

ВПЛИВ РЕГІОНАЛЬНОЇ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА СТРУКТУРУ ТА СКЛАД АГРОЛАНДШАФТІВ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

О.М. Димов,
кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
Інститут зрошуваного землеробства НААН (сел. Наддніпрянське,
м. Херсон, Україна)
e-mail: lksndrdymov@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7839-0956>;

С.П. Голобородько,
доктор сільськогосподарських наук, професор
Інститут зрошуваного землеробства НААН (сел. Наддніпрянське,
м. Херсон, Україна)
e-mail: goloborodko1939@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6968-985X>;

В.В. Нестерчук,
кандидат сільськогосподарських наук,
«ДГ «Копані» Інституту зрошуваного землеробства НААН
(с. Благодатне, Білозерський р-н, Херсонська обл., Україна)
e-mail: dp_dg_kopani@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4809-1442>.

Наведено результати наукових досліджень про сучасний стан агроландшафтів Південного Степу, їх розораність, фізичну й хімічну деградацію ґрунтів та основні напрями агротехнологічних заходів, що забезпечують зменшення прояву вказаних негативних явищ. Досягається останнє шляхом створення високопродуктивних моновидових агрофітоценозів багаторічних бобових трав та бобово-злакових травосумішок, стійких до регіональної зміни клімату, яка спостерігається упродовж останніх років у південному регіоні. Систематичне розширення посівних площ зернових і технічних культур, які користуються попитом на міжнародному ринку, призвело до нестійкого стану сільськогосподарських угідь у степовій зоні України, розораність яких на початку XXI ст. стала досягати найвищих показників у світі: Херсонська обл. — 90,2%, Кіровоградська — 86,4; Миколаївська — 84,5; Запорізька — 84,8; Дніпропетровська — 84,5; Донецька — 81,0; Одеська — 79,7%. Усього в зоні Степу — 81,2%. Встановлено, що вказана розораність території істотно перевищує екологічно допустимі межі, внаслідок чого стала інтенсивно зростати фізична й хімічна деградація ґрунтів, що призводить до істотного зменшення формування високих урожаїв вирощуваних сільськогосподарських культур. Наслідки вказаних змін виявилися вкрай несприятливими для розвитку сільського господарства в усіх областях Південного Степу України, що пов'язано як з високою розораністю агроландшафтів, так і з порушенням структури посівних площ сільськогосподарських культур. Основним напрямом забезпечення зменшення прояву фізичної та хімічної деградації ґрунтів при вирощуванні сільськогосподарських культур в умовах природного зволоження є створення високопродуктивних моновидових агрофітоценозів багаторічних бобових трав і полівидових бобово-злакових травосумішок, стійких до екстремальних погодних умов, які відмічаються останніми роками в зоні Південного Степу.

Ключові слова: клімат, випаровуваність, атмосферні опади, дефіцит вологозабезпечення, деградація земель, багаторічні трави, добрива.

ВСТУП

Існуюча структура агроландшафтів Південного Степу України упродовж тривалого періоду змінювалася під впливом двох взаємно протилежних процесів: перший — постійне розширення земель, придатних для обробки та використання їх у сільськогосподарському виробництві різного напрямку, і другий — інтенсивний розвиток дефляційних процесів та погіршення родючості орних земель, які

обробляються [2; 4; 5]. Відсутність упродовж останніх років екологічного контролю за родючістю ґрунтів призвела до високої розораності сільськогосподарських угідь і низької загальної лісистості, яка в сучасних умовах господарювання не перевищує 7,4%, а полезахисна — лише 2,0%. Внаслідок цього на площі до 6,0 млн га орної землі систематично стала проявлятися вітрова ерозія, а в роки з виникненням сильних весняних східних вітрів — до 20,0 млн га [3].

Існуючі сучасні сільськогосподарські угіддя складаються з різних елементів агроекологічних систем (рілля, сіножаті, пасовища, багаторічні насадження тощо) і розташованих між ними незначних ареалів лісів, чагарників, природних луків, боліт, торфовищ. Вони являють собою екологічну різноманітність та структуру агроландшафту, які тісно пов'язані як з його стабільністю, так і з продуктивністю. Нині природних ландшафтів, не порушених господарською діяльністю людей, майже не залишилося [7; 9; 10]. У 60–80-х рр. минулого століття відбулася їх значна трансформація за рахунок надмірної розораності схилових земель, освоєння значних площ лісів і чагарників, перетворення їх у сільськогосподарські угіддя та землі для промислового й меліоративного будівництва.

Україна має високий природно-ресурсний потенціал агросфери і може забезпечувати не тільки національну, а й значною мірою сприяти загальносвітовій місії продовольчої безпеки. Сучасна продовольча ситуація в світі та прогнозовані зміни клімату потребують об'єктивного аналізу й оцінки його впливу на стан основних агроресурсів і виробництво сільськогосподарської продукції, удосконалення стратегії й тактики формування сталих високопродуктивних ресурсо- та енергоощадних агроекологічних систем.

Мета статті — проаналізувати, узагальнити метеорологічні показники та оцінити вплив регіональної зміни клімату на проходження продукційних процесів і формування продуктивності вирощуваних сільськогосподарських культур у Південному Степу України, а також окреслити напрями забезпечення зменшення прояву фізичної й хімічної деградації ґрунтів в сучасних умовах господарювання.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Екологічна незбалансованість структури земельного фонду Південного Степу знижує не тільки ефективність використання та охорони земель, а й природну здатність відновлення родючості ґрунтів та функціонування агроландшафтів. Проблема формування агроландшафтів присвятили свої наукові праці такі вітчизняні вчені, як М.І. Долгілевич, Д.С. Добряк, О.П. Канащ, Я.В. Коваль, В.М. Кривов, В.О. Леонець, Л.Я. Новаковський, С.С. Соболев, О.Г. Тараріко, Г.І. Швєбс, П.Г. Шищенко та ін. Однак багато аспектів вказаної проблеми, які пов'язані з регіональними природно-економічними умовами, залишаються недостатньо вивченими, а тому потребують подальшого наукового обґрунтування.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили статистично-математичним й монографічними методами, а також використовували сучасні наукові методи екстраполяції та інтерполяції. Основою вихідної інформації в дослідженнях функціонування агроландшафтів є різноманітні дані: власні дослідження, дані метеорологічних станцій м. Херсон та смт Асканія-Нова, статистичні дані.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕНН

Рівень розвитку агропромислового комплексу більшості країн світу визначається структурою земельного фонду, природно-кліматичними умовами регіону, станом матеріально-технічної бази, забезпеченістю трудовими ресурсами та системою господарювання, яка забезпечує задоволення попиту населення в харчових продуктах, а також формування експорту продовольчих товарів на основі ефективного використання виробничого потенціалу та відтворення й охорони навколишнього природного середовища [11; 12; 14].

Ландшафти України підтримувалися в гармонійному стані лише до першої половини ХІХ ст., тобто до ліквідації кріпосного права, після якого розпочалося систематичне вирубування лісів у лісостеповій зоні, розорювання земель у степовій та осушення — у поліській зоні.

