



Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.43

© 2024

ФОРМУВАННЯ ВЕСНЯНИХ ВОЛОГОЗАПАСІВ У ЦЕНТРАЛЬНОМУ ЛІВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

О.В. Демиденко¹, І.С. Шаповал²

¹доктор сільськогосподарських наук

²кандидат сільськогосподарських наук

Черкаська державна сільськогосподарська дослідна станція

Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»

вул. Докучаєва, 13, с. Холоднянське Смілянського р-ну Черкаської обл., 29731, Україна

e-mail: ¹agrogumys@ukr.net, ²si4729983@ukr.net

ORCID: ¹0000-0002-5334-1154, ²0009-0005-0154-0310

Надійшла 25.08.2024

Мета. Визначити особливості формування весняних запасів продуктивної вологи в товщі чорнозему на тлі внутрішньовікової кліматичної їхньої мінливості для умов лівобережної частини Центрального Лісо-степу України. **Методи.** Польовий (для відбору зразків у товщі чорно-зему в різні періоди досліджень), лабораторний (для термовагового визначення запасів продуктивної вологи за період досліджень), мате-матичний, статистичний та порівняльно-розрахунковий (для обґрунту-вання достовірності отриманих вологозапасів у ґрунті та розроблення статистичних моделей взаємозв'язків). **Результати.** У 1947–1965 рр. динаміка запасів продуктивної вологи в метровій товщі чорнозему навесні мала слабоспадний характер. Про це свідчить від'ємний знак показників степеневі функції трендів зміни весняних запасів у товщах чорнозему 0–100 та 0–150 см. Загалом з 1947 по 2023 рр. запаси продуктивної вологи були спадними, порівняно з 1947–1965 рр. за 76 років спостережень (за коефіцієнтами регресії експоненціаль-них рівнянь) вони знижувалися інтенсивніше в 16 разів. При цьому в 2005–2023 рр. запаси продуктивної вологи в метровій товщі зни-зилися на 26 мм. У 1947–2023 рр. у товщі 0–100 см – на 35 мм, 29 (0–50 см), у товщі 50–100 см залишилися зростаючими і стано-вили майже 6 мм. У 2013–2023 рр. тренди зміни запасу продуктив-ної вологи в товщах 0–50 см, 50–100 та 0–100 см були спадними, а мінімальні запаси продуктивної вологи знижувалися до 145 (2017 р.) та 130 мм (2020 р.), запаси продуктивної вологи навесні порівняно з 1947–1965 рр. знизилися в 14 разів. **Висновки.** Установлено, що зменшення запасів продуктивної вологи навесні в метровій товщі

розпочалося в 1947 – 1956 рр. (слабозростаюча інтенсивність), зростаючої інтенсивності воно набуло в 1993 – 1999 рр.; інтенсивно наростаючої інтенсивності – у 2005 – 2023 рр. Це слід сприймати як стійку в часі закономірність, пов'язану з формуванням непромивного режиму зволоження навесні у межах періодично промивного водного режиму. Проте параметри режиму зволоження не набувають значень, характерних для режиму степової зони.

Ключові слова: продуктивна волога, метрова товща, тренд, автокореляція, періодичність, факторний аналіз, режим зволоження.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202410-01>

Науково обґрунтована система землеробства потребує оптимального поєднання різних чинників, які впливають на врожайність сільськогосподарських культур. В умовах землеробства Центрального Лісостепу України ґрунтова волога перебуває в першому мінімумі й часто є фактором, що різко знижує ефективність агротехнічних заходів і продуктивність рослин. Забезпеченість сільськогосподарських культур вологою залежить від кількості та розподілу атмосферних опадів, фізичних властивостей ґрунту, складу та співвідношення культур, чергування їх у сівозміні і технологій обробітку [Ю.І. Васильєв, С.Ю. Турко, 2019].

За доступністю для рослин ґрунтова вода поділяється на кілька категорій. Для кожного типу ґрунту величина та співвідношення цих категорій різні. Це визначає рівень і періодичність поливів в умовах зрошення, а також тривалість посухи, яку можуть витримувати рослини за відсутності поливів чи дощів [1], Е.П. Денисов, 2014]. Корисна водоутримувальна здатність залежить від гранулометричного і мінералогічного складу ґрунту, його структури, вмісту органічних речовин, потужності та послідовності шарів ґрунту тощо [2–4].

Водоутримувальна здатність — це властивість ґрунту утримувати в собі воду, на яку діють сили тяжіння, що намагаються вилучити її з ґрунту. Волога в ґрунті утримується її сорбційними капілярними силами та непроникністю водонапірного

шару. Найбільша кількість води, яку спроможний утримувати ґрунт, називається вологоємністю. Водоутримувальна здатність і вологоємність — одна з важливих характеристик його родючості. Завдяки лише цій властивості ґрунт може накопичувати і тривалий час зберігати запаси вологи [5].

