не тільки повністю забезпечує свої потреби у сировині для виробництва продовольства, а й стала одним з головних експортерів аграрної продукції у світі.

Аналіз показує, що на продукцію рослинництва припадає 30% від загального експорту України. Експортується більшість вирощеного зерна: 80 %



кукурудзи, 72% пшениці, 58% сої та 52% ячменю. У 2018-2019 МР експорт зерна становив 50 млн т, а у 2019-2020 МР його зростання сягнуло рівня 55 млн т [13]. Усього з України продається сільськогосподарської продукції на суму майже 19 млрд дол. Зокрема олія соняшнику продається майже по всьому світу. За період січень-листопад 2020 р. продано 5,6 млн т соняшникової олії на суму 4,1 млрд доларів. У структурі світового експорту олії з соняшнику Україна є лідером з часткою 51%. Понад 90% виробленої в Україні олії експортується [14].

Проте у зв'язку з катастрофічними змінами клімату, спричиненими бездумною діяльністю людини в гонитві за надприбутками, в природному середовищі України відбуваються процеси, які призводитимуть до негативних наслідків. Важливо зазначити, що в аграрному виробництві успіхи України базуються на нещадній експлуатації ґрунтових ресурсів. Тому у недалекому майбутньому вбачаємо дві найважливіші загрози.

По-перше, це глобальні кліматичні зміни, а саме – зменшення кількості опадів і підвищення суми температур, що призведе до поступового перетворення Степу у безплідну пустелю і поширення степових умов на зону Лісостепу і навіть Полісся України.

По-друге, це зниження вмісту елементів живлення в ґрунті і його родючості внаслідок значного перевищення виносу елементів живлення сформованим урожаєм над поверненням їх у ґрунт у вигляді добрив та рослинних решток. Тобто від ґрунту забираємо набагато більше макро- і мікроелементів, ніж їх повертаємо. У відомому законі повернення (Бусенго та Дегерен) зазначено: щоб запобігти виснаженню ґрунту, потрібно повертати йому всі елементи живлення, які з нього винесені урожаєм. Більше того, з рослинницькою продукцією відчужуються елементи живлення. Ці дві складові є базовими елементами опустелювання України.

Слід наголосити, що чим більша урожайність і вища норма добрив, тим більше винесення поживних речовин. Аналіз показує, що достатньої кількості елементів живлення в легкодоступній формі навіть у родючих ґрунтах не буває. Щорічно ґрунт виснажується, і виникає необхідність поповнювати ці втрати шляхом внесення мінеральних добрив. Без цього ґрунт втрачає свої самовідновлювальні функції. Академік Балюк С.А. стверджує, що якщо не вносити достатніх норм добрив, відбувається пришвидшена хімічна деградація ґрунтів зі сталим переходом до процесу опустелювання [5].

Застосування мінеральних добрив сприяє зростанню вмісту активного гумусу порівняно з контролем без добрив внаслідок пептизації верхньої частини плівок пасивного гумусу на поверхні органо-мінеральних мікроагрегатів, а також із більшим надходженням до ґрунту органічних решток в удобрюваних ґрунтах.

Внесення мінеральних добрив дозволяє зменшити негативний вплив посушливих умов року. На високих фонах добрив сільськогосподарські рослини розвивають сильнішу кореневу систему, озимі культури навесні швидше відростають і закривають листовою поверхнею ґрунт, обмежуючи



випаровування продуктивної вологи з ґрунту та утруднюючи розвиток бур'янів. Особливо позитивний вплив на водний баланс рослин мають калійні добрива.

Тому важливо встановити, яка кількість елементів живлення відчужується в аграрному виробництві України. Для розрахунку кількості відчужених з полів елементів живлення потрібно знати їх вміст в продукції (табл. 1).