Наразі можна стверджувати про два типи агроландшафтів, що сформувалися в Україні. Перший тип характеризується розлогими ланами, вирубаними полежахисними лісосмугами та високою (85–95%) розораністю земельного фонду. Тут поширені монокультури, у помірних дозах застосовуються мінеральні добрива й хімічні засоби захисту рослин. Це — зона Степу. Агроландшафти першого типу швидко наближаються до виробничих і біологічних бар'єрів, порушення яких загрожує продовольчою кризою в сільському господарстві регіону.

Другий тип характеризується мозаїчним поширенням полів серед лісів, які ще залишилися, диференційованим вирощуванням сільськогосподарських культур, застосуванням оптимальних доз мінеральних добрив та засобів захисту рослин. Це — зони Лісостепу й Полісся.

За даними державного земельного обліку, проведеного в 1990 р., в Україні нараховувалося 60,3 млн га земель усіх категорій, у тому числі сільськогосподарських угідь 41,8 млн га, рілля — 33,4; сінокосів та пасовищ — 7,5; лісів — 10,4 млн га. За інтенсивного ведення сільськогосподарського виробництва зернові та зерно-

бобові культури у структурі посівної площі, до загальної посівної площі сільськогосподарських культур, у 1990 р. займали 45,26%, соняшник — 5,08; картопля та овоче-баштанні — 5,85; кормові культури — 37,24% (табл. 1).

У 2019 р. загальна посівна площа сільськогосподарських культур в Україні, без урахування окупованої території АР Крим, м. Севастополя та частини земель у зоні проведення антитерористичної операції об'єднаних сил, становила 27688,0 тис. га, в тому числі зернові та зернобобові культури займали 14843,0 (53,61%), відповідно, технічні — 9320,0 (33,66); картопля та овоче-баштанні — 1743,0 (6,29) і кормові культури — 1782,0 тис. га (6,44%), площа яких, порівняно з 1990 р., зменшилася на 10217,0 тис. га, або на 85,2%.

Систематичне розширення посівних площ зернових і технічних сільськогосподарських культур у зоні Степу призвело до нестійкого стану створених агроландшафтів, розораність яких на початку ХХІ ст. досягає найвищих показників у світі: Херсонська обл. — 90,2%, Кіровоградська — 86,4; Миколаївська — 84,5; Запорізька — 84,8; Дніпропетровська — 84,5; Донецька — 81,0; Одеська — 79,7%. Усього в зоні Степу — 81,2%.

Згідно з дослідженнями ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколов-

ського», за вирощування вище вказаних сільськогосподарських культур упродовж останніх років в Україні застосовувалися лише мінеральні добрива, а органічні — майже не використовувалися. Пов'язано останнє з істотним скороченням поголів'я великої рогатої худоби в усіх областях України. За чисельності великої рогатої худоби в Україні у 1990 р., рівної 24,6 млн гол. (у т.ч. 8,4 млн корів), вироблялося 257,1 млн т органічних добрив і на 1 га посівної площі вносилося 8,6 т гною. Загалом за період 1991–2019 рр. кількість корів в Україні скоротилася на 5,9 млн гол., або на 70,2%. У великих сільськогосподарських підприємствах поголів'я корів зменшилося від 6,2 млн до 0,88 млн гол., тобто на 87,7%. Тому виробництво органічних добрив упродовж 2012–2019 рр. зменшилося до 9,6 млн т, через що на 1 га посівної площі стало вноситися лише 0,5 т органічних та 72,0–79,0 кг/га д.р. мінеральних добрив.

Внаслідок цього валовий збір зернових і технічних сільськогосподарських культур протягом усіх років, що досліджувалися, як в областях Південного Степу, так і в Україні загалом, зростав лише за рахунок розширення посівних площ та природної родючості ґрунтів. Однак довготривале використання в структурі посівних площ просапних культур призвело до надмірної розораності ґрунтового покрит-

Таблиця 1

Структура посівних площ сільськогосподарських культур в Україні
(за даними Державної служби статистики України)

Показники	1990 р.		2019 р.*	
	тис. га	%	тис. га	%
Посівна площа с.-г. культур, у т.ч.:	32218,0	100,00	27688,0	100,00
1. Зернові та зернобобові культури	14583,0	45,26	14843,0	53,61
У т.ч. пшениця озима та яра	5480,0	17,01	6644,0	24,00
кукурудза	1200,0	3,72	4625,0	16,70
ячмінь озимий та ярий	3003,0	9,32	2443,0	8,82
інші зернові та зернобобові	4900,0	15,21	1131,0	4,09
2. Технічні культури	3751,0	11,65	9320,0	33,66
У т.ч. соняшник	1636,0	5,08	5809,0	20,98
буряки цукрові	1607,0	4,99	261,0	0,94
соя	93,0	0,29	1823,0	6,58
ріпак озимий та ярий	90,0	0,28	1120,0	4,05
інші технічні	325,0	1,01	307,0	1,11
3. Картопля та овоче-баштанні	1885,0	5,85	1743,0	6,29
4. Кормові культури	11999,0	37,24	1782,0	6,44

*Примітка: без урахування тимчасово окупованої території АР Крим, м. Севастополя та частини земель у зоні проведення операції об'єднаних сил.

ву й інтенсивного посилення ґрунтової ерозії та нераціонального використання земельних ресурсів у цілому [7; 9]. За загальної площі орних земель 15528,7 тис. га через виведення із структури посівних площ бобових багаторічних трав і, насамперед, люцерни площа еродованих земель у зоні Степу за останні роки, згідно з дослідженнями ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського», зросла до 8362,0 тис. га, або на 53,8% до загальної площі ріллі (табл. 2).

При цьому найбільші площі еродованих орних земель виявлено в Луганській обл. — 97,5%; Донецькій — 65,2; Миколаївській — 53,9; Одеській — 52,3; Кіровоградській — 50,3%, а найменші в Запорізькій — 33,6%; Херсонській — 38,6 та Дніпропетровській обл. — 43,0%, що пов'язано з більш рівнинним рельєфом сільськогосподарських угідь вказаних областей. Унаслідок деградації земель упродовж 1986–2010 рр. втрати гумусу в орному шарі становили 5,5 т на гектар. Щороку з урожаєм сільськогосподарських культур з кожного гектара безповоротно відчужувалося до 135 кг д.р. поживних речовин (N, P₂O₅, K₂O) [17].

Внаслідок виробництва рослинницької продукції за екстенсивних систем землеробства, відмінною особливістю яких є інтенсивне використання природної родючості ґрунтів, у сучасних умовах господарювання стало спостерігатися істотне зростання площ середньої сильнозмитих і дефляційно небезпечних земель та втрата земельних ресурсів загалом, на

яких почали формуватися деградовані ландшафти. Останнє пов'язано також з інтенсивною вирубкою полезахисних лісосмуг та лісів.

