

ЗАПАСИ ВОЛОГИ В ҐРУНТІ ТА РОЗВИТОК РОСЛИН ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ПРОТЯГОМ ОСІННЬОЇ ВЕГЕТАЦІЇ В ЗОНІ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

М. М. Солодушко, В. П. Солодушко, І. І. Гасанова, кандидати с.-г. наук, с.н.с.,

Н. О. Завалипич, доктор філософії з агрономії,

Державна установа Інститут зернових культур НААН, вул. Вернадського Володимира, 14, м. Дніпро, 49009, Україна

Актуальність. Знаючи тенденції та закономірності впливу атмосферних явищ, зокрема температури повітря та кількості опадів, на формування окремих елементів структури врожаю пшениці озимої, є велика ймовірність уникнути або ж значно пом'якшити негативну дію того чи іншого погодного фактору, що в окремих випадках відіграє вирішальну роль у забезпеченні появи дружних сходів, розвитку рослин восени та їх стану перед зимівлею. **Мета** проведених досліджень полягала у визначенні впливу погодних умов осіннього періоду на вологозабезпечення ґрунту та стан рослин пшениці озимої перед зимівлею, яка вирощується після соняшника в зоні Північного Степу України. **Матеріали і методи.** Вивчення та аналіз проблемних питань проводилися впродовж 2019–2024 рр. на Синельниківській селекційно-дослідній станції в сівозміні лабораторії агробіологічних ресурсів озимих зернових культур ДУ Інститут зернових культур НААН. Технологія вирощування пшениці озимої – загальноприйнята для північної частини Степу України. Відбір зразків ґрунту та рослин проводився згідно з існуючими рекомендаціями. **Результати.** Погодні умови впродовж осінньої вегетації значною мірою обумовлювали стан посівів пшениці озимої на початку зимового періоду. Протягом 2019–2024 рр. за вересень – листопад середні значення температури повітря та кількості опадів склали відповідно 10,8 °C та 114,6 мм, що виявилось на 1,6 °C вище та на 2,4 мм менше середньої багаторічної норми. Підвищений температурний режим та тривала відсутність опадів призводили майже щороку до критичного зниження запасів продуктивної вологи в ґрунті на час сівби пшениці озимої, які в середньому складали у шарі ґрунту 0–10 см лише 2 мм, 0–20 см – 4 мм, 0–50 см – 10 мм, 0–100 см – 17 мм, що загалом становило 21–25 % середніх багаторічних значень. Впродовж осіннього періоду атмосферні опади не забезпечували потреби рослин у волозі, середня кількість якої на час припинення їх осінньої вегетації в орному та метровому шарах ґрунту складала відповідно лише 16 мм і 45 мм, або 50 та 44 % середньої багаторічної норми. В результаті цього біометричні параметри рослин пшениці озимої перед зимівлею в більшості років не відповідали оптимальним значенням, які б насамперед забезпечували її високу морозостійкість – рослини мали висоту 13–15 см, налічували в середньому 1,1–1,4 пагони та 1,8–2,7 вузлових корінці. **Висновки.** Встановлено, що вологозабезпеченість ґрунту протягом осіннього періоду в більшості років не задовольняла потреби у волозі рослин пшениці озимої, які в результаті цього розпочинали зимівлю у відносно слабкому морфологічному стані. Проте, підвищена температура повітря впродовж календарної зими дозволила озимині оптимальних строків сівби успішно, практично без втрат, завершити зимовий період.

Ключові слова: пшениця озима, погодні умови, запаси вологи в ґрунті, осіння вегетація, стан рослин

Вступ. Останніми роками в степовій зоні на фоні глобального потепління, яке є визначальним у формуванні клімату України, погодні умови впродовж вегетації озимих зернових культур є доволі сприятливими

для забезпечення ростових процесів рослин та їх достатньо високої продуктивності. Насамперед це стосується гідротермічного режиму, який є основою в складній системі «взаємовідносин» між рослинними організ-

Інформація про авторів:

Солодушко Микола Миколайович, канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник, зав. відд. землеробства і агробіологічних ресурсів зернових та зернобобових культур, e-mail: solodushko.nv@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6329-5227>

Солодушко Віра Пилипівна, канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник, зав. лаб. селекції ярих зернових і зернобобових культур, e-mail: solodushko.nv@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9149-2108>

Гасанова Ірина Іванівна, канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник, лаб. агробіологічних ресурсів озимих та ярих зернових культур, e-mail: gasanova@ua.fm, <https://orcid.org/0000-0001-6048-333X>

Завалипич Наталя Олександрівна, доктор філософії (PhD), старший науковий співробітник лаб. агробіологічних ресурсів озимих та ярих зернових к-р, e-mail: na82@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7571-1606>

мами, навколишнім середовищем та елементами технології за вирощування тієї чи іншої сільськогосподарської культури.

Разом з тим, Степ України, зокрема, північна його частина, хоча і характеризується порівняно гарними для вирощування пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) співвідношеннями тепла та вологи, проте і тут рівень її життєздатності визначається, головним чином, умовами водозабезпеченості протягом вегетації, основою чого є атмосферні опади. Не випадково вважається, що вплив погодних умов на формування продуктивності основної зернової культури становить 20–40 % залежно від технологій вирощування, а в роки з екстремальними метеорологічними явищами вплив природного чинника на її продуктивність зростає до 60–70 % і більше [1–3].

Поступові кліматичні зміни впродовж останніх десятиліть призвели до помітних, часом різких, коливань параметричних показників погодних умов та прояву посушливості в період вегетації рослин, що спостерігається все частіше. Проте, як вважається, підвищення температури повітря до певної межі є загалом сприятливим для вирощування не тільки пшениці озимої, але й інших озимих культур. Особливо важливим при цьому є істотне потепління пізньоосіннього та зимового періодів, що перш за все дає змогу рослинам накопичувати достатню вегетативну масу і успішно зимувати, створюючи гарні передумови для їх подальшої весняно-літньої вегетації та формування основних структурних елементів врожайності [4–6].