Таблиця 1

**Вміст азоту, фосфору і калію у сільськогосподарських рослинах,
% на суху речовину**

Культури	Продукція	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Пшениця озима	Зерно	2,50	0,85	0,65
	Солома	0,50	0,20	1,00
Ячмінь ярий	Зерно	2,00	0,85	0,55
	Солома	0,50	0,20	1,00
Кукурудза	Зерно	1,90	0,57	0,38
	Солома	0,75	0,30	1,64
Соя	Зерно	5,80	1,00	1,26
	Солома	1,20	0,35	0,50
Горох	Зерно	4,50	1,00	1,25
	Солома	1,40	0,35	0,50
Ріпак	Зерно	3,20	1,60	1,10
	Солома	1,10	0,50	2,00

Дані узагальнені авторами з різних джерел

Подаємо дані наших розрахунків щодо кількості винесених елементів живлення з урахуванням їх вмісту у продукції. Із зерном озимої пшениці вивозиться:

- азоту – 17 млн т зерна x 2,5% : 100 = 425000 т д. р.;
- фосфору – 17 млн т x 0,85% : 100 = 144500 т д. р.;
- калію – 17 млн т x 0,65% : 100 = 110500 т д. р (табл. 2).

Таблиця 2

**Винесення (відчуження) елементів живлення основною продукцією
(зерно), за вмістом % на суху речовину**

Культури	Винесення експортованою продукцією, т д. р.			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Всього
Пшениця озима	425000	144500	110500	680000
Ячмінь ярий	100000	42500	27500	170000
Кукурудза	513000	153900	102600	769500
Соя	145000	25000	31500	201500
Горох	22500	5000	6250	33750
Ріпак	89600	44800	30800	165200
Всього	1295100	415700	309150	2019950

Власні розрахунки авторів

Для визначення обсягу відчуження елементів живлення основною продукцією застосуємо формулу:

$$V_{1га} = (Y \times V_{1ц}) / Z_{ск} \quad (1)$$

де V_{1га} – винесення (відчуження) елементів живлення (N, P, K) основною



продукцією (зерном) з 1 га посіву, т. д.р;

У – урожайність основної продукції, т/га;

В1ц – зернова складова (частка основної продукції) у валовій продукції при вирощуванні культури (табл. 3).

Таблиця 3

Розрахунок винесення (відчуження) елементів живлення основною продукцією (зерно)

Культура	Винесення азоту, N		Винесення фосфору, P		Винесення калію, K	
	з 1 га, кг д. р.	експортованою продукцією, т д. р.	з 1 га, кг д. р.	експортованою продукцією, т д. р.	з 1 га, кг д. р.	експортованою продукцією, т д. р.
Зернові, всього	60,0	795000	25,1	265000	50,2	530000
в т. ч. пшениця	62,5	255000	20,8	85000	41,7	170000
ячмінь	52,2	75000	17,4	25000	34,8	50000
кукурудза	60,8	405000	24,3	135000	60,8	270000
Соя	69,6	75000	16,3	17500	23,2	25000
Горох	70,5	15000	16,5	3500	23,8	5000
Ріпак	40,1	84000	18,0	39200	46,7	98000
Усіма культурами	-	968000	-	325200	-	658000
Винесення NPK	1951200					

Розраховано за даними Держкомстату [14]

Розрахунки свідчать, що за виносом елементів живлення основною продукцією втрати їх з ґрунтів України дає практично подібні до даних таблиці 2. Експортується зерна пшениці 17 млн т. За врожайності 41,7 ц/га для одержання такої кількості зерна потрібно: $17 \text{ млн т} : 41,7 \text{ ц/га} = 4,077 \text{ млн га}$. З цієї площі виноситься $4,077 \text{ млн га} \times 62,5 \text{ кг} = 255000 \text{ т д. р.}$ Аналогічним чином виконано розрахунки по інших елементах та культурах.

За цією методикою розрахунку із експортованою сировиною вивозиться 968000 т діючої речовини азоту, 325200 т д. р. фосфору та 658000 т д. р. калію. Всього NPK експортується у кількості 1951,2 тис т діючої речовини.

Аналіз показує, що різниця за даною методикою розрахунку становить лише 68750 т д. р. або 3,4% (табл. 2, табл. 3). Отже, вони є достовірними. Є розходження по виносу окремих елементів. Згідно першої методики виноситься більше азоту, згідно другої – калію. Слід зазначити, що в Україні за останні три роки застосування мінеральних добрив дещо зростає, вноситься 100-110 кг/га д. р. азоту, фосфору та калію (у країнах Європейського союзу цей показник вищий у 2,5-2,8 рази) (табл. 4).