За зональною особливістю підзона Південного Степу є однією з найбільш сприятливих регіонів для стійкого й ефективного розвитку сільського господарства, що зумовлено її сприятливим кліматом. Водночас зазначена підзона часто піддається впливу повітряних потоків як з євразійського континенту, так і з північної території Африки. Тому перетворення сільськогосподарського виробництва регіону на високорозвинений сектор економіки в умовах регіональної зміни клімату можливе лише за умов знання сучасного стану агроландшафтів та розробки ефективних шляхів їх облаштування [6; 8; 18]. Одним з основних шляхів ефективного ведення стійкого землеробства, в сучасних умовах господарювання, є зменшення його залежності від впливу природно-кліматичних умов, що наразі відбувається внаслідок регіональної зміни клімату. Досягається останнє шляхом консервації деградованих земель, вилучених із обробітку, та розширення посівних площ багаторічних бобових трав і, передусім, люцерни.

Основним вирішальним чинником в умовах природного зволоження (без зрошення) у південній частині зони Степу є недостатня кількість атмосферних опадів, особливо в липні, серпні та вересні, внаслідок чого коефіцієнт зволоження знижується до 0,1–0,3, що згідно з Н.Н. Івановим (1962) характерно для пустелі

Таблиця 2

Площі деградованих земель у зоні Степу, тис. га [3]

Область	С.-г. угіддя	У т.ч. рілля	Еродовані землі			
			с.-г. угіддя		рілля	
			всього	%	всього	%
АР Крим	1798,4	1265,6	999,3	55,6	919,3	72,6
Дніпропетровська	2514,3	2125,0	1104,8	43,9	914,7	43,0
Донецька	2045,2	1656,0	1757,4	85,9	1080,0	65,2
Запорізька	2247,7	1906,7	1212,5	53,9	640,8	33,6
Кіровоградська	2039,9	1762,4	1102,4	54,0	886,7	50,3
Луганська	1911,1	1269,7	1372,3	71,8	1237,9	97,5
Миколаївська	2010,0	1698,1	964,5	48,0	914,8	53,9
Одеська	2593,4	2067,6	1214,0	46,8	1081,6	52,3
Херсонська	1971,1	1777,6	961,0	48,7	686,2	38,6
Разом у зоні Степу	19131,1	15528,7	10688,2	55,9	8362,0	53,8
Усього в Україні	41595,1	32461,4	15953,9	38,4	12940,3	39,9

та напівпустелі. Відмітною особливістю посух, які відбувалися упродовж останніх років, було те, що вони охоплювали величезну територію Одеської, Миколаївської, Херсонської та Запорізької обл., степову частину АР Крим, а також значну територію підзони Північного Степу та південних областей зони Лісостепу України, які раніше відносилися до зони достатнього зволоження. У більшості областей підзони Південного Степу регіональна зміна клімату, поряд із наявністю посух та суховіїв, стала проявлятися також через повені, скорочення тривалості зимових періодів, а самі зими стали менш холодними.

Поряд із вказаним, повернення упродовж останніх років до екстенсивної системи землеробства призвело до створення нестійкого стану існуючих агроландшафтів, що пов'язано значною мірою зі зміною власника на земельні ресурси та впливом глобальної й регіональної зміни клімату. Збільшилася посушливість клімату та почастишала повторюваність посух, особливо в зоні Степу. Якщо посухи протягом останніх 400 років у XI–XIV ст. виникали лише 8 разів, у XVII–XVIII — 17, у XIX — 20, то в XX ст. їх кількість зросла до 30 [16].

Фактичні показники суми атмосферних опадів у різні за забезпеченістю опадами роки упродовж останніх років свідчать про істотну нестабільність надходження природної вологи за регіональної зміни клімату, що стало негативно позначатися на продуктивності рослин, які вирощувалися. Головною причиною вказаного явища стало інтенсивне наростання дефіциту вологозабезпечення сільськогосподарських культур, особливо в середньосухі (75%) та сухі (95%) за забезпеченістю опадами роки.

Через підвищення середньомісячної температури повітря в умовах природного зволоження (без зрошення) в підзоні Південного Степу України упродовж останніх років стала проявлятися недостатня кількість опадів, особливо в липні, серпні та вересні, що за різними оцінками (гідротермічним коефіцієнтом Селянинова, індексом аридності Стенца, коефіцієнтом зволоження Н.Н. Іванова та ін.) характерно для напівпустелі та пустелі.

Згідно з дослідженнями Державного агентства водних ресурсів України для природно-кліматичних зон України за коефіцієнта зволоження $K_3 = 1,00-1,33$ і більше — високозволожена зона; $K_3 = 1,00-0,77$ — напівволога зона; $K_3 = 0,77-0,55$ — напівпосушлива зона; $K_3 = 0,55-0,44$ — посушлива зона; $K_3 = 0,44-0,33$ — дуже посушлива зона; $K_3 = 0,33-0,22$ — напівсуха зона; $K_3 = 0,22-0,12$ — напівпустеля й $K_3 = 0,12$ і менше — пустеля.

Коефіцієнт зволоження у Херсонській, Запорізькій, Донецькій та Луганській обл. перевищує 0,4–0,5. За вказаної величини коефіцієнта зволоження проявляється сильна посушливість клімату з високим дефіцитом вологозабезпеченості. Так, у Миколаївській, Кіровоградській, Дніпропетровській та Одеській обл. коефіцієнт зволоження підвищується до 0,5–0,6 проти 0,7–0,9 у зоні Лісостепу та 1,0–1,1 — на Поліссі.

Метеорологічні показники, які найбільшою мірою впливають на формування врожаю сільськогосподарських культур, наведено за даними спостережень метеорологічних станцій м. Херсон та смт Асканія-Нова, розміщених одна від одної на відстані близько 135 км. Багаторічними спостереженнями вказаних метеорологічних станцій за погодними умовами, проведеними протягом 1945–2010 рр., встановлено величини коефіцієнтів зволоження та їх залежність від наявності зрошувальних систем і посівних площ сільськогосподарських культур, які фактично зрошуються. В зв'язку з відсутністю зрошення в Херсонській обл. упродовж 1945–1969 рр. коефіцієнт зволоження не перевищував 0,30–0,48, тобто область відносилась до дуже посушливої зони, а в роки з інтенсивним зрошенням він зростав до 0,60–0,65, що характерно для напівпосушливої зони.

Встановлено також, що коефіцієнт зволоження істотно залежить від року забезпеченості опадами й змінюється протягом вегетаційного періоду сільськогосподарських культур залежно від кількості атмосферних опадів, що випадають. Останнє пов'язано з підвищенням кількості атмосферних опадів, які випадали упродовж осіннього й зимового та вегетаційного періодів загалом.

У південній частині зони Степу коефіцієнт зволоження у вологі (5%) за забезпеченістю опадами роки в середньому за вегетаційний період (квітень–вересень) досягає 0,73–0,75; середньовологі (25%) — 0,50–0,53; середні (50%) — 0,45–0,48; середньосухі (75%) — 0,37–0,39 й у сухі (95%) за забезпеченістю опадами роки не перевищує 0,30–0,32. При цьому абсолютні показники величини коефіцієнта зволоження зростали у вологі (5%), середньовологі (25%) та середні (50%) за забезпеченістю опадами роки. Починаючи з 1999 р. й включно до 2010 р., тобто після зменшення загальної площі зрошуваних земель в Україні від 2,6 млн га до 602 тис. га, а також підвищення середньорічної температури повітря в середньому на 1,1°C, коефіцієнт зволоження знову зменшувався до величин, характерних для посушливої зони.