Не вся вода в ґрунті може бути використана рослинами, оскільки частина її утримується ґрунтом із силою, більшою, ніж поглинальна сила коріння. Тому в оцінюванні вологозабезпеченості рослин використовують такі гідрологічні характеристики: вода доступна, вода недоступна, вологість стійкого в'янення, вологість сповільненого росту рослин. Ступінь відповідності потреби рослин у ґрунтовій волозі для формування високих урожаїв з наявним запасом продуктивної вологи в ґрунті називають вологозабезпеченістю рослин. Дослідження показують, що різні рослини на різних етапах свого розвитку потребують неоднакової вологозабезпеченості. Доступність вологи залежить не лише від фізичних властивостей ґрунту, а й виду рослин, їх віку, онтогенезу, будови біоценозу, комплексу метеорологічних умов тощо [С.А. Веріго, Л.О. Разумова, 1973], [Н.А. Качинський, 1970], [О.А. Роде, 1963], [О.А. Роде, 1965], [6].

На підставі досліджень щодо створення надійної системи вологозбереження можна стверджувати, що випаровування можна сповільнити, хоча повністю припинити це фізичне явище неможливо. Слід урахувати, в яких шарах ґрунту

і на який час потрібно якомога більше зберегти вологу. Щодо часу сівби у верхніх шарах ґрунту, то слід вживати заходів, які зменшують випаровування, але дія їх буде короткочасною, і пересохлий верхній шар зволожиться за рахунок опадів. На період майбутньої вегетації рослин сівозміни в глибинних шарах потрібно зменшити паропровідність, щоб якомога довше зберегти вологу в глибоких шарах ґрунту для наступної культури сівозміни. Заходи з раціонального використання вологи спрямовуються на продуктивніше її вологозбереження культурними рослинами. До них належить добір культур, оптимізація структури посівних площ, забезпечення культур кращими попередниками та умовами життя [7–13]. Багаторічні дослідження авторів [14, 15] присвячені ролі сівозмінного фактора в раціональному накопиченні і використанні вологи. Було проведено систематичні спостереження за вологістю ґрунту в типовій зерно-буряковій сівозміні на глибину 2–3 м. Вивчення питання підвищення родючості чорноземних ґрунтів продовжили автори [16].

У підзоні нестійкого зволоження управління надходженням і витратою вологи з ґрунту має здійснюватися оптимальним підбором і чергуванням культур у сівозмінах, що забезпечить найефективніше використання доступної вологи та поновлення її запасів [17–24].

Ґрунтова волога — це ресурс для росту й розвитку рослини та основний фактор, який визначає умови життєздатності сільськогосподарських культур і обробітку ґрунту. Волога в кореневмісному шарі ґрунту — це єдине джерело водопостачання рослин. Постійний обмін вологою між ґрунтом, рослиною та атмосферою безперервно змінює вміст ґрунтової вологи. Тому вивчення цього життєво важливого фактора пов'язане з дослідженням водного режиму ґрунту, який визначається сукупністю процесів надходження вологи в ґрунт, зміни фізичного стану, пересування і витрачання її з ґрунту. Від обліку особливостей водного режиму сільськогосподарських угідь та

врахування закономірностей його зміни залежно від погоди залежить розв'язання питань у спеціалізації сільського господарства, визначення структури посівних площ, підбір сортів і добрив, система обробітку ґрунту, збирання врожаю, зрошення, осушення тощо.

Мета досліджень — визначити особливості формування весняних запасів продуктивної вологи в товщі чорнозему на тлі внутрішньовікової кліматичної їхньої мінливості для умов лівобережної частини Центрального Лісостепу України.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження виконували в центральній частині Лівобережного Лісостепу України в довготерміновому стаціонарному досліді Драбівського дослідного поля Черкаської державної сільськогосподарської дослідної станції «ННЦ Інститут землеробства НААН».

Географічно дослідження проводили в Середньодніпровсько-Сеймському агроґрунтового округу, до якого належать землі Київської, Полтавської, Сумської, Чернігівської та Черкаської областей. Дослід закладено в Драбівському агроґрунтовому районі лісостепової зони Лівобережної низинної провінції, північної підпровінції на чорноземах типових малогумусованих легкосуглинкових мулувато-пилуватих.

Дослідження водного режиму здійснювали згідно з ДСТУ ISO 16586:2005. Якість ґрунту. Визначення об'ємної вологості ґрунту за відомою щільністю складення на суху масу. Гравіометричний метод (ISO 16586:2003, IDT); ДСТУ ISO 15709:2004. Якість ґрунту. Ґрунтова волога та ненасичена зона. Визначення, позначення та теорія (ISO 15709:2002, IDT). Періодичність спостережень за режимом зволоження в період теплого періоду року — з березня по листопад 1 раз за місяць. Результати польових досліджень обробляли з використанням методів непараметричної статистики, дисперсійного [Б.О. Доспехов, 1985] та факторного аналізів. Узагальнення результатів досліджень проводили за допомогою програми «STATISTICA-10».