Як відомо, за достатнього вологозабезпечення ґрунту найбільш сприятливою температурою для проростання насіння пшениці озимої є 12–18 °С, що забезпечує появу дружних сходів впродовж 6–9 діб. Більш висока температура повітря (понад 25 °С) є мало-сприятливою для проростання насіння, оскільки може стати причиною сильного ураження сходів хворобами, а при температурі 40 °С, коли відносна вологість повітря сягає 30 % і нижче, насіння, яке проросло, гине через інтенсивне випаровування вологи, а те, яке набухло, втрачає схожість внаслідок дихання, витрат поживних речовин та ушкодження патогенами [7–10].

Посушливість клімату в зоні Степу обумовлюється не тільки недостатньою кіль-

кістю опадів, але і нерівномірним їх розподілом за місяцями, посиленою витратою води на транспірацію і випаровування з поверхні ґрунту, що більшою мірою проявляється влітку та на початку осіннього періоду [11–13]. А тому, як в посушливі, так і в помірно вологі роки, урожай знаходиться в прямій залежності від рівня споживання води пшеницею. Найбільш ефективно її використовують зазвичай рослини після тих попередників, які залишають більш зволожений ґрунт, насамперед, у верхніх його горизонтах. Водоспоживання основної зернової культури та забезпеченість її вологою обумовлюються багатьма чинниками, зокрема, потужністю вегетативної маси рослин і їх загальною кількістю на одиниці площі, що значною мірою залежить від технологічних факторів (сортних особливостей, попередників, добрив, строків сівби, норм висіву насіння тощо), а також запасами продуктивної вологи в ґрунті на час проведення сівби, які визначають дружну появу сходів, інтенсивний розвиток рослин восени та їх успішну зимівлю [14–16].

Значення вологи і її роль в рослинництві загальновідомі. Рослини здебільшого містять близько 90 % води від сирової маси. Неабиякий вплив на схожість насіння мають умови після сівби, серед яких вирішальними є забезпеченість вологою і температура ґрунту. Як відомо, пшениця озима доволі вимоглива до вологи – насіння при проростанні вбирає води близько 50–55 % від власної маси. А тому дуже часто значної шкоди посівам (іноді з катастрофічними наслідками) завдає дефіцит вологи в ґрунті на час її сівби в першій половині осіннього періоду, адже доведено, що дружні та своєчасні сходи цієї культури з'являються лише тоді, коли в шарі ґрунту 0–10 см доступної вологи міститься 10 мм і більше. Також нестача вологи знижує куцистість рослин, зменшує продуктивність колоса та масу 1000 зерен. Загалом, недостатнє забезпечення потреб пшениці озимої водою є головним фактором, який не дає можливості повною мірою реалізувати потенціал її продуктивності. Більше того, виходячи із закону мінімуму, вона визначає екологічну межу врожаю в конкретних умовах [17–20].

Запаси продуктивної вологи у ґрунті є основним чинником зв'язку між ґрунтом і рослиною, який має вирішальне значення для

отримання дружних сходів та подальшої вегетації сільськогосподарських культур. Недостатня кількість вологи в ґрунті не лише негативно впливає на розвиток рослин, але й значною мірою знижує ефективність тих чи інших елементів технології вирощування. Тому питання динаміки і раціонального використання ґрунтових вологозапасів та атмосферних опадів агроценозами пшениці озимої не втрачають наукової актуальності і мають велике практичне значення. Знаючи вплив погодних умов на формування окремих структурних елементів продуктивності цієї культури, можна використовувати одержані знання та оперативну інформацію для часткової компенсації можливих несприятливих наслідків від дії того чи іншого абіотичного фактора на кількісну величину врожаю [21–24].

Початковий період розвитку пшениці озимої є вирішальним у формуванні високопродуктивних посівів, оскільки в цей час значною мірою забезпечується подальший ріст і розвиток рослин та кінцевий результат. Багаторічні спостереження і практика показують, що у роки, коли вчасно одержані повноцінні сходи, посіви восени добре розвиваються, рослини швидко накопичують надземну масу та мають потужну кореневу систему і, як правило, забезпечують високий врожай зерна навіть за несприятливих погодних умов впродовж весняно-літньої вегетації. Тоді як слабо розвинені та зріджені з осені посіви, навпаки, майже завжди низькопродуктивні [25, 26].

Більшість вчених вважають, що найбільш небезпечною для посівів озимих культур є осіння ґрунтова посуха перед сівбою і впродовж їх осінньої вегетації – особливо в степовій зоні, для якої є характерним підвищений температурний режим та тривала відсутність опадів. Саме невідповідність між потребою рослин у воді і її надходженням із ґрунту, що обумовлюється атмосферою вологою, є першочерговим критерієм прояву посухи. Від її негативної дії найбільше потерпають посіви озимих культур, варіювання врожайності яких за роками на 50–60 % обумовлено саме метеорологічними чинниками. Власне це підтверджується і тим, що між запасами вологи в метровому шарі ґрунту на час сівби та врожайністю пшениці існує тісний

кореляційний зв'язок ($r = 0,69-0,79$) [27–30].

Мета досліджень. Приймаючи до уваги глобальні кліматичні зміни, посилення посушливості погодних умов та значну залежність продуктивності пшениці озимої від вологозабезпечення ґрунту в осінній період вегетації, при виконанні роботи ставилася задача провести аналіз гідротермічного режиму і дослідити його вплив на запаси продуктивної вологи в ґрунті впродовж осінньої вегетації та визначити стан рослин на початку зимового періоду в умовах Північного Степу України.