Фактична кількість атмосферних опадів, які випадали упродовж останніх років, свід-

чить про істотну нестабільність надходження природної вологи в підзоні Південного Степу, внаслідок чого відбувається поступова зміна існуючих агроландшафтів, що негативно позначається на продуктивності вирощуваних рослин. Як наслідок, особливо останніми роками ХХІ ст., — майже через кожні 3–4 роки став зростати прояв середньосухих (75%) та сухих (95%) за забезпеченістю опадами років, дефіцит вологозабезпечення у які зростає до 500–550 мм та 650–680 мм.

Аналіз впливу регіональної зміни клімату на формування врожаю сільськогосподарських культур свідчить про те, що в умовах природного зволоження (без зрошення) у південній частині зони Степу в сухі (95%) за забезпеченістю опадами роки як протягом вегетаційного періоду, так і в цілому за рік випадала майже однакова кількість атмосферних опадів.

У середньому за 65 років спостережень (1945–2010 рр.) кількість опадів, що випадали у зимовий період (грудень–лютий), не перевищувала 93,0 мм (22,4%), відповідно, у весняний (березень–травень) — 93,7 (22,5%); літній (червень–серпень) — 126,3 (30,4%) і осінній (вересень–листопад) — 102,7 мм (24,7%). Усього за вказані пори року випало 415,7 мм, у тому числі за вегетаційний період (квітень–вересень) — 232,6 мм.

У сухому (95%) за забезпеченістю опадами 2018 р. упродовж зими випало 113,7 мм

(27,8%), відповідно, весни — 98,3 (24,0%), літа — 113,9 мм (27,8%) і осені — 83,5 мм (20,4%), усього — 409,4 мм, із яких 194,1 мм випало за вегетаційний період люцерни (квітень–вересень) (рис. 1).

При цьому зменшення кількості атмосферних опадів у сухому (95%) за забезпеченістю опадами 2018 р. спостерігалось лише протягом літнього та осіннього періодів вегетації сільськогосподарських культур. Проте, поряд із дещо меншою кількістю атмосферних опадів, що випадали у сухі (95%) за забезпеченістю опадами роки, відбувалося істотне підвищення середньодобової температури й зниження відносної вологості повітря, внаслідок чого проходило зростання випаровуваності до 279,0 мм (38,4%) й дефіциту вологозабезпечення — до 317,5 мм (64,3%). Загалом найбільше підвищення середньодобової температури повітря у сухому (95%) за забезпеченістю опадами 2018 р. спостерігалось навесні, влітку та восени, яке у середньому за вегетаційний період (квітень–вересень) досягло 3,0°C.

У більшості випадків екстремальні гідротермічні умови за підвищеної температури повітря й незначної кількості атмосферних опадів, що випадали протягом вегетаційного періоду в умовах неполивного землеробства, були вкрай несприятливими для росту й розвитку багатьох сільськогосподарських культур, що вирощувалися. Особливо вказане явище

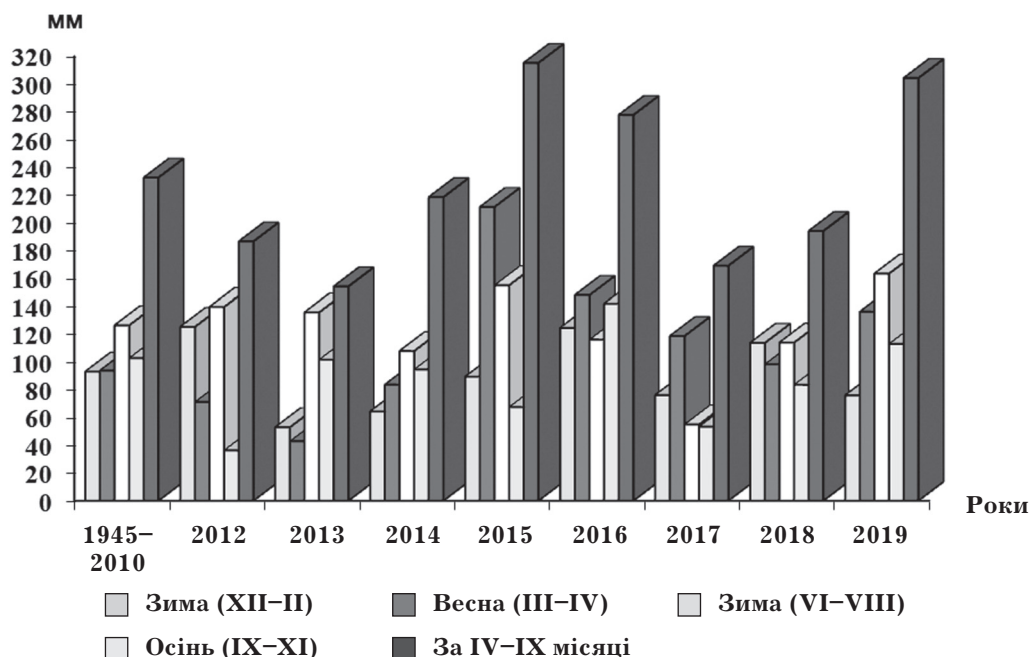


Рис. 1. Кількість атмосферних опадів за сезонами року й протягом вегетаційного періоду (квітень–вересень) сільськогосподарських культур у Південному Степу України (за даними метеорологічної станції м. Херсон)

упродовж останніх років спостерігалось в сухі (95%) за забезпеченістю опадами роки.

Розподіл атмосферних опадів, які визначають погодні умови вегетаційного періоду сільськогосподарських культур у південній частині зони Степу, розраховано нами за даними спостережень метеорологічної станції м. Херсон. Вивчення динаміки середніх показників атмосферних опадів, які випадали впродовж останніх 40 років (1979–2019 рр.) свідчить, що у вказані вище роки відбувалося істотно їх коливання. Середня кількість опадів, що випадали протягом вегетаційного періоду (IV–IX) у вологі (5%) за забезпеченістю опадами роки становила 368,6 мм, випаровуваність не перевищувала 670,2 мм, а дефіцит вологозабезпечення — 301,6 мм.

Однак загальна кількість вологих (5%) за забезпеченістю опадами років, із вибіркової сукупності спостережень, рівної 40 рокам, становила лише 5 років. При цьому вірогідність прояву вологих (5%) років у південній частині зони Степу, згідно з спостереженнями Херсонської метеорологічної станції, не перевищувала 12,2%.

Середня кількість атмосферних опадів, що випадали у середньовологі (25%) за забезпеченістю опадами роки, становила 264,5 мм й за випаровуваності, рівній 732,7 мм, дефіцит вологозабезпечення підвищувався до 468,2 мм. Вірогідність прояву середньовологих (25%) за забезпеченістю опадами років із наведеною кількістю опадів підвищувалася до 26,8%.

Прояв середніх (50%) за забезпеченістю опадами років, за випаровуваності 722,9 мм й середній кількості атмосферних опадів протягом вегетаційного періоду в межах 244,9 мм й дефіциту вологозабезпечення, рівному 478,0 мм, сягав 29,3%.