Проте при застосуванні мінеральних добрив не дотримується співвідношення між елементами живлення, перевагу мають азотні добрива. Аналіз статистичних даних за останні 3 роки засвідчує збільшення обсягу внесення мінеральних добрив в землеробстві України на всю посівну площу



(27,6 млн га) (табл. 5).

Таблиця 4

**Характер застосування мінеральних добрив в землеробстві України,
кг д. р. на 1 га**

Види добрив	1990	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2019 до 1990, %
Всього	105,1	34,1	41,7	48,9	56,5	56,3	34,1	32,4
Азот, N	44,2	23,7	28,9	32,9	36,9	38,6	23,7	53,6
Фосфор, P	31,4	5,4	6,9	8,8	10,8	9,7	5,4	17,2
Калій, K	25,9	5,0	5,9	7,2	8,8	8,1	5,0	19,3

Подано за даними Держкомстату [14]

Таблиця 5

Обсяг внесених мінеральних добрив в Україні, тис. т д. р.

Види добрив	2017	2018	2019	2019 р. до 2017 р., %
Всього	2028,1	2346,3	2338,3	115,3
Азот, N	1365,3	1532,7	1601,7	117,3
Фосфор, P	363,4	447,7	400,7	110,3
Калій, K	299,4	365,9	335,9	112,2

Розраховано за даними Держкомстату [14]

Відзначено, що обсяги внесення мінеральних добрив практично збігаються з обсягами вивезених елементів живлення із рослинницькою продукцією. Після проведення відповідних перетворень встановлено, що різниця становить лише 130650 т д. р. (табл. 6).

Таблиця 6

Баланс елементів живлення, тис. т д. р.

Види добрив	Внесено	Експортовано продукцією	±	Експортовано кг д. р. у розрахунку на 1 га
Всього	2338,3	2019,950	318,4	116
Азот, N	1601,7	1295,100	306,6	74
Фосфор, P	400,7	415,700	-15,0	24
Калій, K	335,9	309,150	26,8	18

Власні розрахунки авторів

По фосфору отримуємо негативний баланс. Якщо розділити невивезену кількість елементів живлення на посівну площу лише експортованих культур (зернові 14,7 млн га + соя 1,6 млн га + ріпак 1,2 млн га = 17,5 млн га), то отримаємо внесення елементів живлення з розрахунку на 1 га:

$$- \text{азоту} \rightarrow \frac{306600000}{17500000} = 17,5 \text{ кг д. р.};$$

$$- \text{калію} \rightarrow \frac{26800000}{17500000} = 1,5 \text{ кг д. р.};$$

– по фосфору маємо від'ємний баланс.

Проведені розрахунки свідчать про значні обсяги вивезення елементів живлення з розрахунку на 1 га:



- азот 1295100 т д. р. : 17,5 млн га = 74 кг д. р. на 1 га;
- фосфор 415700 т д. р. : 17,5 млн га = 24 кг д. р. на 1 га;
- калій 309150 т д. р. : 17,5 млн га = 18 кг д. р. на 1 га.

Усього на 1 га посівної площі експортованих культур вивозиться 116 кг д. р., або $N_{74}P_{24}K_{18}$.

Виникає дискусійне запитання, чи потрібно Україні нарощувати виробництво зерна до 90 млн т ціною виснаження ґрунтових ресурсів. Аналіз показує, що зростання виробництва зерна в Україні буде призводити до насичення ринку, збільшення світових перехідних запасів і подальшого зниження цін на світовому ринку.

Згідно наших розрахунків, цей сценарій можливий за збільшення частини коштів, отриманих від реалізації продукції на експорт, для закупівлі мінеральних добрив.

Наші розрахунки показують, що для купівлі експортованих (вивезених з продукцією) елементів живлення і перекриття їх дефіциту потрібно не так багато коштів (56,5 млрд грн, або 19,2%), порівняно з вартістю експортованої продукції (294 млрд грн) (табл. 7).

