



review article | UDC 631.5:631.423.2:502.171 | doi: 10.31210/visnyk2022.03.10

AGRO-TECHNICAL MEASURES FOR RATIONAL USE OF MOISTURE

V. Pysarenko ORCID [ID 0000-0002-0184-3929](https://orcid.org/0000-0002-0184-3929)
 P. Pysarenko ORCID [ID 0000-0002-4915-265X](https://orcid.org/0000-0002-4915-265X)
 M. Pischalenko* ORCID [ID 0000-0001-8954-8256](https://orcid.org/0000-0001-8954-8256)
 V. Melnychuk ORCID [ID 0000-0003-1927-1065](https://orcid.org/0000-0003-1927-1065)
 V. Yevstafieva ORCID [ID 0000-0003-4809-2584](https://orcid.org/0000-0003-4809-2584)

Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine *Corresponding author

*Corresponding author

E-mail: marina_pischalenko@ukr.net

How to Cite | Pysarenko, V., Pysarenko, P., Pischalenko, M., Melnychuk, V., & Yevstafieva, V. (2022). Agro-technical measures for rational use of moisture. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 80–89. doi: 10.31210/visnyk2022.03.10

According to agroclimatic indicators, in particular, according to the indicator of moisture availability of the Steppe and Forest Steppe of Ukraine, that is, most of the territory of the state has an insufficient amount of precipitation during the growing season. Accordingly, it negatively affects the productivity of crops traditionally grown in one or another region. From an agronomic point of view, such zones with insufficient natural moisture supply become so-called arid climate zones, and therefore require special management conditions that allow obtaining consistently high yields of crops under unfavorable conditions for plants. Thus, there is a need to develop scientifically based measures that contribute to the accumulation and preservation of autumn-spring moisture reserves in the soil, as well as methods that contribute to the preservation and reduction of this moisture loss during each work operation during the growing season of agricultural crops. Therefore, the purpose of the review presented in the article is to highlight both classical and modern agrotechnical measures aimed at the rational use of moisture in soils. The article collects, analyzes and summarizes the experience of both domestic and foreign scientists, whose work is closely related to the use of agrotechnical methods aimed at reducing soil moisture loss during its cultivation in arid climates. The article is based on materials related to climate change, the possible impact of related droughts on agriculture, scientific and practical experience of using agrotechnical measures to reduce the negative impact of moisture deficit on the productivity of agricultural crops. Thus, the most effective adaptive measures are considered to be methods developed on the principles of the opposite relationship – in response to moisture deficit, measures for its conservation and rational use should be developed. Such agrotechnical techniques should be comprehensive and necessarily include techniques aimed at the formation of soil-protective moisture-saving farming systems, the organization of land territory, the structure of sown areas, rational crop rotations, soil cultivation systems, measures to combat water and wind erosion, and fertilization systems. Only in a complex, such agrotechnical measures can solve the problem of low yields of agricultural crops in the conditions of an arid climate.

Keywords: droughts, global climate changes, soil hydrothermal regime, soil-protective moisture-saving agricultural systems.

АГРОТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ ПО РАЦІОНАЛЬНОМУ ВИКОРИСТАННЮ ВОЛОГИ

В. М. Писаренко, П. В. Писаренко, М. А. Піщаленко, В. В. Мельничук, В. О. Євстаф'єва
 Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

За агрокліматичними показниками, зокрема, за показником вологозабезпеченості Степ та Лісостеп України, тобто більша частина території держави має недостатню кількість опадів у вегетаційний період. Відповідно, це негативно впливає на продуктивність культур, що традиційно

вирощуються у тому чи іншому регіоні. З агрономічного погляду, такі зони з недостатнім природним вологозабезпеченням стають так званими зонами посушливого клімату, а отже потребують особливих умов господарювання, які дозволяють отримати стабільно високі врожаї культур за несприятливих для рослин умов. Таким чином з'являється необхідність у розробці науково обгрунтованих заходів, які сприяють накопиченню і збереженню осінньо-весняних запасів вологи у ґрунті, а також прийомів, що сприяють збереженню та зменшенню втрат цієї вологи при кожній робочій операції у період вегетації сільськогосподарських культур. Тому метою викладеного у статті огляду є висвітлення як класичних, так й сучасних агротехнічних заходів, що направлені на раціональне використання вологи у ґрунтах. У статті зібрано, проаналізовано та узагальнено досвід як вітчизняних, так й зарубіжних вчених, роботи яких тісно пов'язані з використанням агротехнічних прийомів, що направлені на зменшення втрат вологи у ґрунтах при її обробітку в умовах посушливого клімату. В основу статті покладено матеріали щодо змін клімату, можливого впливу пов'язаних з цим посух на землеробство, науковий та практичний досвід використання агротехнічних заходів по зменшенню негативного впливу дефіциту вологи на продуктивність сільськогосподарських культур. Так, найбільш ефективними адаптивними заходами вважаються прийоми, розроблені на принципах протилежного зв'язку – у відповідь на дефіцит вологи повинні розроблятися заходи з її збереження і раціонального використання. Такі агротехнічні прийоми мають бути комплексними та обов'язково включати в себе прийоми, направлені на формування ґрунтозахисних вологозберігаючих систем землеробства, організації території угідь, структури посівних площ, раціональних сівозмін, системи обробітку ґрунтів, заходів боротьби з водною та вітровою ерозією та систем удобрення. Лише у комплексі такі агротехнічні заходи здатні вирішити проблему низьких врожаїв сільськогосподарських культур в умовах посушливого клімату.