У середньосухі (75%) за забезпеченістю опадами роки впродовж вегетаційного періоду насінневої люцерни (квітень–вересень) потенційне випаровування або випаровуваність зростала до 778,5 мм і при середній кількості атмосферних опадів, рівній 183,7 мм, дефіцит вологозабезпечення зростав до 594,8 мм. Вірогідність прояву середньосухих (75%) за забезпеченістю опадами років не перевищувала 17,1%.

У сухі (95%) за забезпеченістю опадами роки середня кількість атмосферних опадів протягом вегетаційного періоду насінневої люцерни не перевищувала 181,0 мм, випаровуваність зростала до 812,3 мм, а дефіцит вологозабезпечення досягав 631,3 мм. Вірогідність прояву сухих (95%) за забезпеченістю опадами років за загальної кількості спостережень, рівної 40 рокам, за даними метеорологічної станції м. Херсон не перевищувала 14,6%.

У межах території України виділено три природно-кліматичні зони: надлишково зволожена — зона Полісся, недостатньо зволожена Лісостепова та зона Степу, в якій коефіцієнт зволоження не перевищує 0,4–0,5. Оцінку коефіцієнта зволоження (K_z), як відношення суми опадів (ΣP) за вегетаційний період до випаровуваності (E_o), за досліджувані роки проводили за середньомісячними показниками температури й відносної вологості повітря та кількості атмосферних опадів, за Н.Н. Івановим [13]. Дефіцит вологозабезпечення визначали як різницю між потенційним випаровуванням (E_o) та сумою опадів (ΣP), тобто $\Delta E_o = (E_o - \Sigma P)$.

Аналіз коливання середньодобової температури повітря, проведений за останні роки впродовж вегетаційного періоду сільськогосподарських культур у південній частині зони Степу, свідчить, що в середньому за 2011–2019 рр., порівняно з середньою багаторічною за 65 років (1945–2010 рр.), вона була істотно різною. Підвищення середньої температури повітря протягом вегетаційного періоду 2011–2019 рр., за одночасно недостатньої кількості атмосферних опадів, порівняно з 1945–2010 рр., призводило до збільшення випаровуваності й зростання дефіциту вологозабезпеченості. Загалом випаровуваність і дефіцит вологозабезпечення в сухі (95%) за забезпеченістю опадами роки впродовж вегетаційного періоду сільськогосподарських культур істотно змінювалися й залежали від температури, відносної вологості повітря та кількості атмосферних опадів, що випадали.

Подальше дослідження зміни гідротермічних умов при вирощуванні сільськогосподарських культур у сухі (95%) за забезпеченістю опадами роки свідчить про одночасне підвищення середньої місячної температури повітря, яке відбувається навесні, влітку та восени. Найбільше підвищення середньодобової температури повітря спостерігалось у сухі (95%) за забезпеченістю опадами 2012 та 2018 рр.

Одним із вкрай сухих років в умовах Південного Степу був 2012 р. У першій половині вказаного року погодні умови не сприяли росту й розвитку сільськогосподарських культур, незважаючи на те, що у весняний період кількість атмосферних опадів була вищою за норму й становила 103,9 мм, або 112,9%. Разом із тим, весна була прохолодною й затяжною, що стримувало ріст і розвиток рослин. Середня температура повітря у березні сягала 2,5°C, квітні 13,2 й травні — 20,8°C.

За кількістю атмосферних опадів березень і квітень були недостатньо вологими — випало 5,9 і 39,6 мм опадів, травень децю посушливий — 20,1 мм проти 41,2 мм опадів середньо-

багаторічних даних. Відносна вологість повітря у березні-квітні була нижчою за багаторічні показники (78% і 68%) і становила 77% і 70%. У травні відносна вологість повітря також була низькою і не перевищувала 63%.

Середня температура повітря в червні становила 23,4°C, липні — 26,6 і серпні — 23,6°C, а середня відносна вологість — відповідно 58%, 50 і 57%. Максимальна температура повітря у квітні-травні досягала 21,0–34,0°C, у червні-липні — 29,0–40,0 і в серпні — 41,0°C. Літо було посушливе й жарке. У червні-вересні сума середньомісячних температур становила 92,7°C за багаторічного показника 81,5°C. Опадів з червня по вересень випало 141,1 мм, або менше середньої багаторічної норми на 22,9 мм, що призводило до зниження відносної вологості повітря до 50–64% за середньобагаторічного показника, рівного 61–67%.

За середньої температури у 2012 р., рівної 21,1°C, й відносної вологості повітря 60% упродовж вегетаційного періоду сільськогосподарських культур у 2012 р. випаровуваність зростала до 944,0 мм, а дефіцит вологозабезпеченості досягав 757,4 мм (рис. 2).

За кількістю атмосферних опадів, що випали протягом осіннього вегетаційного періоду пшениці озимої в Херсонській обл. у 2011 р., рівної лише 25,1 мм, коефіцієнт зволоження, при випаровуваності 373,0 мм, не перевищував 0,07, що згідно з Н.Н. Івановим характерно для пустелі [13]. Упродовж весняно-літнього періоду вегетації пшениці озимої у 2012 р., за

кількістю атмосферних опадів, рівної 65,6 мм, також спостерігався істотний дефіцит вологозабезпечення, внаслідок чого формувався вкрай низький урожай пшениці озимої, а у ряді районів він і повністю загинув.

За таких погодних умов стали одночасно проявлятися ґрунтова й повітряна посухи, що призводило до істотного зниження запасів продуктивної вологи в 0–100 см шарі ґрунту й суттєво впливало на врожайність пшениці озимої в усіх областях південної частини зони Степу.

Загалом 2012 р. виявився несприятливим для росту й розвитку більшості сільськогосподарських культур, оскільки за вегетаційний період (квітень–вересень) випало лише 186,6 мм, або 80,2% до середньої багаторічної норми. У середньому за вегетаційний період коефіцієнт зволоження знижувався до 0,20, в тому числі: у квітні — 0,07; травні — 0,28; червні — 0,11; липні — 0,17; серпні — 0,43 і вересні — 0,01. Зростання коефіцієнта зволоження в серпні до 0,43 пов'язано з випадінням у цьому місяці 79,2 мм атмосферних опадів.

У середньому за шістьдесят п'ять років (1945–2010 рр.) спостережень агрометеорологічної станції м. Херсон потенційне випаровування або випаровуваність у цілому за вегетаційний період (квітень–вересень) становила 722,0 мм, кількість атмосферних опадів не перевищувала 234,6 мм, а дефіцит вологозабезпечення досягав 487,4 мм. Якщо середньомісячна температура повітря, за даними