Результати досліджень. З метою встановлення закономірностей формування вологозапасів у весняний період доцільно проаналізувати їх динаміку в 1947–1965 рр. у товщі 0–150 см з урахуванням товщі промочування, яка відповідає періодично промивному водному режиму для чорнозему в умовах центральної частини Лівобережного Лісостепу.

На рис. 1 показано динаміку запасу продуктивної вологи до глибини 0–150 см із пошаровим перерозподілом. Установлено, що в цей період визначення запасів вологи в напівтовщах і товщах 0–100 та 0–150 см тренди експоненціальних рівнянь зміни запасів мали спадний характер, а коефіцієнти регресії в рівняннях мали від’ємний знак.

Нормування вологозапасів за 18 років дало змогу встановити, що середній запас продуктивної вологи в товщі 0–50 см становив 92 мм за амплітудного розмаху 29 мм, нормований розмах — 28 мм (50%-й рівень значущості) та 30 мм (10%-й рівень значущості). Коефіцієнт варіації

становив 17%. У товщі 50–100 см середній запас вологи був на рівні 62 мм за амплітудного розмаху 61 мм. Нормований розмах становив 29 і 54 мм, що вплинуло на коефіцієнт варіації, який підвищився до 30%, і визначило високий рівень зміни запасів вологи в зазначеній товщі (табл. 1).

У товщі 0–100 см середній запас продуктивної вологи був 154 мм за амплітудного розмаху 95 мм, нормованого — 65 і 87 мм відповідно до 50%- та 10%-го рівнів значущості. Коефіцієнт варіації зміни запасу вологи становив 20%, що свідчить про досить високий рівень варіабельності.

Середній запас продуктивної вологи в товщі 100–150 см становив 30 мм за амплітудного розмаху 56 мм, нормованого — 28 мм (50%) та 44 мм (10%). Коефіцієнт варіації зміни запасів продуктивної вологи збільшився до 57%, що вище порівняно з товщами 0–50 см; 50–100; 0–100 та 0–150 см у 3,35 раза; 1,91; 2,85 та 2,59 раза і свідчить про нестабільність промочування вологою товщі 100–150 см за період спостережень.

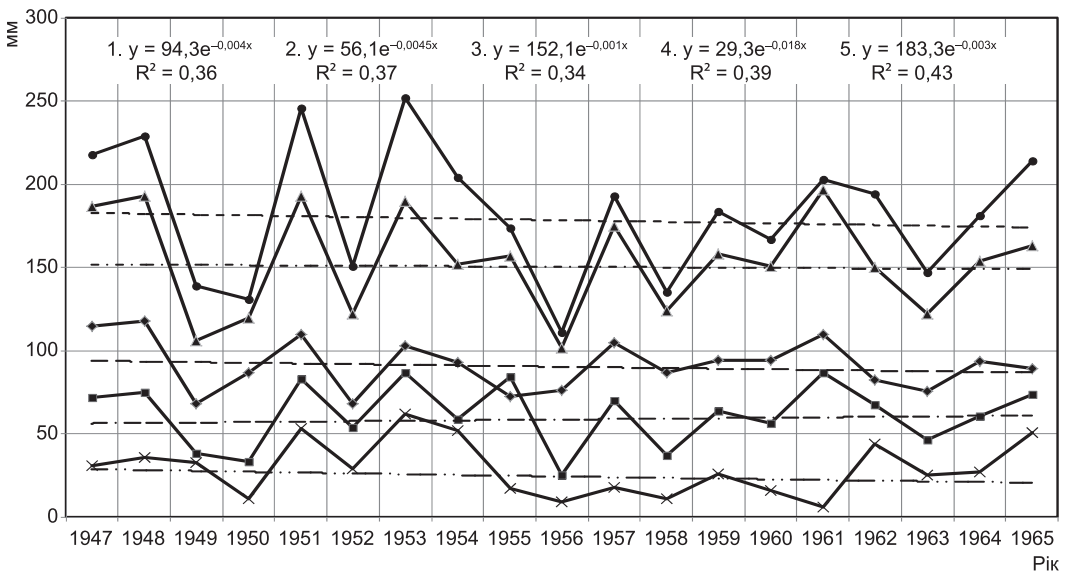


Рис. 1. Динаміка запасів продуктивної вологи в товщі чорнозему типового 0–150 см в умовах лівобережної частини Центрального Лісостепу за 1947–1965 рр.: —◆— 1. 0–50 см; —■— 2. 50–100 см; —▲— 3. 0–100 см; —×— 4. 100–150 см; —●— 5. 0–150 см; - - - експоненціальна (1. 0–50 см); - · - · експоненціальна (2. 50–100 см); - · · - експоненціальна (3. 0–100 см); - · · · експоненціальна (4. 100–150 см); - - - експоненціальна (5. 0–150 см)

1. Нормовані параметри динаміки запасів продуктивної вологи в товщі 0–150 см за 1947–1965 рр.