Таблиця 7

Розрахунок вартості аграрної продукції на експорт

Культури	Обсяг, млн т	Ціна за 1 т, грн	Вартість експорту, млрд грн	Вартість експорту, млрд \$
Пшениця	17	5500	93,5	3,74
Ячмінь	5	4700	23,5	0,94
Кукурудза	27	4600	124,2	4,97
Соя	2,5	8800	22,0	0,88
Ріпак	2,8	11000	30,8	1,23
Всього	-	-	294,0	11,76

Власні розрахунки авторів

Наші розрахунки наступні:

– по азоту – $\frac{1295100 \text{ т д.р.}}{0,340} = 3809117 \text{ т аміачної селітри} \times 10000 \text{ грн} = 38,1 \text{ млрд. грн};$

– по фосфору – $\frac{415700}{0,460} = \text{суперфосфату потрійного} \times 14000 \text{ грн} + 12,7 \text{ млрд грн};$

– по калію – $\frac{309150}{0,600} = 515250 \text{ т хлористого калію} \times 11000 \text{ грн} = 57 \text{ млрд грн.}$

Разом у підсумку за трьома елементами – 56,5 млрд грн. Це вартість щорічно вивезених елементів живлення із країни з експортованою аграрною продукцією.

Таким чином, за таких рівнів експорту рослинницької сировини, щоб компенсувати вивезення елементів живлення і запобігти деградації ґрунтів, потрібно вносити не $N_{76}P_{17}K_{17}$ (табл. 4), а ще додатково $N_{74}P_{24}K_{18}$, що в сумі становитиме $N_{150}P_{41}K_{35}$.

Чим можна компенсувати винесені елементи? Як зберегти родючість ґрунту – що важливіше і що найбільше впливає на цей показник? На нашу думку, вагомим чинником впливу на родючість ґрунту за важливістю є: 1 – внесення



органічних добрив; 2 – вирощування багаторічних бобових трав; 3 – вирощування сидератів; 4 – внесення мінеральних добрив; 5 – використання в якості добрив рослинних решток; 6 – вапнування ґрунтів; 7 – обробіток ґрунту.

Крім внесення мінеральних добрив, особливе значення мають рослинні рештки. Вони є енергетичним матеріалом для процесу мінералізації та культурного ґрунтоутворення. Повернення їх у ґрунт збільшує вміст гумусу, покращує структуру ґрунту, знижує схильність до ерозії, стимулює процес азотфіксації, є джерелом живлення для мікроорганізмів, без життєдіяльності яких доступність окремих елементів живлення була б обмежена. Покращується також водний і повітряний режими та вбирна здатність ґрунту. Адже внесення соломи в кількості 35-40 ц/га з компенсацією нестачі азоту (з розрахунку N_{10} на 1 т соломи) за своєю дією на підвищення родючості ґрунту рівноцінне 15-20 т/га гною.

Висновки. Для запобігання деградації ґрунтів і недопущення опустелювання необхідно розробити відповідну стратегію виробництва аграрної продукції в Україні: визначити пріоритети виробництв видів рослинницької продукції на експорт, забезпечити системні дослідження у землеробстві із польовими культурами, розробити сучасні технології їх вирощування із врахуванням змін клімату та їхніх вимог до факторів життя, в т.ч. і до рівня забезпеченості елементами живлення. Потребують обґрунтування та впровадження у сучасних системах землеробства підходи до збереження та підвищення родючості ґрунтів.

Список бібліографічних посилань

1. Мовчан М.М. Основні напрями вирішення проблем деградації та опустелювання земель в Україні. *Моніторинг та охорона земель*. 2017. № 2. С. 85-90.
2. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України. К.: ТОВ «ВИКПРИНТ», 2010. 111 с.
3. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2014 році / Міністерство екології та природних ресурсів України. – Херсон: ФОП Грінь Д.С., 2016. 350 с.
4. Балюк С.А., Медведєв В.В., Мірошниченко М.М. та ін. Екологічний стан ґрунтів України. *Український географічний журнал*. 2012. № 2. С. 38-42.
5. Балюк С.А., Медведєв В.В., Воротинцева Л.І., Шимель В.В. Сучасні проблеми деградації ґрунтів і заходи щодо досягнення нейтрального її рівня. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 8. С. 5-11.
6. Вожегова Р.А., Грановська Л.М. Чинники деградації та напрями відтворення родючості ґрунтів південного Степу України. *Збалансоване природокористування*. 2019. № 1. С. 75-82.
7. Фурдичко О.І., Дребот О.І. Управління агресурсами України засобами аерокосмічного дистанційного зондування: актуальність і перспективи. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 6. С. 5-12. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201906-01>
8. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Опустелювання України. *Зерно*. 2020. № 4. С. 42-48.
9. Petrychenko V.F., Korniychuk O.V., Voronetska I.S. Biological farming in conditions of transformational changes in the agrarian production of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*,