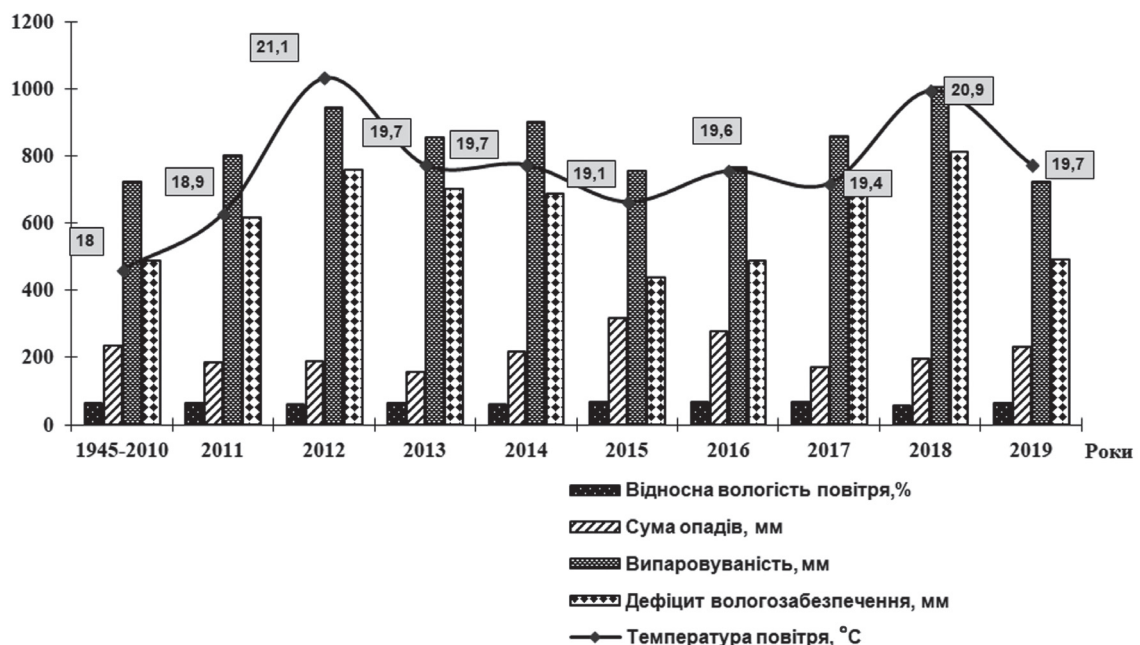


Рис. 2. Гідротермічні показники вегетаційних періодів (квітень–вересень) сільськогосподарських культур у південній частині зони Степу (за даними метеорологічної станції м. Херсон)

метеорологічної станції м. Херсон, упродовж 1945–2010 рр. становила 18,0°C, то за останні дев'ять років, у середньому за 2011–2019 рр., вона підвищилася до 19,7°C, тобто на 1,7°C, а коефіцієнт зволоження знизився до 0,26, що свідчить про істотну зміну теплового, повітряного й радіаційного режимів у південній частині зони Степу.

Особливо сухим в умовах південної частини зони Степу протягом останніх років був 2018 р. Аналіз впливу гідротермічних умов, як основних нерегульованих факторів, на проходження продукційних процесів і формування врожаю сільськогосподарських культур свідчить про те, що в умовах південної частини зони Степу в сухому (95%) за забезпеченістю опадами 2018 р. у весняні, літні та осінні місяці спостерігалось істотне зростання дефіциту вологозабезпечення, насамперед, у квітні, травні, червні, серпні та вересні. Так, середньомісячна температура повітря, порівняно з середньою багаторічною за 1945–2010 рр., у весняні місяці (IV–V) була вищою на 3,3–4,1°C, відповідно, у літні (VI–VIII) на 2,5–3,5°C (8,7%) й у вересні (IX) — на 2,2°C, або на 13,3%.

Підвищення середньомісячної температури повітря упродовж вегетаційного періоду (IV–IX міс.) 2018 р., порівняно з 1945–2010 рр., на 3,0°C, за одночасно недостатньої кількості атмосферних опадів, призводило до істотного зростання випаровуваності та дефіциту вологозабезпечення. Поряд із зростанням дефіциту вологозабезпечення в літній період року істотно збільшилася й тривалість літньої спеки з максимальною температурою повітря до 36,8–38,2°C. За таких метеорологічних показників у 2018 р. в підзоні Південного Степу спостерігався одночасний прояв ґрунтової та повітряної посух, що за природного вологозабезпечення (без зрошення) призводило до виникнення екстремальних гідротермічних умов.

Середня температура повітря упродовж вегетаційного періоду (квітень–вересень) сільськогосподарських культур, що вирощувалися, досягала 20,9°C, й за відносної вологості повітря, рівної 56,0%, випаровуваність у 2018 р. зростала до 1005,6 мм, тобто більше середньої багаторічної на 279,0 мм, або на 38,4%, а дефіцит вологозабезпеченості, відповідно, досягав 811,5 мм, що більше на 317,5 мм, або 64,3%.

Упродовж вегетаційного періоду 1945–2010 рр. середня температура повітря у квітні–травні досягала 10,0–16,2°C, у червні–серпні — 20,4–22,6°C, відповідно, відносна вологість повітря у квітні–травні становила 65–68%, червні — 64% й липні та серпні — 61%. За таких гідротермічних умов випаровуваність у середньому за шістьдесят п'ять років спостережень

(1945–2010 рр.) не перевищувала 726,6 мм, кількість атмосферних опадів становила 232,6 мм, а дефіцит вологозабезпечення сягав 494,0 мм.

Отже, основним лімітуючим фактором у південній частині зони Степу є дефіцит вологи, оскільки вирощування більшості сільськогосподарських культур ведеться в умовах недостатнього природного зволоження. Регіональна зміна клімату істотно впливає на зростання випаровуваності та дефіциту вологозабезпеченості, а також на зміну структури, складу й будови існуючих агроландшафтів загалом. Величина випаровуваності в умовах південної частини зони Степу істотно змінюється упродовж вегетаційного періоду й залежить від кількості атмосферних опадів, які випадають у різні фази росту й розвитку сільськогосподарських культур, що вирощуються.

Наведені дані зміни погодних умов свідчать про істотну нестабільність надходження природної вологи, що негативно відображається на продуктивності сільськогосподарських культур, а також загалом призводить до поступових змін існуючих агроландшафтів у Південному Степу України. Незадовільний екологічний стан сільськогосподарських угідь, що спостерігається протягом останніх років у підзоні Південного Степу, пов'язаний із зміною основних властивостей ландшафтів за тривалої трансформації природного біоценозу в агрофітоценоз [1, 7]. За інтенсивного використання орних земель почало відбуватися також істотне зниження водообміну між поверхневими й ґрунтовими водами, що пов'язано з проявом водної й вітрової ерозії ґрунтів, через що різко змінилося відношення між прихідною та витратною частинами водного балансу. Внаслідок вказаних природних змін останніми роками в більшості областей Південного Степу почав спостерігатися гострий дефіцит ґрунтової вологи, що перешкоджає отриманню високих врожаїв сільськогосподарських культур.

Вказане потребує перегляду й адаптації сільськогосподарських культур, що вирощуються, до нових природно-кліматичних умов шляхом удосконалення технологій їх вирощування, у тому числі й на зрошуваних землях південної частини зони Степу. Останнє пов'язано також з істотно зростаючою температурою повітря, а, відповідно, й вірогідністю прояву середньосухих (75%) та сухих (95%) за забезпеченістю опадами років, дефіцит вологозабезпечення у які, особливо упродовж останніх десяти років, досягає 590–650 мм.