Глибина, см	Середнє	Mediana	Амплітудний розмах, мм		Нормований розмах, мм				Coef. Var, %
			min	max	L _{0,25}	L _{0,75}	L _{0,10}	L _{0,90}	
	мм				50%		10%		
0–50	92	93	68	118	77	105	68	115	17
50–100	62	64	26	87	46	75	33	87	30
0–100	153	154	102	197	122	187	106	193	20
50–100	30	29	6	62	16	44	9	53	57
0–150	183	184	111	252	147	214	131	246	22

Виявилося, що за 18 років спостережень запаси вологи менше 20 мм були 5 років, 20–30 — 7 років, 30–50 — 3 роки, понад 50 мм — 3 роки. У переважній більшості запаси продуктивної вологи відповідали діапазону доступності ВЗ-ВРК, що характерно для періодично промивного водного режиму з поступовою аридизацією режиму зволоженості товщі 100–150 см. У товщі 0–150 см середній запас продуктивної вологи становив 183 мм за амплітудного розмаху 141 мм, нормованого — 67 (50%) та 115 мм (10%). Коефіцієнт варіації був 22%, що визначає середній рівень варіації вологозапасів.

За розрахунком парних коефіцієнтів кореляції між запасами вологи в товщах 0–100 та 0–150 см і запасами вологи в складових напівтовщах 0–50, 50–100 та 100–150 см, для метрової товщі рівень кореляції становив $R = +0,87 - 0,91 \pm 0,02$ (0–50 та 50–100 см) і $R = +0,92 \pm 0,02$, і запасом вологи в товщі 0–150 см — $R = +0,70 \pm 0,02$. Між запасами вологи в товщах 100–150 і 0–100 см кореляція була на низькому рівні ($R < 0,50$).

Загальну динаміку запасу продуктивної вологи за 1947–2023 рр. показано на рис. 2. На основі аналізу динаміки запасу продуктивної вологи навесні за 1947–2023 рр. у 10-пільній сівозміні виявлено, що висхідні запаси вологи в метровій товщі становили 165 мм, що відповідало 97% НВ. У товщах 0–50 см запас вологи був на рівні 100 мм (109% НВ),

50–100 см — 65 мм (78% НВ). Найвищим запас вологи навесні був у 1994–1997 рр. Запас вологи в метровій товщі становив 169 мм (97% НВ), 0–50 — 95 мм (103% НВ), 50–100 см — 74 мм (0,89% НВ).

Запаси вологи в метровій товщі в 2015–2023 рр. порівняно з 1975–1984 та 1993–1997 рр. були меншими на 53 та 57 мм відповідно. Амплітудний розмах у метровій товщі становив 24 мм, нормований — 15 мм, пошаровий — 6–7 мм, як і в попередній період досліджень. Коефіцієнт варіації порівняно з 2015–2019 рр. підвищився до 7,3–8,6%, що свідчить про збільшення щорічної варіації запасів вологи під культурами в сівозміні (табл. 2).

Із 1997 р. запас продуктивної вологи в метровій товщі знижувався на 10 мм (2005–2009 рр.), 19 (2010–2014 рр.), 28 (2015–2019 рр.), на 39 мм (2020–2022 рр.). Закономірно, що запас продуктивної вологи в товщі 0–50 см зменшувався на 14 мм; 16; 19; 24 мм відповідно до зазначених періодів, у товщі 50–100 см спостерігалася тенденція до зменшення запасу вологи в 2005–2014 рр., у 2015–2022 рр. запаси вологи зменшилися на 91,5 мм.

Динаміка показника зволоженості свідчить про те, що в 1947–2014 рр. він був більшим за одиницю ($Pz > 1$), що відповідало оптимальним умовам зволоження, тоді як у 2015–2023 рр. $Pz < 1$, що відповідало посушливим умовам. Про погіршення умов зволоження за запасом