Матеріали та методи. Дослідження та спостереження проводилися впродовж 2019–2024 рр. на Синельниківській селекційно-дослідній станції в сівозміні лабораторії агробіологічних ресурсів озимих зернових культур Інституту зернових культур НААН згідно існуючих методик [31, 32]. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем звичайний. Середній вміст гумусу в орному шарі ґрунту становив 3,9 %, рН сольової витяжки – 6,6. Вміст азоту нітратів після семиденного компостування складав 2,39–3,11 мг, рухомих форм фосфору і калію (за Чириковим) відповідно 11,9–17,3 та 11,3–14,7 мг на 100 г абсолютно-сухого ґрунту. Площа елементарної облікової ділянки 50 м², повторність 3-разова.

В досліді відбір зразків ґрунту та рослин проводився на посівах пшениці озимої, що висівалася після соняшнику, який впродовж останніх двох десятиліть є найбільш поширеним попередником для озимих зернових культур в зоні проведення досліджень. Технологія вирощування – загальноприйнята для північної частини Степу України. Сівба пшениці озимої здійснювалася навісною сівалкою СН-16. Спосіб сівби – суцільний рядковий, глибина загорання насіння 5–6 см. Строк сівби – оптимальний (20–25 вересня). Норма висіву – 5,0 млн шт./га схожих насінин.

Аналіз погодних умов впродовж досліджень показав, що вони були достатньо різноманітними, як за температурним режимом, так і за кількістю опадів, та мали значний вплив на вологозабезпеченість рослин і формування їх продуктивності. Це дозволило одержати достовірну інформацію щодо запасів продуктивної вологи в ґрунті та динаміки її витрат впродовж осінньої вегетації за ви-

рощування пшениці озимої після соняшника в умовах недостатнього і нестійкого зволоження північної частини зони Степу. Найбільш сприятливими за кількістю атмосферної вологи для озимини виявилися осінні періоди 2022–2023 рр., більш посушливими вони були в 2020–2021 рр. Інші роки характеризувалися помірним зволоженням, де кількість опадів наближалася до середньої багаторічної норми, але була дещо меншою за неї.

Результати та обговорення. З багаторічної практики відомо, головними агрометеорологічними показниками, які визначають розвиток озимих культур восени, є температура повітря, кількість опадів, та, як нас-

лідок, вологість ґрунту. Результати досліджень показали, що гідротермічні умови останніми роками на час сівби та на початку осінньої вегетації пшениці озимої, яка висівалася після соняшника, були дуже складними і здебільшого не забезпечували появу дружних і своєчасних сходів. Так, у вересні температура повітря в середньому за 6 років становила 17,2 °С, що було на 1,2 °С вище середньої багаторічної норми (табл. 1). Це сприяло значному випаровуванню агрономічно цінної вологи з ґрунту, що також ускладнювалося в цей час недостатньою кількістю опадів – 25,1 мм, або 64,4 % кліматологічної норми.

Таблиця 1. Агрометеорологічні показники осіннього періоду, 2019–2024 рр. (за даними Синельниківської МС)

Місяць	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм		
	середня	норма	відхилення від норми	середня	норма	відхилення від норми
Вересень	17,2	16,0	+1,2	25,1	39	-13,9
Жовтень	11,2	9,1	+2,1	37,6	38	-0,4
Листопад	4,1	2,5	+1,6	51,9	40	+11,9
Середня (сума) за період	10,8	9,2	+1,6	114,6	117	-2,4
Середня (сума) за рік	10,6	9,3	+1,3	521	515	+6,0

Доволі теплою погодою характеризувався жовтень: середня температура повітря за цей місяць склала 11,2 °С, що на 2,1 °С було вище середніх багаторічних значень. Такий тепловий режим за порівняно достатньої кількості опадів (в середньому 37,6 мм за норми 38 мм) у більшості досліджуваних років давав змогу пшениці озимій утворити сходи, переважно це відмічалось в другій декаді жовтня, незважаючи на час її сівби у вересні. За таких умов, якщо насіння знаходилося в сухому ґрунті близько 30–40 діб, його польова схожість залишалася на достатньо високому рівні, що в подальшому не мало негативного впливу на зимостійкість і продуктивність рослин та формування врожаю загалом.

Підвищений температурний режим також спостерігався і в листопаді, що дозволяло рослинам за достатньої забезпеченості атмосферною вологою, принаймні в першій половині цього місяця, продовжувати ростові процеси, підтримувати фотосинтетичну діяльність та накопичувати пластичні речовини. До того ж, такі погодні умови також

сприяли загартуванню озимини, а отже її успішній зимівлі, ефективному використанню внесених мінеральних добрив та стійкості до можливих посушливих умов впродовж подальшої весняно-літньої вегетації. Так, середня температура повітря за місяць склала 4,1 °С і на 1,6 °С перевищувала середню багаторічну норму, кількість опадів становила 51,9 мм, або на 11,9 мм була більшою за звичайну для даного календарного терміну. Нерідко вже на початку листопада, згідно температурних показників, рослини припиняли активну вегетацію, але в світлий час доби процеси життєдіяльності у них спостерігалися до кінця місяця та деякий час у грудні, що дозволяло пшениці озимій пройти певний етап у своєму розвитку, який обумовлювався насамперед інтенсивністю та тривалістю теплового режиму фітоценозу.

Загалом протягом 2019–2024 рр. осінній період відрізнявся підвищеною температурою повітря та помірною кількістю опадів, що з одного боку не забезпечувало одержання своєчасних сходів за сівби пшениці озимої в ранні та оптимальні строки, але з іншого –

дозволяло їй розпочинати зимівлю, хоча і не в оптимальному, але в порівняно доброму стані, маючи на увазі, що рослини в цей час налічували переважно від 2 до 4 листків і в подальшому, за теплої зими, часто розпочинали весняну вегетацію на початку фази куціння, або ж маючи 2 пагони. За цей час впродовж вересня – листопада середня температура повітря склала 10,8 °С, що виявилось на 1,6 °С вище середньої багаторічної норми. Середня кількість опадів лише на 2,4 мм поступалася нормативним значенням для даного календарного проміжку часу, що в цілому мало значний вплив на вологозабезпеченість ґрунту, особливо в тих випадках, коли пшениця озима вирощувалася після соняшника, який залишає після себе не лише мінімальну кількість поживних речовин, але й за рахунок споживання великої кількості води має здатність висушувати ґрунт на значну глибину, тим самим висуваючи перед зерновиробниками цілий ряд проблем, вирішення яких залежить не тільки від економічного потенціалу того чи іншого господарства, але й від професійного вміння спеціалістів накопичити та зберегти необхідну кількість вологи для подальшого вирощування озимини по цьому попереднику шляхом забезпечення кращої вбирної здатності ґрунту та зменшення її втрат від фізичного випаровування в післязбиральний період.