ВИСНОВКИ

Аналіз погодно-кліматичних умов, проведений за тривалий період наукових досліджень,

свідчить, що у зв'язку з регіональною зміною клімату в південній частині зони Степу стала зменшуватись кількість атмосферних опадів і, як наслідок, істотно зростати випаровуваність та дефіцит вологозабезпечення. Тому протягом останніх років у підзоні Південного Степу виникла гостра необхідність в удосконаленні технологій вирощування сільськогосподарських культур із використанням селекційних сортів нового покоління, які найбільш адаптовані на неполивних та зрошуваних землях до природно-кліматичних умов цієї підзони. Вирощування вологолюбних сільськогосподарських культур в умовах південної частини

зони Степу, а також і на значній частині підзони Північного Степу можливе лише за умов подальшого розвитку зрошуваного землеробства. Основним напрямом, який забезпечує зменшення прояву фізичної та хімічної деградації ґрунтів за природного зволоження, є створення високопродуктивних моновидових агрофітоценозів багаторічних бобових трав і полівидових бобово-злакових травосумішок, стійких до екстремальних погодних умов. Реалізація цього напряму наукових досліджень сприятиме істотному зменшенню катастрофічного впливу природних явищ, пов'язаних із регіональною зміною клімату.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Айдаров И.П. *Обустройство агроландшафтов России*. Москва: МГУП, 2007. 159 с.
2. Амир Кассам Т.Ф. Самовосстанавливающееся земледелие: обеспечиваем питательные элементы, соблюдая биологические принципы интенсификации производства. *Зерновые культуры*. 2009. № 11. С. 49–58.
3. Балюк С.А., Медведев В.В., Тараріко О.Г. та ін. Національна доповідь «Про стан родючості ґрунтів України». *Посібник українського хлібороба*. Київ, 2011. С. 41–69.
4. Балюк С.А., Кучер А.В., Анісімова О.В. Концептуальні засади економічного механізму відтворення родючості ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 2. С. 60–65.
5. Балюк С.А., Гапеев Л.В. Зарубіжний та вітчизняний досвід законодавчого врегулювання правового захисту ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 10. С. 12–16.
6. Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Тищенко О.Д., Тищенко А.В., Димов О.М. та ін. Наукові основи вирощування насіння багаторічних трав у степовій зоні України: наук.-метод. реком. Херсон: Гринь Д.С., 2015. 187 с.
7. Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Нестерчук В.В. Агробіологічні основи консервації деградованих земель у Південному Степу України: моногр. Херсон: Гринь Д.С., 2016. 261 с.
8. Гальченко Н.М., Князев О.В., Левенець Т.П. Агробіологічні основи створення високопродуктивних кормових агрофітоценозів у зоні Південного Степу: наук.-метод. реком. Херсон: Гринь Д.С., 2015. 45 с.
9. Голобородько С.П., Найдьонов В.Г., Гальченко Н.М. Консервація земель в Україні: стан і перспективи: моногр. Херсон: Айлант, 2010. 92 с.
10. Голобородько С.П., Сахно Г.В. Сучасний ландшафтно-екологічний стан сільськогосподарських угідь Південного Степу. *Зрошуване землеробство: міжвід. темат. наук. зб.* 2012. № 58. С. 8–16.
11. Закон України «Про охорону земель»: Прийнятий 19.06.2003 № 962-IV. Офіційний вісник України від 01.08.2003. № 29. С. 9. Ст. 1431.
12. Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо збереження родючості ґрунтів»: Прийнятий Верховною Радою України 04.06.2009 № 1443-VI. Офіційний вісник України від 09.11.2009 № 84. С. 7. Ст. 2837.
13. Иванов Н.Н. Показатель биологической эффективности климата. *Известия Всесоюзного географического общества*. 1962. Т. 94. № 1. С. 65–70.
14. Медведев В.В. Новітні технології і знаряддя обробітку для збереження фізичних властивостей ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 8. С. 5–9.
15. Медведев В.В. Досвід реалізації «Європейської ґрунтової політики». *Вісник аграрної науки*. 2013. № 3. С. 13–19.
16. Пиліві бурі в Україні. Перенос хмар пилу з України в Європу. URL: <http://analitika.at.ua/news/2008-05-08-231>.
17. Розпорядження Кабінету Міністрів України «Концепція боротьби з деградацією земель та опустелюванням» від 22.10.2014 р. № 1024-р. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1024-2014>.
18. Тараріко О.Г., Ільєнко Т.В., Кучма Т.Л. Вплив змін клімату на продуктивність та валові збори зернових культур: аналіз та прогноз. *Український географічний журнал*. 2016. № 1. С. 14–22.

INFLUENCE OF REGIONAL CLIMATE CHANGE ON THE STRUCTURE AND COMPOSITION OF AGRICULTURAL LANDSCAPES OF THE SOUTHERN STEPPE OF UKRAINE

Dymov O.,

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher
Institute of Agricultural Sciences of NAAS (Kherson, Ukraine)
e-mail: lksndrdymov@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7839-0956>;

Holoborodko S.,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Institute of Agricultural Sciences of NAAS (Kherson, Ukraine)
e-mail: goloborodko1939@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6968-985X>;

Nesterchuk V.,

Candidate of Agricultural Sciences
SE «EE «Kopani» of the Institute of Agricultural Sciences of NAAS
(Kherson oblast, Ukraine)
e-mail: dp_dg_kopani@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4809-1442>.

The results of scientific research on the current state of agricultural landscapes of the southern Steppe, their ploughing, physical and chemical degradation of soils and the main directions of agro technological events to reduce the manifestation of these negative phenomena are presented. The latter is achieved by creating highly productive single-species agrophytocenoses of perennial legumes and legume grass mixtures that are resistant to regional climate change, which has been observed in the southern region in recent years. The systematic expansion of sown areas of grain and industrial crops, which are in demand on the international market, has led to an unstable state of agricultural land in the steppe zone of Ukraine, ploughing which at the beginning of the XXI century began to reach the highest rates in the world: Kherson region — 90.2%, Kirovohrad — 86.4; Mykolaiv — 84.5; Zaporizhzhia — 84.8; Dnipropetrovsk — 84.5; Donetsk — 81.0; Odesa — 79.7%. Total in the Steppe zone — 81.2%. Established that the plowed areas significantly exceeds ecologically acceptable limits, which has helped to increase rapidly the physical and chemical soil degradation, which leads to a considerable reduction of the formation of high yields of crops. The consequences of these changes were extremely unfavorable for the development of agriculture in all areas of the southern Steppe of Ukraine, which is associated with both high ploughing of agricultural landscapes, and with the violation of the structure of crops sown areas. The main direction of ensuring the reduction of physical and chemical degradation of soils when growing crops in conditions of natural moisture is the creation of high-performance single-species agrophytocenoses of perennial legumes and multi-species legume laced grass mixtures, resistant to extreme weather conditions that have been observed in recent years in the southern Steppe zone.

Keywords: climate, evaporation, precipitation, lack of water supply, land degradation, perennial grasses, fertilizers.