Ключові слова: посухи, глобальні зміни клімату, гідротермічний режим ґрунту, ґрунтозахисні вологозберігаючі системи землеробства.

Однією з важливих екологічних проблем XXI століття є зміна загальнопланетарного клімату, що є науково підтвердженим фактом. Глобальне потепління, яке розпочалося в 70-х роках минулого століття, уже зараз, а тим більше у недалекому майбутньому, неодмінно впливатиме на землеробство планети. Метеорологи вважають, що потепління і викликані ним посухи особливо змінюватимуть гідротермічний режим ґрунту під час вегетаційного періоду сільськогосподарських культур. Наслідки глобальної зміни клімату стають все більш відчутними і в Україні [1–6].

Наразі, важливого науково-практичного значення набуває оцінка ступеню сприятливості природного потенціалу території для повноцінного функціонування галузі рослинництва. З метою вирішення цієї проблеми науковці здійснюють обгрунтування вже відомих та розробляють нові комплексні заходи, що направлені на накопичення та раціональне використання ресурсів атмосферного і ґрунтового зволоження території у вегетаційний період, окрім того дослідниками здійснюється оцінка впливу на урожайність сільськогосподарських культур в умовах сучасних кліматичних змін [7–10].

Окремі, на нашу думку найбільше доцільні для застосування на території України нами узагальнено нижче.

Формування ґрунтозахисних вологозберігаючих систем землеробства. Вода життєво необхідна для розвитку рослин. На утворення однієї вагової частини органічних речовин рослини витрачається в середньому 400 вагових частин води. Організм рослини містить 75–90 % води. З її надходженням і рухом пов'язані всі життєві процеси рослини. Вологість ґрунту визначає життєдіяльність не тільки рослин, а й мікроорганізмів, інтенсивність багатьох фізичних і хімічних процесів. Тому в ґрунті важливо створити сприятливий водний режим (сукупність фізичних та фізико-хімічних явищ, які зумовлюють зміну кількості вологи в ґрунті та швидкість її переміщення). Найбільш значимими для насичення ґрунту водою можна вважати атмосферні опади, які досягли його поверхні (кожен міліметр опадів утворює 10 т води на 1 га), припливи ґрунтових вод, надходження води з талим снігом, приплив води по поверхні ґрунту, приплив внутрішньогрунтової води (ґрунтові верховодки).

В зв'язку з цим ґрунт можна розглядати як певний резервуар, який то заповнюється водою, то знову порожніє. Вода, що падає з хмар на сільськогосподарські угіддя, не залишається нерухомою. Крім поверхневого і підземного стоку, вона активно випаровується з ґрунту в атмосферу. Швидкість випаровування води залежить від кількох чинників: рівня температури повітря, швидкості вітру над поверхнею ґрунту й рівня його відносної вологості, наявності рослинного покриття.

Особливі умови вологозабезпечення ґрунту складаються у зрошувальному землеробстві. Зрошення, як спосіб боротьби з посухою, особливо в районах, де нестачу вологи не можливо поповнити снігозатриманням або атмосферними опадами, виникло майже одночасно із землеробством. При зрошенні запас вологи в ґрунті збільшується, тому різко зростає продуктивне випаровування (транспірація), що обумовлює оптимальну вологість ґрунту в період найбільш важливих фаз розвитку рослин, а отже і високий урожай сільськогосподарських культур. Збільшується також і випаровування з поверхні ґрунту, що сприяє підвищенню вологості повітря, а витрати тепла на випаровування знижують температуру ґрунту і повітря. Густий травостій, який розвивається на зрошуваних полях, затінює поверхню ґрунту також сприяючи зниженню температури. Крім того, безпосередньо після поливу, температура ґрунту різко знижується за рахунок охолоджуючого впливу води. Таким чином, під впливом зрошення поліпшується мікроклімат для життя рослин [12–14].