2018; 5(2):3-12. <https://doi.org/10.15407/agrisp5.02.003>

10. Петриченко В.Ф., Корнійчук О.В., Векленко Ю.А. Сталий розвиток лукопасовищного кормовиробництва в умовах змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2018. Том 96 (6). С. 25-32. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201806-04>

11. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Кобак С.Я., Колісник С.І., Воронецька І.С. Обґрунтування інтенсифікації виробництва зернобобових культур в Україні. *International Academy Journal Web Of Scholar*. 2018. № 4. С. 22-30. https://doi.org/10.31435/rsglobal_wos/12062018/5769

12. Наукові основи інтенсифікації польового кормовиробництва в Україні / Петриченко В.Ф. та ін.; за ред. В.Ф. Петриченка, М.К. Царенка. Вінниця, 2008. 238 с.

13. AgroChart. Баланси. URL: <https://www.agrochart.com/uk/news/>

14. Державна служба статистики України. Економічна статистика. Економічна діяльність. Зовнішньоекономічна діяльність. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 06.12.2020 р.)

References

1. Movchan M.M. Osnovni napriamy vyryshennia problem dehradatsii ta opusteliuvannia zemel v Ukraini [The main directions of solving the problems of land degradation and desertification in Ukraine]. *Monitorynh ta okhorona zemel* [Monitoring and protection of lands], 2017, no. 2, pp. 85-90 [in Ukrainian].

2. Natsionalna dopovid pro stan rodiuchosti gruntiv Ukrainy [National report on the state of soil fertility of Ukraine]. Kyiv, TOV «VYKPRYNT», 2010, 111 p. [in Ukrainian].

3. Natsionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha v Ukraini u 2014 rotsi [National report on the state of the environment in Ukraine in 2014]. Ministerstvo ekolohii ta pryrodnykh resursiv Ukrainy [Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine]. Kherson, FOP Hrin D.S., 2016, 350 p. [in Ukrainian].

4. Baliuk S.A., Medvediev V.V., Miroshnychenko M.M. et al. Ekolohichniy stan gruntiv Ukrainy [Ecological condition of soils of Ukraine]. *Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal* [Ukrainian Geographical Journal], 2012, no. 2, pp. 38-42 [in Ukrainian].

5. Baliuk S.A., Medvediev V.V., Vorotyntseva L.I., Shymel V.V. Suchasni problemy dehradatsii gruntiv i zakhody shchodo dosiahnennia neitralnoho yii rivnia [Modern problems of soil degradation and measures to achieve its neutral level]. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 2017, no. 8, pp. 5-11 [in Ukrainian].

6. Vozhehova R.A., Hranovska L.M. Chynnyky dehradatsii ta napriamy vidtvorennia rodiuchosti gruntiv pivdennoho Stepu Ukrainy [Factors of degradation and directions of soil fertility reproduction of the southern steppe of Ukraine]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia* [Balanced nature management], 2019, no. 1, pp. 75-82 [in Ukrainian].

7. Furdychko O.I., Drebot O.I. Upravlinnia ahroresursamy Ukrainy zasobamy aerokosmichnoho dystantsiinoho zonduvannia: aktualnist i perspektyvy [Management of agricultural resources of Ukraine by means of aerospace remote sensing: relevance and prospects]. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 2019, no. 6, pp. 5-12. Available at: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201906-01> [in Ukrainian].

8. Petrychenko V.F., Lykhochvor V.V. Opusteliuvannia Ukrainy [Desertification of Ukraine]. *Zerno* [Grain], 2020, no. 4, pp. 42-48 [in Ukrainian].