REFERENCES

1. Aidarov, I.P. (2007). Obustroistvo ahrolandshaftov Rossii [Arrangement of agricultural landscapes in Russia]. Moscow: MSUP [in Russian].
2. Amir Kassam, T.Ph. (2009). Samovosstanavlivaiushcheesia zemledeliie: obespechivaiem pitatelnyie elementy, sobliudaia biolohicheskiie printsypy intensivifikatsyi proizvodstva [Self-regenerating agriculture: we provide nutritious elements, observing the biological principles of production intensification]. *Zernovyye kulturey — Grain crops*, 11, 49–58 [in Russian].
3. Baliuk, S.A., Medvediev, V.V., & Tarariko, O. H. et al. (2011). Natsionalna dopovid' «Pro stan rodiuchosti gruntiv Ukrainy» [National report «on the state of soil fertility in Ukraine»]. *Posibnyk ukrainskoho hliboroba — Ukrainian grain grower's manual*, 41–69 [in Ukrainian].
4. Baliuk, S.A., Kucher, A.V., & Anisimova, O.V. (2014). Kontseptualni zasady ekonomichnoho mekhanizmu vidtvorennia rodiuchosti gruntiv [Conceptual foundations of the economic mechanism of soil fertility reproduction]. *Visnyk ahrarnoi nauky — Bulletin of Agrarian Science*, 2, 60–65 [in Ukrainian].
5. Baliuk, S.A., & Hapieiev, L.V. (2014). Zarubizhnyi ta vitchyzniani dosvid zakonodavchoho vrehulivannia pravovoho zakhystu gruntiv [Foreign and domestic experience in legislative regulation of legal protection of soils]. *Visnyk ahrarnoi nauky — Bulletin of Agrarian Science*, 10, 12–16 [in Ukrainian].
6. Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P., Tyshchenko, O.D., Tyshchenko, A.V., & Dymov, O.M. et al. (2015). Naukovi osnovy vyroshchuvannia nasinnia bahatorichnykh trav u stepovii zoni Ukrainy: nauk.-metod. rekomend. [Scientific bases of growing seeds of perennial grasses in the steppe zone of Ukraine: sci.-method. recommend.]. Kherson: Hrin', D.S. [in Ukrainian].

7. Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P., & Nesterchuk, V.V. (2016). *Ahrobiolohichni osnovy konservatsii dehradovanykh zemel' u Pivdenному Stepі Ukraїny: monogr. [Agrobiological bases of conservation of degraded lands in the Southern Steppe of Ukraine: monograph]*. Kherson: Hrin', D.S. [in Ukrainian].
8. Halchenko, N.M., Kniaziev, O.V., & Levenets, T.P. (2015). Ahrobiolohichni osnovy stvorennia vysokoproduktyvnykh kormovykh ahrofitotsenoziv u zoni Pivdennoho Stepі : nauk.-metod. rekomend. [Agro-biological basis for the creation of highly productive fodder agrophytocenoses in the area of the South Steppe: sci.-method. recommend.]. Kherson: Hrin', D.S. [in Ukrainian].
9. Holoborodko, S.P., Naidionov, V.H., & Halchenko, N.M. (2010). *Konservatsiia zemel' v Ukraїni: stan i perspektyvy: monohraf. Land conservation in Ukraine: status and prospects: monograph]*. Kherson: Ailant [in Ukrainian].
10. Holoborodko, S.P., & Sakhno, H.V. (2012). Suchasnyi landshaftno-ekolohichni stan silskohospodarskykh uhid' Pivdennoho Stepі [Modern landscape and ecological state of agricultural lands of the Southern Steppe]. *Zroshuvane zemlerobstvo: mizhvid. temat. nauk. zb. — Irrigated Agriculture: interdepartm. thematic sci. collect.*, 58, 8–16 [in Ukrainian].
11. Zakon Ukraїny «Pro okhoronu zemel'» vid 19.06.2003 No 962-IV [Law of Ukraine «On land protection» of 19.06.2003 No. 962-IV]. (2003, 01 August). *Ofitsiyni visnyk Ukraїny — Official journal of Ukraine*, 29, 9, 1431 [in Ukrainian].
12. Zakon Ukraїny «Pro vnesennia zmin do deiakykh zakonodavchykh aktiv Ukraїny shchodo zberezhennia rodiuchosti hruntiv» vid 04.06.2009 no. 1443-VI [Law of Ukraine «On amendments to certain legislative acts of Ukraine concerning the preservation of soil fertility» of 04.06.2009 no. 1443-VI]. *Ofitsiyni visnyk Ukraїny — Official journal of Ukraine*, 84, 7, 2837 [in Ukrainian].
13. Ivanov, N.N. (1962). Pokazatel' biolohicheskoi effektivnosti klimata [The index of biological effectiveness of climate]. *Izvestiia Vsesoiuznogo geograficheskoho obshchestva — News of the all-Union geographical society*, Vol. 94, 1, 65–70 [in Russian].
14. Medvediev, V.V. (2013). Novitni tekhnolohii i znariaddia obrobitku dlia zberezhennia fizychnykh vlastyvostei hruntiv [The latest technologies and tools for processing to preserve the physical properties of soils]. *Visnyk ahrarnoi nauky — Bulletin of Agrarian Science*, 8, 5–9 [in Ukrainian].
15. Medvediev, V.V. (2013). Dosvid realizatsii «Yevropeiskoi gruntovoi polityky» [Experience in implementing the »European soil policy«]. *Visnyk ahrarnoi nauky — Bulletin of Agrarian Science*, 3, 13–19 [in Ukrainian].
16. Pylovi buri v Ukraїni. Perenos khmar pylu z Ukraїny v Yevropu [Dust storms in Ukraine. Transfer of dust clouds from Ukraine to Europe]. (2008). *analitika.at.ua*. Retrieved from <http://analitika.at.ua/news/2008-05-08-231> [in Ukrainian].
17. Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukraїny «Kontseptsiia borotby z dehradatsiieiu zemel' ta opusteliuvanniam» vid 22.10.2014 no. 1024-p. [Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine «Concept of combating land degradation and desertification» of 22.10.2014 no. 1024-p.]. (2014). *zakon.rada.gov.ua*. Retrieved from <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1024-2014> [in Ukrainian].
18. Tarariko, O.H., Ilienka, T.V. & Kuchma, T.L. (2016). Vplyv zmin klimatu na produktyvnist' ta valovi zbory zernovykh kultur: analiz ta prohnoz [Impact of climate change on productivity and gross harvest of cereals: analysis and forecast]. *Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal — Ukrainian geographical magazine*, 1, 14–22 [in Ukrainian].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Димов Олександр Миколайович, кандидат с.-г. наук, старший науковий співробітник, Інститут зрошуваного землеробства НААН (сел. Наддніпрянське, м. Херсон, Україна, 73483; e-mail: lksndrdymov@gmail.com; тел.: +380993676500; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7839-0956>;

Голобородько Станіслав Петрович, доктор с.-г. наук, професор, Інститут зрошуваного землеробства НААН (сел. Наддніпрянське, м. Херсон, Україна, 73483; e-mail: goloborodko1939@gmail.com; тел.: +380955368940; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6968-985X>);

Нестерчук Василь Володимирович, кандидат с.-г. наук, директор ДП «ДГ «Копані» Інституту зрошуваного землеробства НААН (с. Благодатне, Білозерський р-н, Херсонська обл., Україна, 75011; e-mail: dp_dg_kopani@ukr.net; тел.: + 380675124056; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4809-1442>).