Багаторічні дані свідчать, що в осінній період рослини пшениці озимої добре куцяться й укорінюються та мають добрий

стан розвитку перед зимівлею тоді, коли на час сівби запаси доступної вологи в шарі ґрунту 0–20 см становлять 20–30 мм, а в 0–100 см – 100–115 мм і більше. Проте практична діяльність, систематичні спостереження та наукові дослідження вказують на те, що протягом останніх трьох десятиліть у зоні Степу запаси вологи в ґрунті перед сівбою пшениці озимою помітно зменшились. Пояснюється це не тільки гіршими попередниками, відсутністю на полях органічних добрив і погіршенням структури ґрунту, що дозволяє акумулювати та зберігати атмосферну вологу, але й погодними умовами – гідротермічним режимом, який став більш жорсткішим в передпосівний період (друга половина літа) та в першій половині календарної осені [33, 34].

Впродовж досліджень підвищений температурний режим, тривала відсутність опадів і суховії різної інтенсивності призводили майже щороку до критичного зниження запасів продуктивної вологи в ґрунті на час сівби пшениці озимої після соняшника. Причому це стосувалося не тільки посівного шару ґрунту, але й всього його метрового горизонту. Так, в середньому за 6 років, у шарі ґрунту 0–10 см кількість агрономічно цінної вологи з настанням оптимальних строків сівби (20–25 вересня) складала тільки 2 мм, 0–20 см – 4 мм, 0–50 см – 10 мм, 0–100 см – 17 мм, що загалом становило 21–25 % середньої багаторічної норми (табл. 2).

На полях після соняшника перед сів-

Таблиця 2. Запаси продуктивної вологи в ґрунті (мм) на час настання оптимальних строків сівби пшениці озимої. Попередник – соняшник

Рік	Шари ґрунту, см			
	0–10	0–20	0–50	0–100
2024	0	0	0	2
2023	3	7	12	19
2022	8	14	24	28
2021	0	0	9	13
2020	0	0	0	1
2019	1	3	13	37
Середнє за 2019–2024 рр.	2	4	10	17
Середня багаторічна норма	9	18	40	80

бою пшениці озимої найменша кількість ко-рисної для рослин вологи, як в посівному (0 мм), так і в метровому (1–13 мм) шарах ґрунту відмічалася в 2020, 2021 та 2024 рр. Порівняно краща вологозабезпеченість ґрун-

ту, але далека від оптимальної, була в 2019, 2022 та 2023 рр., коли навіть в метровому горизонті запаси вологи не перевищували 19–37 мм, що, як мінімум, у 2–4 рази було менше нормативних значень.

Умови вегетації пшениці озимої в осінній період були доволі різними та залежали від багатьох чинників, серед яких погодний фактор мав домінуючий характер, що визначав ефективність практично всіх технологічних елементів і забезпечував ступінь розвитку рослин перед зимівлею, рівень їх морозота зимостійкості, здатність протистояти несприятливим погодним умовам в подальшому. Важлива роль при цьому належала атмосферним опадам, які, поряд з тепловим ресурсом, визначали інтенсивність ростових процесів рослин, а також забезпечували відпові-

дні запаси продуктивної вологи в ґрунті, які протягом 6 років досліджень на час припинення осінньої вегетації пшениці озимої залишалися доволі низькими, що в свою чергу свідчило про значну залежність озимини від подальших опадів в зимовий і ранньовесняний періоди. Так, в орному та метровому шарах ґрунту кількість агрономічно цінної вологи перед зимівлею складала відповідно в середньому лише 16 мм і 45 мм, що становило 50 та 44 % середньої багаторічної норми (табл. 3).

Такі порівняно незначні запаси вологи

Таблиця 3. Запаси продуктивної вологи в ґрунті (мм) на час припинення осінньої вегетації пшениці озимої. Попередник – соняшник

Шар ґрунту, см	Роки							Середня багаторічна норма
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	середнє	
0–20	15	4	11	29	38	13	16	32
0–100	36	12	33	67	103	23	45	103

в ґрунті від часу сівби до початку зимового періоду не забезпечували нормального росту і розвитку пшениці озимої, яка вирощувалася після соняшника, хоча ще донедавна існувала думка, що гарного стану посівів озимини (фаза кушіння рослин) можна досягти за умов, якщо 20 % річної суми опадів випадає в осінній період [22]. В цьому сенсі мова йшла вірогідніше за все про пшеницю озиму, яка вирощувалася після кращих попередників, які сприяли накопиченню та збереженню вологи в ґрунті. Насамперед це стосується чорного та зайнятого парів, після яких ще донедавна розміщувалася переважна частина посівних площ основної зернової культури. Проте останніми роками ця теза себе не виправдовує, оскільки відбулися значні зміни попередників озимини – суттєво збільшилася частка непарових попередників, які відносно пізно звільняють поле і залишають після себе небагато вологи, також змінилися погодні умови, які стали більш посушливими в теплу пору року, а більш вологими – в холодну. І це при тому, що загальна річна кількість опадів у зоні Степу трохи зросла, але ефективність їх з різних причин дещо знизилася, перш за все, враховуючи підвищення температури повітря та збільшення інтенсивності процесів випаровування. Так, за роки досліджень, частка осінньої кількості опадів залежно від річної їх суми склала в середньо-

му 22,7 %, але стан рослин пшениці озимої перед зимівлею залишався доволі слабким, що пояснюється нерівномірним розподілом опадів восени, основна їх частина відмічалася в другій половині осінньої вегетації і недостатньо впливала на інтенсивність ростових процесів рослин, оскільки вони в цей час більше обмежувалися не стільки вологою, як пониженою температурою повітря та, як наслідок, недостатньою ефективністю внесених мінеральних добрив.