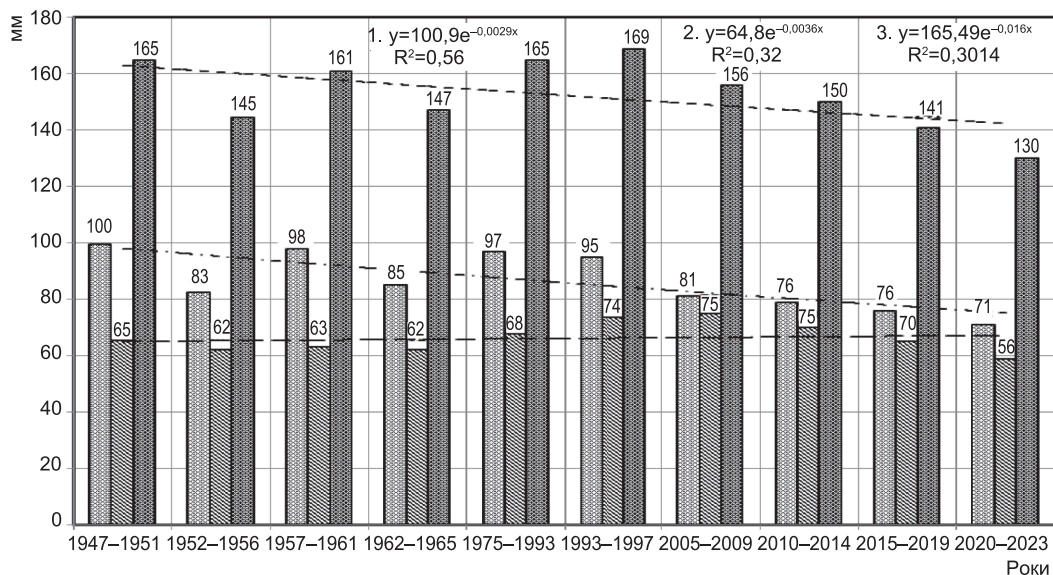


Рис. 2. Динаміка запасів продуктивної вологи за 1947–2023 рр.: ■ – 1. 0–50 см; ■ – 2. 50–100 см; ■ – 3. 0–100 см; - - - експоненціальна (1. 0–50 см); - - - експоненціальна (2. 50–100 см); - · - експоненціальна (3. 0–100 см)

вологи в метровій товщі свідчать спадні тренди експоненціальних рівнянь, які є достовірними за показником $R^2=0,56$. Аналогічною є закономірність для товщі 0–50 см. У товщі 50–100 см тренд зміни запаси вологи слабозростаючий на недостовірному рівні.

У середньому за 1947–2023 рр. середній запас продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту 10-пільної сівозміни був 154 мм із пошаровим розподілом 79 мм (0–50 см) та 74 мм (50–100 см) за співвідношення 1,07:1.

Амплітудний розмах становив 80 мм (0–100 см), 55 (0–50 см), 51 мм (50–100 см).

Нормований розмах за 50%-м рівнем значущості — 23 мм (0–100 см), 21 (0–50 см), 16 мм (50–100 см), за 10%-м рівнем значущості — 57 мм, 38 і 37 мм відповідно. Коефіцієнт варіації запасу продуктивної вологи в товщі 0–100 см був 13%, напівтовщах — 17–18%, що свідчить про високий рівень варіації запасу вологи за 76 років.

Між запасами вологи в товщах 0–100 та 0–50 і 50–100 см коефіцієнт кореляції був на рівні $R=0,74-0,77\pm 0,02$, $R^2=0,55-0,59$, а факторне навантаження в напівтовщах 0–50 см і 50–100 см за фактором F_1 було оберненою кореляцією на рівні $R=-0,75-0,78$.

2. Нормовані параметри зміни запасів продуктивної вологи за 1947–2023 рр.

Глибина, см	Середнє	Mediana	Амплітудний розмах, мм		Нормований розмах, мм				Coef.Var, %
			min	max	$L_{0,25}$	$L_{0,75}$	$L_{0,10}$	$L_{0,90}$	
	мм				50%		10%		
0–50	79	79	50	105	67	88	62	100	18
50–100	74	75	49	100	68	84	54	90	17
0–100	154	160	99	179	146	169	117	174	13

У товщі 0–100 см автокореляція між запасами вологи спадала від 1 лагу до 8 лагу (40 років), далі від 8 лагу по 15 лаг автокореляція була недостовірною, що свідчить про зменшення запасів продуктивної вологи. Періодичність зміни запасу продуктивної вологи у 1947–2023 рр. у товщі 0–100 см була на рівні 5-, 30- та 60-річного циклів.

Дослідження динаміки запасу продуктивної вологи в сучасних кліматичних змінах глобального потепління за 2013–2023 рр. підтверджують, що зміна запасів відбувається за спадним трендом у метровій товщі і напівтовщах 0–50 і 50–100 см. В орному шарі ґрунту (0–20 см) відзначено аналогічну закономірність (рис. 3). У 2013–2016 рр. запаси вологи в метровій товщі становили 165–170 мм (0,94 НВ–0,97 НВ) за $P_z=1,14–1,17$ (вологі умови). Співвідношення запасів вологи в напівтовщах (0–50 і 50–100 см) було майже 1:1, що свідчить про глибоке промочування навесні.

У 2017–2019 рр. запаси вологи в метровій товщі становили: за 2017 і 2018 рр. — 145–150 мм, 2019 р. — 158 мм. Насичення вологою було на рівні 0,83–0,90 НВ, $P_z=1,00–1,03$.