Екскурс в історію землеробства показує, що проблема вологозабезпечення ґрунту завжди хвилювала науковців і практиків. Головним чином проводилися дослідження зі створення сприятливого водного режиму за допомогою агротехнічних заходів. Цінні рекомендації щодо боротьби з посухою, які й зараз є актуальними, залишили нам класики землеробства, зокрема О. О. Ізмаїльський, В. В. Докучаєв, В. Р. Вільямс, О. Н. Соколовський та ін. Землю і воду вони розглядали як органічні складові живої природної системи. Вже півтора століття тому були розроблені практичні заходи захисту ґрунту від ерозії та збереження в ньому вологи: використання місцевих водотоків, облаштування ставків у верхів'ях балок і ярів, висаджування дерев, чагарників на схилах ярів та лісонасаджень на межах полів для захисту їх від вітрів та по берегах річок. Впроваджувалась травопільна система землеробства [15]. Так, Олександр Ізмаїльський у праці «Как высохла наша Степь» писав: «Якщо ми будемо і надалі так само безтурботно позирати на прогресуючі зміни поверхні наших степів, а в зв'язку з цим – і на зростання висушування степового ґрунту, то навряд чи можна сумніватися, що порівняно в недалекому майбутньому наші степи перетворяться на неродючу пустелю» [16]. Він переконливо показав, що висихання степів відбулося в результаті оранки, знищення деревних посадок. Він рокив процеси руху вологи із верхніх шарів ґрунту до глибини залягання ґрунтових вод за різних умов. Це дало можливість відповісти на запитання – чому висохли наші степи. Коротко та влучно охарактеризував Олександра Ізмаїльського як дослідника Василь Докучаєв: «Наш кращий знавець степової вологи» [16].

Професор В.В. Докучаєв особливо наголошував на тому, що доцільно затримувати вологу в ставках у верхів'ях балок на відносно високих місцях, створювати водойми на малих річках із метою використання їх для зрошення і підняття рівня ґрунтових вод. Збереження ґрунту, рослинного покриву й вологи тісно пов'язані між собою. Небезпека ерозії не лише в зниженні родючості орного горизонту (хоча зауважимо, що швидкість процесу руйнування ґрунту значно перевищує процес ґрунтоутворення), а й у замулюванні річок, ставків, заплавлених земель, погіршенні водного режиму ґрунту, що негативно впливає на розвиток сільськогосподарських культур, особливо в період посух [16].

Зазначимо, що найближче до вирішення проблеми збереження чорноземів наша держава підійшла наприкінці 40-х років ХХ століття, коли була прийнята Постанова Ради міністрів СРСР та ЦК ВКП(б) «Про план полезахисних лісонасаджень, впровадження травопільних сівозмін, будівництва ставків і водоймищ для забезпечення високих і сталих урожаїв у степових і лісостепових районах Європейської частини СРСР» (1948 р.). Цим планом передбачалося насадження полезахисних лісосмуг на схилах балок і ярів, берегах річок, озер, ставків і водоймищ, а також заліснення та зміцнення пісків. Ставилось завдання правильної організації територій, введення травопільних польових сівозмін, застосування ґрунтозахисних систем обробітку ґрунту, раціонального використання органічних і мінеральних добрив тощо [15].

За своїми масштабами цей план не мав прецедентів у світі. Планувалося висадити полезахисні лісові смуги протяжністю 5300 км для того, щоб перегородити дорогу суховіям і створити сприятливий клімат для отримання сталих урожаїв зерна, кормів, овочів на протягом 1949–1965 років. Але цього, на жаль, повністю не було виконано – адже держава захопилась освоєнням цілинних земель, однак результати його виконання навіть упродовж п'яти років відчутні й дотепер. Передусім, ідеться про вплив насаджених тоді полезахисних лісосмуг. На вирішення проблеми водозбереження і захисту ґрунтів від ерозії спрямовані контурно-меліоративна і адаптивно-ландшафтна системи землеробства. У доповнення до відомих раніше заходів ці системи рекомендують: контурну організацію території, проведення культуртехнічних робіт і будівництво

гідротехнічних споруд, обробіток ґрунту паралельно горизонталям, смугові посіви культур впоперек схилів і пануючих вітрів, сівбу куліс, проведення спеціальних агротехнічних заходів, що підвищують водопроникність ґрунту (чизелювання, шілювання, кротування, мульчування соломою), застосування полімерів структуроутворювачів та інших препаратів, які підвищують стійкість ґрунтів проти руйнування водою і вітром. Для відновлення родючості зруйнованих ґрунтів рекомендувалося збільшення норми внесення органічних добрив, залуження ерозійно небезпечних ділянок [15, 16].

Однак, незважаючи на окремі намагання зупинити негативні наслідки людської діяльності, руйнація родючого шару землі наростає. Значний рівень розораності угідь, переорювання луків, оранка вздовж схилів аж до водойм чи боліт, розширення посівів просапних культур та зменшення площ багаторічних трав в останні десятиліття призвели до розвитку небувалих ерозійних процесів. За даними академіка В. Ф. Сайка, нині сільськогосподарські угіддя України щороку втрачають близько 600 млн. т ґрунту, 200 млн. т гумусу та 16 млрд. м³ поверхневих вод, яких вистачило б для формування 16 млн. т зерна [17].