В зв'язку з цим не випадковим є те, що впродовж 2019–2024 рр. пшениця озима, яка вирощувалася після соняшника, завершувала осінню вегетацію маючи середню густоту рослин 468 шт./м² за польової схожості насіння 94 % (табл. 4). При цьому у рослин, висотою 13–15 см, налічувалося в середньому 1,1–1,4 пагона та 1,8–2,7 вузлових корінці. Загалом, впродовж досліджень пшениця озима перед зимівлею знаходилася у різному фізіологічному стані – від фази повних сходів (2021 р.) до фази кушіння (2022 р.), але в більшості років вона не відповідала оптимальним біометричним параметрам, які б насамперед забезпечували її високу стійкість до низьких температур.

Незважаючи на порівняно слабкий стан посівів по завершенні осінньої вегетації, це не завадило останніми роками і в дослідях, і у виробництві досягти доволі високої вро-

**Таблиця 4. Стан посівів пшениці озимої по завершенні осінньої вегетації.
Попередник – соняшник**

Показник	Роки						Середнє
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
Густота рослин, шт./м ²	467	474	452	470	478	467	468
Польова схожість насіння, %	93	95	90	94	96	93	94
Висота рослин, см	12–14	14–16	6–8	16–18	12–14	8–10	13–15
Кількість пагонів, шт./рослину	1,5–2,0	1,5–2,0	–	2,0–3,0	1,2–1,5	–	1,1–1,4
Кількість вузлових корінців, шт./рослину	3–4	3–4	–	3–5	2–3	–	1,8–2,7
Фаза розвитку рослин	кущіння	кущіння	повні сходи	кущіння	початок кущіння	2–3 листки	початок кущіння

жайності пшениці озимої навіть по такому попереднику як соняшник, що пояснюється перш за все сприятливими умовами зимового періоду. Підвищений температурний режим (часто до +5 °С і вище), відсутність значного промерзання ґрунту та систематичні опади переважно у вигляді дощу дозволяли рослинам в цей час продовжувати процеси життєдіяльності. Більше того, стан посівів значно покращувався завдяки мінімуму втрат води на полях, оскільки практично вся волога опадів надходила у ґрунт, що дозволяло акумулювати її значні запаси на час відновлення активної весняної вегетації пшениці озимої, тим самим забезпечуючи максимально сприятливі умови для рослин навесні.

Висновок. Таким чином, в зоні Північного Степу вологозапаси ґрунту впродовж осінньої вегетації пшениці озимої, яка виро-

щується після непарових попередників, зокрема після соняшника, визначають час і дружність появи сходів, розвиток рослин перед зимівлею та певною мірою обумовлюють реалізацію ефективності елементів технології. Разом з тим, в умовах потепління клімату кількісні показники запасів продуктивної вологи в ґрунті протягом осіннього періоду, як показала практика останніх років, можуть бути далекі від оптимальних і не забезпечувати необхідний стан рослин перед зимівлею, що, як правило, компенсується підвищеною температурою повітря впродовж календарної зими, яка дозволяє озимині в цей час не тільки пройти незначний етап у своєму розвитку, але й покращити вологозабезпеченість ґрунту, що в кінцевому підсумку позитивно впливає на формування її продуктивності.

Використана література

1. Адаменко Т. Зміна агрокліматичних умов та їх вплив на зернове господарство. *Агроном*. 2006. № 3. С. 12–15.
2. Шевченко М. С., Десятник Л. М., Бокун О. І. Динаміка запасів продуктивної вологи в ґрунті та урожайність ячменю ярого залежно від обробітку ґрунту і добрив. *Зернові культури*. 2020. Том 4. № 1. С. 160–166. <https://doi.org/10.31867/21625234544/0120>.
3. Адаменко Т. І. Кліматичні умови України та можливі наслідки потепління клімату. *Агроном*. 2007. № 1 (15). С. 8–11.
4. Польовий А. Зміни клімату на користь? *Сільські вісті*. 2010. № 9 (112). С. 2.
5. Писаренко П. В., Мішукова Л. С. Водоспоживання пшениці озимої. *Аграрні інновації*. 2020. № 1. С. 63–68. DOI: 10.32848/agrar.innov.2020.1.10.
6. Солодушко М. М., Петрушак В. Я., Гладка А. В., Серета І. І. Запаси продуктивної вологи в ґрунті після відновлення весняної вегетації та урожайність озимої пшениці залежно від умов вирощування. *Бюлетень інституту зернового господарства НААН України*. 2010. № 38. С. 29–33.
7. Солодушко М. М. Вологозабезпеченість та урожайність пшениці озимої залежно від попередників у зоні Північного Степу. *Зернові культури*. Том 8. № 1. 2024. С. 84–91. <https://doi.org/10.31867/25234544/0315>.
8. Зінченко О. І., Коротеєв А. В., Каленська С. М. та ін. *Рослинництво / За ред. О. І. Зінченка*. Практикум. Вінниця: Нова Книга, 2008. 536 с.
9. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. *Зерновиробництво*. Львів: НВФ «Українські технології», 2008. 624 с.
10. Черенков А. В., Нестерець В. Г., Солодушко М. М., Кротінов І. В., Кобос І. О. Вплив агроекологічних і технологічних чинників на формування врожайності пшениці озимої у південно-східному Степу. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 5. С. 18–26.
11. *Наукові основи агропромислового виробництва в*