У 2020–2023 рр. запаси продуктивної вологи знизилися до 130–149 мм, а насичення вологою становило 0,77–0,85 НВ за $P_z=0,89–1,03$. У 2020 р. запас вологи в товщі 0–100 см був 130 мм (0,74 НВ) за $P_z=0,89$, що відповідало запасу вологи на рівні ВРК. У 2023 р. запас вологи збільшився до 160 мм (0,91 НВ) за $P_z=1,10$ (оптимально зволожені умови).

Середній запас вологи в метровій товщі становив 156 мм, пошаровий у товщах 0–50 і 50–100 см — 81 і 75 мм за співвідношення 1,08:1. Амплітудний розмах за 11 років був 40 мм (0–100 см), 18 мм (0–50 см) та 32 мм (50–100 см). Нормований розмах запасу вологи за 50%-м рівнем значущості — 20 мм (0–100 см) та 12 (50–100 см), за 10%-м рівнем — 25 мм, 11 та 17 мм відповідно до шарів ґрунту (табл. 3).

Коефіцієнт варіації запасу вологи дорівнював 8,1% (0–100 см), 6,7 (0–50 см) та 12,2% (50–100 см). Високий рівень варіації запасу вологи в товщі 50–100 см пов'язаний з тим, що в 2013–2023 рр. спостерігалось недонасичення вологою у весняний період, тоді як товща 0–50 см насичується вологою рівномірніше.

Установлена закономірність підтверджується тим, що між запасами вологи

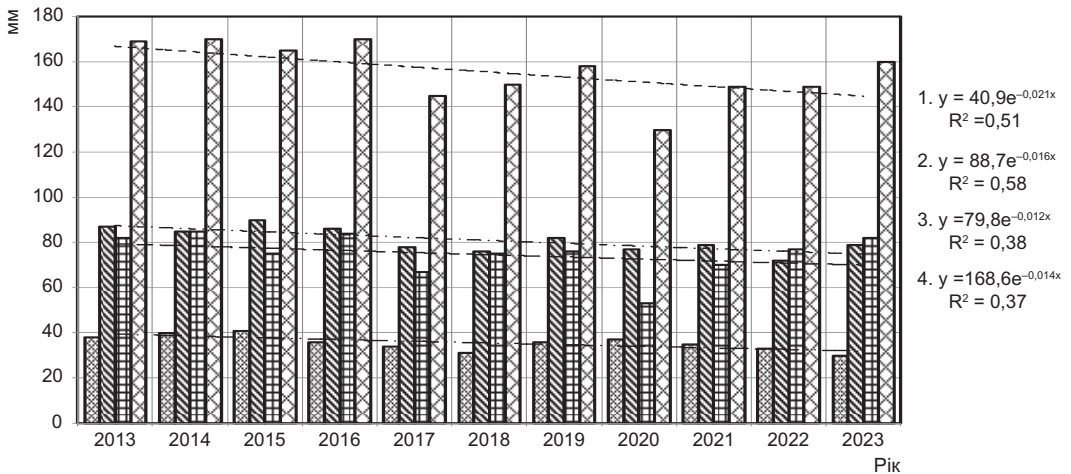


Рис. 3. Динаміка запасів продуктивної вологи за 2013–2023 рр.: 1. 0–20 см; 2. 0–50 см; 3. 50–100 см; 4. 0–100 см; — експоненціальна (1. 0–20 см); — експоненціальна (2. 0–50 см); — експоненціальна (3. 50–100 см); — експоненціальна (4. 0–100 см)

3. Нормовані статистичні параметри запасів продуктивної вологи за 2013–2023 рр.

Глибина, см	Середнє	Mediana	Амплітудний розмах, мм		Нормований розмах, мм				Coef.Var, %
			mm	min	max	L _{0,25}	L _{0,75}	L _{0,10}	
	50%					10%			
0–50	81,0	79,0	72,0	90,0	77,0	86,0	76,0	87,0	6,7
50–100	75,0	76,0	53,0	85,0	70,0	82,0	67,0	84,0	12,2
0–100	155,8	158,0	130,0	170,0	149,0	169,0	145,0	170,0	8,1

в метровій товщі і товщі 0–50 см коефіцієнт кореляції становив $R = +0,75 \pm 0,02$, $R^2 = 0,56$. Із запасом вологи в товщі 50–100 см кореляція була на рівні $R = +0,89 \pm 0,02$, $R^2 = 0,79$, тобто насичення

волоگو 2-го метра навесні визначає запас вологи в метровій товщі більшою мірою, ніж у товщі 0–50 см. Періодичність зміни запасу вологи за 2013–2023 рр. становила 4–5 років.