9. Petrychenko V.F., Korniyuchuk O.V., Voronetska I.S. Biological farming in conditions of transformational changes in the agrarian production of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*, 2018; 5(2):3-12. Available at: <https://doi.org/10.15407/agrisp5.02.003>

10. Petrychenko V.F., Korniyuchuk O.V., Veklenko Yu.A. Stalyi rozvytok lukopasovyschnoho kormovyrobnytstva v umovakh zmin klimatu [Sustainable development of pasture fodder production in the conditions of climate change]. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 2018, vol. 96 (6), pp. 25-32. Available at: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201806-04> [in Ukrainian].

11. Petrychenko V.F., Lykhochvor V.V., Kobak S.Ya., Kolisnyk S.I., Voronetska I.S. Obgruntuвання intensyfikatsii vyrobnytstva zernobobovykh kultur v Ukraini [Substantiation of intensification of legume production in Ukraine]. *International Academy Journal Web of Scholar*, 2018, no. 4, pp. 22-30. Available at: https://doi.org/10.31435/rsglobal_wos/12062018/5769 [in Ukrainian].

12. Petrychenko V.F. et al. (2008). *Naukovi osnovy intensyfikatsii polovoho kormovyrobnytstva v*



Ukraini [Scientific bases of intensification of field fodder production in Ukraine]. Vinnytsia, 238 p. [in Ukrainian].

13. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. Ekonomichna statystyka. Ekonomichna diialnist. Silske, lisove ta rybne hospodarstvo [State Statistics Service of Ukraine. Economic statistics. Economic activity. Agriculture, forestry and fisheries]. Available at: URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (date of access: 26.06.2020) [in Ukrainian].

Petrychenko V.F., Lykhochvor V.V., Korniychuk O.V. Substantiation of the causes of soil degradation and desertification in Ukraine

Purpose. To substantiate the main causes of land degradation and desertification in Ukraine in conditions of intensification of agricultural production and climate change; to carry out a comparative assessment and calculations of their balance. **Methods.** Monitoring studies, system and statistical analysis and their synthesis. **Results.** The volumes of crop production in Ukraine are highlighted. Limiting factors in agricultural production have been identified: global climate change, declining nutrient content in soils and decrease in the level of their fertility. The volumes of nutrient removal by plant products are analyzed. It is established that both the content of nutrients in crop products and the removal of nutrients from the soil loses more than 2 million tons of active substance of the main elements: nitrogen, phosphorus and potassium. On the basis of economic calculations it is proved that the volumes of mineral fertilizers are identical to the volumes of the removed nutrients with exported agricultural products: per 1 ha of sown area of the exported crops 116 kg of active substance, or $N_{74}P_{24}K_{18}$, is removed with a crop yield. It is substantiated that the current level of exploitation of soil resources will lead to their degradation and reduction of natural fertility. Based on the analysis of agricultural production, it is argued that the question of the feasibility of increasing grain production in Ukraine to the level of 90 million tons is debatable due to the diversity of forms of management and different levels of resource provision in technology. After all, nitrogen, phosphorus and potassium in the amount of about 56.5 billion UAH are annually exported from the country with agricultural products. **Conclusions.** With such a level of intensification of production and export of plant raw materials, compensation for the export of nutrients and prevention of soil degradation requires annual application against the background of $N_{76}P_{17}K_{17}$ additional $N_{74}P_{24}K_{18}$, which will amount to $N_{150}P_{41}K_{35}$ per hectare of sown area. In addition to increasing the rates of mineral fertilizers, in order to preserve soil fertility it is necessary to apply organic fertilizers, introduce cultivation of perennial legumes and cover crops in crop rotation, use plant residues as fertilizers, lime soils etc.