- зоні Степу України / Редкол.: М. В. Зубець (гол. ред.) та ін. К.: Аграр. наука, 2004. С. 15–18.
12. Озимая пшеница в Степи / В. И. Бондаренко, А. А. Собко, И. С. Годулян и др. // Пшеница [ред. кол.: В. Н. Ремесло (отв. ред.) и др.]. К.: Урожай, 1977. С. 239–252.
 13. Нетис И. Т. Критическая влага для озимой пшеницы. *Зерно*. 2009. № 1. С. 41–46.
 14. Гамаюнова В. В., Панфілов А. В., Глушко Т. В. Значення оптимізації живлення та особливостей сорту в ефективному використанні вологи пшеницею озимою в умовах Північного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 107. С. 22–28.
 15. Кирилюк В. П. Динаміка запасів продуктивної вологи і водоспоживання пшениці озимої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2018. № 1. С. 9–15. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vumnc_2018_1_4.
 16. Заєць С. О., Нетіс В. І. Водоспоживання зернових культур і сої залежно від умов вологозабезпеченості. *Зрошуване землеробство*. 2013. Випуск 59. С. 30–34.
 17. Круківська А. В. Агрокліматична оцінка умов вологозабезпечення основних зернових культур в Україні. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2008. № 3. С. 109–116.
 18. Екологічні проблеми землеробства: Підручник / За редакцією В. П. Гудзя. Житомир: Вид-во «Житомирський національний агроекологічний університет». 2010. 708 с.
 19. Шикун Н. К., Назаренко Г. В. Минимальная обработка черноземов и воспроизводство их плодородия. М.: Агропромиздат, 1990. 320 с.
 20. Заєць С. О., Музика В. Є., Нижегороденко В. М., Рудік О. Л. Оцінка адаптивної здатності та стабільності сортів пшениці озимої м'якої за різних умов вологозабезпеченості півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2021. Вип. 76. С. 17–21. DOI: 10.328 48/0135-2369.2021.76.3
 21. Петр И., Черны В., Грушка Л. Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур / Пер. с чеш. З. К. Благовещенской. М.: Колос, 1984. С. 367.
 22. Шаповал І. С. Водний режим ґрунту залежно від насичення сівозмін зерновими культурами. *Зб. наук. пр. Ін-ту землеробства УААН*. 2002. Вип. 1. С. 44–47.
 23. Літвінов Д. В. Динаміка продуктивної вологи в ґрунті за вирощування зернових колосових культур. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. Київ: ЕКМО. 2007. Вип. 3–4. С. 34–38.
 24. Камінський В. Ф., Гангур В. В. Динаміка продуктивної вологи в ґрунті за вирощування пшениці озимої в сівозмінах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 3. С. 11–14. DOI: 10.31210/visnyk2018.03.01.
 25. Нетіс І. Т. Пшениця озима на півдні України: монографія. Херсон: ОлдіПлюс, 2011. 460 с.
 26. Прядко Ю. М. Особливості росту та розвитку рослин пшениці озимої в осінній період вегетації залежно від попередників і строків сівби. *Бюлетень Інституту сільськогосподарства степової зони НААН України*. 2014. № 7. С. 143–147.
 27. Романенко О. Л., Конова С. Р., Солодушко М. М., Бальошенко С. В. Вплив агроекологічних чинників на врожайність пшениці озимої в степовій зоні України. *Агроекологічний журнал*. 2015. № 1. С. 106–114.
 28. Ворона Л. І., Сторожук В. В., Ткачук В. П., Швайка О. В., Ішук О. В. Погодні умови осіннього періоду вегетації та розвиток пшениці озимої за різних строків сівби. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2013. Випуск 6. С. 14–20.
 29. Литвиненко М. А. Створення сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.), адаптованих до змін клімату на Півдні України. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту Національного центру насіннезнавства та сортовивчення*. 2016. Вип. 2(67). С. 36–53. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpsgi_2016_27_5.
 30. Нетіс І. Водний режим ґрунту на посівах пшениці озимої в умовах Південного Степу. *Агробізнес сьогодні*. 2016. № 11. URL: <https://agrobusiness.com.ua>.
 31. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 352 с.
 32. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с зерновыми, зернобобовыми и кормовыми культурами / под ред. В. С. Цикова и Г. Р. Пикуща. Днепропетровск, 1983. 46 с.
 33. Романенко О. Л., Конова С. Р., Солодушко М. М., Бальошенко С. В. Вологозабезпеченість ґрунту та продуктивність різновікових рослин пшениці озимої в зоні південного Степу. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. Харків. 2015. № 18. С. 87–95.
 34. Коваленко А. М., Коваленко О. А. Особливості сівби пшениці озимої за посушливої осені у Південному Степу в умовах зміни клімату. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. С. 56–59.

References

1. Adamenko, T. (2006). Changes in agroclimatic conditions and their impact on grain farming. *Ahronom [Agronomist]*, 3. 12–15 [in Ukrainian].
2. Shevchenko, M. S., Desiatnyk, L. M., Bokun, O. I. (2020). Dynamics of productive moisture reserves in the soil and yield of spring barley depending on soil cultivation and fertilizers. *Zernovi kultury [Cereal crops]*, 4 (1). 160–166. <https://doi.org/10.31867/2162523-4544/0120> [in Ukrainian].
3. Adamenko, T. I. (2007). Klimatychni umovy Ukrainy ta mozhlyvi naslidky poteplinnia klimatu Climatic conditions of Ukraine and possible consequences of climate warming. *Ahronom [Agronomist]*, 1 (15). 8–11 [in Ukrainian].