Висновки

У 1947–1965 рр. динаміка запасів продуктивної вологи в метровій товщі чорнозему навесні мала слабоспадний характер. Про це свідчить від’ємний знак показників степеневі функції трендів зміни весняних запасів у товщі чорнозему типового 0–100 і 0–150 см. Лише в товщі 50–100 см тренди зміни запасів продуктивної вологи мали додатний знак. Коефіцієнти варіації запасів продуктивної вологи в товщі 0–100 та 0–150 см становили 20–21%, а запаси вологи за медіаною більшою мірою тяжіли до запасів за нижнім типовим значенням, що свідчить про зниження їхньої кількості за 18 років спостережень.

Загалом у 1947–2023 рр. запаси продуктивної вологи були спадними. Порівняно з 1947–1965 рр. зниження запасів продуктивної вологи за 76 років спостережень (за коефіцієнтами регресії експоненціальних рівнянь) було в 16 разів інтенсивнішим. При цьому у 2005–2023 рр. у метровій товщі вони знизилися на 26 м. У 1947–2023 рр. — на 35 мм (у товщі 0–100 см), 29 (0–50 м), у товщі 50–

100 см залишилися зростаючими і становили майже 6 мм.

У 2013–2023 рр. тренди зміни запасів продуктивної вологи в товщах 0–50 см, 50–100 та 0–100 см були спадними, а мінімальні запаси продуктивної вологи знижувалися до 145 (2017 р.) та 130 мм (2020 р.). Запаси продуктивної вологи навесні порівняно з 1947–1965 рр. знизилися в 14 разів.

Установлено, що зменшення запасів продуктивної вологи навесні в метровій товщі розпочалося в 1947–1956 рр. (слабозростаюча інтенсивність), зростаючої інтенсивності воно набуло в 1993–1999 рр.; інтенсивно наростаючої інтенсивності — у 2005–2023 рр. Це слід сприймати як стійку в часі закономірність, пов’язану з формуванням непромивного режиму зволоження навесні в межах періодично промивного водного режиму. Проте параметри режиму зволоження не набувають значень, характерних для режиму зволоження степової зони.

Demydenko O.¹, Shapoval I.²

Cherkasy State Agricultural Experimental Station of the National Research Centre «Institute of Agriculture of NAAS», vik. Kholodnianske,

Smelyanskyi district, Cherkasy oblast, 29731, Ukraine; e-mail: 1agrogumys@ukr.net, 2si4729983@ukr.net; ORCID: [10000-0002-5334-1154](https://orcid.org/10000-0002-5334-1154), [0009-0005-0154-0310](https://orcid.org/0009-0005-0154-0310)

Formation of spring moisture reserves in the Central Left Bank Forest Steppe

Goal. To determine the peculiarities of the formation of spring reserves of productive moisture in the chernozem layer against the background of their intra-century climatic variability for the conditions of the left-bank part of the Central Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.** Field (for the selection of samples in the chernozem layer in different research periods), laboratory (for thermogravimetric determination of productive moisture reserves during the research period), mathematical, statistical and comparative calculation (for substantiation of the reliability of the obtained moisture reserves in the soil and development of statistical models of relationships). **Results.** In 1947–1965, the dynamics of the reserves of productive moisture in the meter-thick layer of chernozem in the spring had shown a slowly declining character. This was evidenced by the negative sign of the indicators of the power function of the trends of changes in spring reserves in the layers of chernozem 0–100 and 0–150 cm. In general, from 1947 to 2023, the reserves of productive moisture were decreasing, compared to 1947–1965. For 76 years of observations (according to regression coefficients of exponential equations) they decreased 16 times more intensively. At the same

time, in 2005–2023, they decreased by 26 mm. In 1947–2023, the reserves of productive moisture in a meter thickness decreased by 35 mm in the 0–100 cm layer, 29 (0–50 cm), and in the 50–100 cm layer remained increasing and amounted to almost 6 mm. In 2013–2023, the trends of changes in the reserve of productive moisture in layers 0–50 cm, 50–100, and 0–100 cm were downward, and the minimum reserves of productive moisture decreased to 145 (2017) and 130 mm (2020), reserves of productive moisture in the spring decreased 14 times compared to 1947–1965. **Conclusions.** It was established that the reduction of productive moisture reserves in the spring in the meter layer began in 1947–1956 (weakly growing intensity), it gained increasing intensity in 1993–1999; of intensively increasing intensity — in 2005–2023. This should be perceived as a pattern stable over time, associated with the formation of a non-flushing regime of moistening in the spring within the limits of a periodically flushing water regime. However, the parameters of the humidification regime do not acquire the values characteristic of the steppe zone regime.