Key words: *agricultural production, nutrient balance, nutrient deficiency due to the export of products, soil degradation, desertification.*

Petrychenko Vasyl F., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of NAAS, Advisor to the Directorate for Scientific Work, Institute of Feed Research and Agriculture of Podillya of NAAS, 16 Yunosti Ave., Vinnytsia, Ukraine, 21100, e-mail: v.petrychenko@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5171-4298>

Lykhochvor Volodymyr V., Doctor of Agricultural Sciences, Corresponding Member of NAAS, Head of the Department of Plant Technology, Lviv National Agrarian University, 1 V. Velykoho st., Dublyany, Zhovkva district, Lviv region, 80381, e-mail: LYKHOCHVOR@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0377-6157>

Korniychuk Oleksandr V., Candidate of Agricultural Sciences, Senior Research Fellow, Director, Institute of Feed Research and Agriculture of Podillya of NAAS, 16 Yunosti Ave., Vinnytsia, Ukraine, 21100, e-mail: o.korniychuk@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2796-6713>

Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Корнийчук О.В. Обоснование причин деградации и опустынивания почв Украины



Цель. Обосновать основные причины деградации и опустынивания земель в Украине в условиях интенсификации аграрного производства и изменений климата. Провести сравнительную оценку и расчёты их баланса. **Методы.** Мониторинговые исследования, системный и статистический анализ и их синтез. **Результаты.** Освещены объёмы производства продукции растениеводства в Украине. Выявлено лимитирующие факторы в аграрном производстве: это глобальные климатические изменения, снижение содержания элементов питания в почве и уровня её плодородия. Проанализированы объёмы выноса элементов питания растениеводческой продукцией. Установлено, что как по содержанию элементов питания в растениеводческой продукции, так и по выносу элементов питания из почвы теряется более 2 млн т действующего вещества основных элементов: азота, фосфора и калия. На основании экономических расчётов доказывается, что объёмы внесения минеральных удобрений тождественны объёмам вывезенных элементов питания с экспортируемой сельскохозяйственной продукцией: на 1 га посевной площади экспортируемых культур отчуждается с урожаем хозяйственной продукции 116 кг д. в., или $N_{74}P_{24}K_{18}$. Обосновано, что такой уровень эксплуатации почвенных ресурсов приводит к их деградации и снижению естественной плодородия. На основании анализа аграрного производства утверждается, что вопрос целесообразности наращивания производства зерна в Украине до уровня 90 млн т является дискуссионным из-за многоукладности форм хозяйствования и разного уровня ресурсного обеспечения в технологиях. Ведь ежегодно из страны вывозится с экспортируемой продукцией азота, фосфора и калия на сумму около 56,5 млрд грн. **Выводы.** При таком уровне интенсификации производства и экспорта растениеводческой сырья, компенсация вывоза элементов питания и предотвращения деградации почв требует ежегодного внесения на фоне $N_{76}P_{17}K_{17}$ ещё дополнительно $N_{74}P_{24}K_{18}$, что в сумме составит $N_{150}P_{41}K_{35}$ на гектар посевной площади. Помимо увеличения норм внесения минеральных удобрений, для сохранения плодородия почвы необходимо вносить органические удобрения, внедрять выращивание многолетних бобовых трав в севообороте и сидераты, использовать в качестве удобрений растительные остатки, известковать почву и т. п.

Ключевые слова: аграрное производство, баланс элементов питания, дефицит элементов питания вследствие экспорта продукции, деградация почв, опустынивание.

Петриченко Василий Флорович, доктор с.-х. наук, профессор, академик НААН, советник дирекции по научной работе, Институт кормов и сельского хозяйства Подолья НААН, пр-кт Юности, 16, г. Винница, Украина, 21100, e-mail: v.petrychenko@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5171-4298>

Лихочвор Владимир Владимирович, доктор с.-х. наук, член-корреспондент НААН, заведующий кафедрой технологий в растениеводстве, Львовский национальный аграрный университет, ул. В. Великого, 1, г. Дубляны, Жолковский район, Львовская область, 80381, e-mail: LYKHOCHVOR@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0377-6157>

Корнийчук Александр Васильевич, кандидат с.-х. наук, с.н.с., директор, Институт кормов и сельского хозяйства Подолья НААН, пр-кт Юности, 16, г. Винница, Украина, 21100, e-mail: o.kornychuk@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2796-6713>

Стаття надійшла до редакції: 06.12.2020

Фахове рецензування: 16.12.2020

Бібліографічний опис для цитування:

Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Корнийчук О.В. Обґрунтування причин деградації і опустелювання ґрунтів України. Корми і кормовиробництво. 2020. № 90. С.10-20. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202090-01>