4. Polovyi, A. (2010). Climate change for the good?. *Sil-ski visti* [Rural news], 9 (112). 2 [in Ukrainian].
5. Pysarenko, P. V., Mishukova, L. S. (2020). Water consumption of winter wheat. *Ahrarni innovatsii* [Agricultural innovations], 1. 63–68. DOI : 10.32848/agrar.innov.2020.1.10 [in Ukrainian].
6. Solodushko, M. M., Petrushak, V. Ya., Hladka, A. V., Sereda, I. I. (2010). Stocks of productive moisture in the soil after the restoration of spring vegetation and yield of winter wheat depending on growing conditions. *Biuletyn Instytutu zernovoho hospodarstva* [Bulletin of the Institute of Grain Management], 38. 29–33 [in Ukrainian].
7. Solodushko, M. M. (2024). Moisture availability and yield of winter wheat depending on predecessors in the Northern Steppe zone. *Zernovi kultury* [Cereal crops], 8. 1. 84–91. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0315> [in Ukrainian].
8. Zinchenko, O. I., Korotieiev, A. V., Kalenska, S. M. et al. (2008). *Roslynnystvo* [Plant growing] / O. I. Zinchenko Ed. *Praktykum*. Vinnytsia: Nova Knyha Ed., 536 [in Ukrainian].
9. Lykhochvor, V. V., Petrychenko, V. F., Ivashchuk, P. V. (2008). *Zernovyrobnytstvo* [Agriculture]. Lviv: NVF «Ukrainski tekhnologii». [in Ukrainian].
10. Cherenkov, A. V., Nesterets, V. H., Solodushko, M. M., Krotinov, I. V., Kobos, I. O. (2018). The influence of agroecological and technological factors on the formation of winter wheat yield in the southeastern Steppe. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 5. 18–26 [in Ukrainian].
11. Naukovi osnovy ahropromyslovoho vyrobnytstva v zoni Stepu Ukrainy [Scientific foundations of agroindustrial production in the Steppe zone of Ukraine (2004)]. / Zubets, M. V. (Ed.) et al. Kyiv: Ahrarna nauka, 2004. (pp. 15–18). [in Ukrainian].
12. Bondarenko, V. Y., Sobko, A. A., Hodulyan, Y. S. et al. (1977). *Ozymaia pshenytsa v Stepy* [Winter wheat in the Steppes] / Remeslo, V. N. (Ed.) et al. Kyiv: Urozhai. (pp. 239–252). [in Russian].
13. Netys, Y. T. (2009). Critical moisture for winter wheat. *Zerno* [Grain], 1. 41–46 [in Ukrainian].
14. Hamaiunova, V. V., Panfilov, A. V., Hlushko, T. V. (2019). Importance of nutrition optimization and variety characteristics in the effective use of moisture by winter wheat in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine. *Tavriiskyi naukovyi visnyk* [Tavria Scientific Bulletin], 107. 22–28 [in Ukrainian].
15. Kyryliuk, V. P. (2018). Dynamika zapasiv produktyvnoi volohy i vodospozhyvannia pshenytsi ozymoi v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Dynamics of reserves of productive moisture and water consumption of winter wheat in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva* [Bulletin of the Uman National University of Horticulture], 1. 9–15. Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vumnuc_2018_1_4 [in Ukrainian].
16. Zaiets, S. O., Netis, V. I. (2013). Water consumption of grain crops and soybeans depending on the conditions of moisture availability. *Zroshuvane zemlerobstvo* [Irrigated agriculture], 59. 30–34 [in Ukrainian].
17. Kruktivska, A. V. (2008). Agroclimatic assessment of moisture supply conditions of the main grain crops in Ukraine. *Ukrainskyi hidrometeorologichnyi zhurnal* [Ukrainian Hydrometeorological Journal], 3. 109–116 [in Ukrainian].
18. Hudz, V. P. (2010). *Ekologichni problemy zemlerobstva: Pidruchnyk* [Ecological problems of agriculture: Textbook]. Zhytomyr: «Zhytomyrskyi natsionalnyi ahroekologichnyi universytet» Ed. [in Ukrainian].
19. Shykula, N. K., Nazarenko, H. V. (1990). *Minimalnaya obrabotka chernozemov i vosproydzvodstvo ikh plodorodiya* [Minimal cultivation of chernozems and reproduction of their fertility]. Moskva: Ahropromyzzdat, 320 [in Russian].
20. Zaiets, S. O., Muzyka, V. Ye., Nyzheholenko, V. M., Rudik, O. L. (2021). Assessment of the adaptive capacity and stability of winter soft wheat varieties under different conditions of moisture availability in the south of Ukraine. *Zroshuvane zemlerobstvo* [Irrigated agriculture], 76. 17–21. DOI: 10.328 48/0135-2369.2021.76.3 [in Ukrainian].
21. Petr, Y., Cherny, V., Hrushka, L. (1984). *Formirovaniye urozhaya osnovnykh selskokhozyaystvennykh kultur* [Formation of the harvest of the main agricultural crops] / Blahoveshchenskaia, Z. K. transl. Moskva: Kolos. [in Russian].
22. Shapoval, I. S. (2002). Soil water regime depending on the saturation of crop rotations with grain crops. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu zemlerobstva UAAN* [Collection of scientific papers of the Institute of Agriculture of the Ukrainian Academy of Sciences], 1. 44–47 [in Ukrainian].
23. Litvinov, D. V. (2007). The dynamics of productive moisture in the soil during the cultivation of grain ear crop. *Zbirnyk naukovykh prats NNTS «Instytut zemlerobstva UAAN»* [Collection of scientific papers of the National Scientific Center «Institute of Agriculture of the Ukrainian Academy of Sciences»]. Kyiv: EKMO. (pp. 3–4, 34–38). [in Ukrainian].
24. Kaminskyi, V. F., Hanhur, V. V. (2018). Dynamics of productive moisture in the soil during the cultivation of winter wheat in crop rotations of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii* [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy], 3. 11–14. DOI: 10.31210/visnyk2018.03.01 [in Ukrainian].
25. Netis, I. T. (2011). *Pshenytsia ozyma na pivdni Ukrainy* [Winter wheat in southern Ukraine]: monohrafiia. Kherson: OldiPlius. [in Ukrainian].
26. Priadko, Yu. M. (2014). Features of growth and development of winter wheat plants in the autumn vegetation period depending on predecessors and sowing dates. *Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy* [Bulletin of the Institute of Agriculture of the Steppe Zone of the NAAS of Ukraine], 7. 143–147 [in Ukrainian].
27. Romanenko, O. L., Konova, S. R., Solodushko, M. M., Baloshenko, S. V. (2015). The influence of agroecological factors on the yield of winter wheat in the steppe zone of Ukraine. *Ahroekologichnyi zhurnal* [Agroecological journal], 1. 106–114 [in Ukrainian].
28. Vorona, L. I., Storozhuk, V. V., Tkachuk, V. P., Shvaika, O. V., Ishchuk, O. V. (2013). Weather conditions of the autumn growing season and the deve-