Key words: productive moisture, meter thickness, trend, autocorrelation, periodicity, factor analysis, moisture regime.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202410-01>

Бібліографія

1. Boote K.J., Jones J.W., Hoogenboon G. Simulation of crop growth: CROPGRO model. *Agricultural Systems modeling and Simulation*. Publisher: CRC Press, 2018. P. 651–692.
2. Гордієнко В.П. Ґрунтова волога. Сімферополь: ЧП «Предприятие Феникс». 2008. 368 с.
3. Archie G.E. The electrical resistivity log as an aid in determining some reservoir characteristics. *Trans. Amer. Inst. Mining Metallurgical and Petroleum Engineers*, 146, 1942. P. 54–62.
4. Fredlund D.G., Rahardjo H. *Soil mechanics for unsaturated soils*. New York: John Wiley & Sons Inc., 2000. 517 p.
5. Watson K.K. An instantaneous profile method for determining the hydraulic conductivity of unsaturated porous materials. *Water Resour. Res.* 1966. V. 2. P. 709–715.
6. Юркевич Є.О., Коваленко Н.П., Бакума А.В. Агробіологічні основи сівозмін Степу України: монографія. Одеса: Одеське вид-во «ВМВ». 2011. 240 с.
7. Бойко П.І. Кукурудза в інтенсивних сівозміннах: монографія. Київ: Урожай, 1990. 144 с.

8. Бойко П.І., Коваленко Н.П. Коректування структури посівних площ і сівозмін залежно від агрометеорологічних умов. *Систематичні дослідження та моделювання в землеробстві: зб. наук. пр.* Київ: Нива, 1998. С. 53–61.
9. Бойко П.І., Коваленко Н.П. Науково-інноваційні аспекти сівозмін в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 5. С. 24–28.
10. Бойко П.І., Коваленко Н.П. Методика сучасних і перспективних досліджень у землеробстві. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 2. С. 11–17.
11. Бойко П.І., Коваленко Н.П., Дишлевий В.А. Роль сівозмін у зменшенні негативної дії погодних умов на формування врожайності сільськогосподарських культур. *Зб. наук. пр. ННЦ «ІЗ УААН»*. Київ: ВД «ЕКМО», 2008. Спецвипуск. С. 78–87.
12. Коваленко Н.П. Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина XIX — початок XXI ст.): монографія. Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 490 с.

13. Сівозміни у землеробстві України; за ред. В.Ф. Сайка, П.І. Бойка. Київ: Аграрна наука, 2002. 148 с.

14. Захарченко І.Г., Безкровний Ю.Г. Особливості водного режиму ґрунту в зерно-буряковій сівозміні. Питання рільництва. Ювілейний збірник Дробрівської дослідної станції рільництва — 1910–1970 рр. Київ: Урожай, 1970. С. 15–19.

15. Захарченко І.Г., Предко І.Г. Водний режим ґрунту в зерно-буряковій сівозміні Лівобережного Ліссостепу Української РСР. Землеробство: зб. наук. пр. Київ: Урожай. 1975. Вип. 41. С. 20–28.

16. Демиденко О.В., Бойко П.І., Блащук М.І. та ін. Сівозміни та родючість чорнозему Лівобережного Ліссостепу: монографія. Сміла: Чорнобаївське КПП, 2019. 483 с.

17. Hamlyn G.J. Monitoring plant and soil water status: established and novel methods revisited and their relevance to studies of drought tolerance. *J. Exper. Bot.* 2007. 58(2):119–30. doi: 10.1093/jxb/erl118

18. Jacob D., Van den Hurk B.J.J.M., Andre U. et al. A comprehensive model inter-comparison study investigating the water budget during the BALTEX-PIDCAP period. *Meteor. Atm.* 2001. 77:61–73.

19. Soderbaum P., Tortajada C. Perspectives

for water management within the context of sustainable development. *Water international.* 2011. 36(7):812–27. doi: 10.1080/02508060.2011.628574

20. Ober E.S., Luterbacher M.C. Genotypic Variation for Drought Tolerance in *Beta vulgaris*. *Ann. Bot.* 2002. 89(7):917–24. doi: 10.1093/aob/mcf093

21. Pidgeon J.D., Werker A.R., Jaggard K.W. et al. Climatic impact on the productivity of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in Europe 1961–1995. *Agric. For. Meteorol.* 2001. 109:27–37. doi: 10.1016/s0168-1923(01)00254-4

22. Richter G.M., Jaggard K.W., Mitchell R.A. Modeling radiation interception and radiation use efficiency for sugar beet under variable climatic stress. *Agric. For. Meteorol.* 2001. 109(2):13–25. doi: 10.1016/s0168-1923(01)00242-8

23. Balugani E., Lubczynski M.W., Van Der Tol C., Metselaar K. Testing three approaches to estimate soil evaporation through a dry soil layer in a semi arid area. *I. of Hydrology.* 2018. V. 567. P. 405–419. doi: 10.1016/j.jhydrol.2018.10.018

24. Merlin O., Olivera-Guerra L., Hssaine B. et al. A phenomenological model of soil evaporative efficiency using surface soil moisture and temperature data. *Agricultural and Forest Meteorology.* 2018. V. 256–257. P. 501–515. doi: 10.1016/j.agrformet.2018.04.010