- lopment of winter wheat at different sowing dates. *Ahropromyslove vyrobnytstvo Polissia* [Agro-industrial production of Polissya], 6. 14–20 [in Ukrainian].
29. Lytvynenko, M. A. (2016). Creation of varieties of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.), adapted to climate changes in Southern Ukraine. *Zbirnyk naukovykh prats Seleksiino-henetychnoho instytutu Natsionalnoho tsentru nasinnieznavstva ta sortovyvchennia* [Collection of scientific papers of the Breeding and Genetic Institute of the National Center for Seed Science and Variety Research], 2 (67). 36–53. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpsgi_2016_27_5 [in Ukrainian].
 30. Netis, I. (2016). Soil water regime on winter wheat crops in the Southern Steppe conditions. *Ahrobiznes sohodni* [Agribusiness today], 11. URL: <https://agrobusiness.com.ua> [in Ukrainian].
 31. Dospekhov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy* [Methodology of field experience with the basics of statistical processing of research results] (5thed. rev.). Moscow: Ahropromizdat. [in Russian].
 32. Tsykov, V. S., Pickush, G. R. (1983). *Metodicheskie rekomendacii po provedeniyu polevykh opytov s zernovymi, zernobobovymi i kormovymi kulturami* [Methodical recommendations on caring out the field tests with cereals, legumes and feed crops]. Dnepropetrovsk, 46 p. [in Ukrainian].
 33. Romanenko, O. L., Konova, S. R., Solodushko, M. M., Baloshenko, S. V. (2015). Soil moisture availability and productivity of winter wheat plants of various ages in the southern steppe zone. *Visnyk Tsentru naukovooho zabezpechennia APV Kharkivskoi oblasti* [Bulletin of the Center for Scientific Support of APV of Kharkiv Region], 18. 87–95. [in Ukrainian].
 34. Kovalenko, A. M., Kovalenko, O. A. (2016). Features of sowing winter wheat in dry autumn in the Southern Steppe under climate change conditions. *Zroshuvane zemlerobstvo* [Irrigated agriculture], 6. 56–59 [in Ukrainian].

UDC 631:581.5:633.1

Solodushko, M. M., Solodushko, V. P., Gasanova, I. I., Zavalypich, N. A. Soil moisture reserves and development of winter wheat plants during the autumn vegetation in the Northern Steppe of Ukraine. *Grain Crops*. 2024. 8 (2). 317–326.

State Enterprise Institute of Grain Crops of NAAS of Ukraine, 14 Volodymyr Vernadskyi St., Dnipro, 49009, Ukraine

Topicality. Knowledge of the trends and patterns of influence of atmospheric phenomena, in particular air temperature and precipitation, on the formation of certain yield attributes of winter wheat, allows us to avoid or significantly mitigate the negative effect of a certain weather factor that in some cases plays a decisive role in ensuring the emergence of friendly sprouts, plant development in autumn and plant condition before overwintering. **Purpose.** To determine the influence of weather conditions in autumn on the soil moisture availability and the condition of winter wheat plants grown after sunflower before overwintering in the Northern Steppe of Ukraine. **Materials and Methods.** The study and analysis of problematic issues was carried out at the Synelnykove Breeding and Research Station in the crop rotation of the Laboratory of Agrobiological Resources of Winter Grain Crops of SE Institute of Grain Crops of NAAS during 2019–2024. The winter wheat cultivation technology is generally accepted for the Northern Steppe of Ukraine. Sampling of soil and plants was carried out in accordance with existing recommendations. **Results.** Weather conditions during the autumn vegetation largely determined the condition of winter wheat crops at the beginning of the winter period. In 2019–2024, the average air temperature and precipitation in September–November were 10.8 °C and 114.6 mm, respectively, which was 1.6 °C higher and 2.4 mm lower than the long-term average. High temperatures and a prolonged lack of precipitation almost every year resulted in a critical decrease in productive soil moisture reserves at the time of sowing winter wheat, which averaged only 2 mm in the 0–10 cm soil layer, 4 mm in the 0–20 cm layer, 10 mm in the 0–50 cm layer, and 17 mm in the 0–100 cm layer, which was 21–25 % of the long-term average. The amount of precipitation did not meet the moisture needs of the plants during the autumn vegetation, and thus the average amount of available moisture in the arable and one-metre layers of soil at the autumn vegetation cessation was only 16 mm and 45 mm, respectively, or 50 and 44 % of the average long-term norm. As a result, the biometric parameters of winter wheat plants before overwintering in most years did not correspond to optimal values, which primarily ensured high frost tolerance of winter wheat plants, as a result - plants were 13-15 cm high, with an average of 1.1-1.4 shoots and 1.8-2.7 nodal roots. **Conclusions.** It was found that soil moisture availability during the autumn period in most years did not meet the moisture needs of winter wheat plants, as a result, the plants began wintering in a relatively weak morphophysiological condition. Nevertheless, the elevated air temperature during the calendar winter allowed winter crops of optimal sowing dates to successfully complete the winter period, with virtually no losses.

Key words: *winter wheat, weather conditions, soil moisture reserves, autumn vegetation, plant condition*