Вчені-ґрунтознавці вважають, що для створення стійкої екологічної системи нашої країни необхідно заліснити та перевести у стан природних кормових угідь мінімум 10 млн. га ріллі, стати на шлях екологізації землеробства, що означає створення такої господарської моделі, у якій би максимально використовувалися ресурси природи та інтелекту людини [18–22].

Якщо в майбутньому збережеться існуюча закономірність потепління, то, за прогнозами кліматологів, до 2025 року підвищення температури в зоні Полісся досягне 1,2–1,9 °С, Лісостепу – 1,5–2 °С і Степу –2–5 °С, а до 2060 року можна очікувати подальшого її підвищення. Якщо викиди парникових газів в атмосферу залишаться на колишньому рівні, середня температура повітря на Землі зросте на 1,5–4,5 °С. За умови збереження прогнозованого темпу підвищення температури повітря необхідно вживати системних та науково-обґрунтованих заходів для адаптації аграрного виробництва до нових кліматичних умов [16–18].

Вологозберігаючі аспекти інтенсивних технологій. Для вирішення цієї проблеми необхідно обґрунтування відомих та створення нових комплексних заходів щодо накопичення та раціонального використання ресурсів атмосферного і ґрунтового зволоження території у вегетаційний період та оцінка їх впливу на урожайність сільськогосподарських культур в умовах сучасних кліматичних змін.

Основні елементи науково – обґрунтованої системи землеробства, в контексті вологозбереження, позитивно впливають на цей процес. Серед них: організація території; лісомеліоративні заходи; структура посівних площ; науково - обґрунтоване чергування культур у сівозмінах; застосування раціональних систем обробітку ґрунту з урахуванням їх впливу на збереження вологи; прийомів догляду за рослинами; удобрення; боротьби зі шкідниками та хворобами рослин; використання сучасної сільськогосподарської техніки. Важливого значення у боротьбі з посухою України також набуває впровадження системи вологозберігаючих і ґрунтозберіючих протиерозійних заходів [23].

Організація території. Вона передбачає розміщення полів сівозмін, захисних та лісових насаджень, виділення ділянок для заліснення або залуження, будівництво гідротехнічних споруд.

Площі з нееродованими і слабоеродованими ґрунтами відводяться під польові, а з середньо- і сильноеродованими та ерозійнонебезпечними схилами – під ґрунтозахисні сівозміни. На схилових ділянках поля нарізають довгими сторонами впоперек схилу, на рівнинних – впоперек напрямку панівних вітрів. На межах цих полів висаджують захисні лісові смуги. На ерозійно – небезпечних улоговинах проєктують залуження, а на схилах ярів, зсувних і крутих балкових схилах передбачають суцільне захисне заліснення або, за необхідності, створення суцільних гідротехнічних споруд. Розміщення доріг, лісонасаджень, маршрутів для проходу тварин, зрошувальних каналів слід проводити так, щоб вони не заважали затриманню води. Виключно важливе значення у формуванні водного і поживного режиму ґрунту, його фітосанітарного стану, формування вмісту органічної речовини, як основи водного балансу, набуває структура посівних площ та сівозміни [20, 24–28].

Структура посівних площ. Структура посівних площ визначається плановими завданнями з виробництва сільськогосподарської продукції і, при правильній побудові, слугує однією з важливих заходів боротьби з посухою, шляхом більш раціонального використання опадів протягом вегетаційного періоду. Так, озимі й ранні ярові культури більш повно використовують осінньо-зимові запаси вологи, а також опади травня і червня. Опади двох наступних літніх місяців зернові й зернобобові, що дозрівають до цього часу, не використовують зовсім. Просапні культури краще засвоюють літні опади. З огляду на це, можна доцільніше підібрати культури в сівозміні [22, 29–31].

У Степу і Лісостепу найбільш продуктивними зерновими культурами є кукурудза та пшениця озима. Насичення сівозмін пшеницею озимою та кукурудзою сприяє кращому використанню вологи протягом вегетації та підвищенню їх загальної продуктивності.

Позитивний вплив насичення сівозмін кукурудзою необхідно особливо використовувати у господарствах, що спеціалізуються на виробництві м'яса і молока. У господарствах зернового напрямку, зокрема з виробництва пшениці озимої, доцільно більше площ відводити під багаторічні бобові трави, зайняті та сидеральні пари. З метою створення кращого водного режиму в сівозмінах площа соняшнику в кожному господарстві не повинна перевищувати одного поля. Ця культура висушує ґрунт на значну глибину, що погіршує загальний водний режим ґрунту [12, 14, 16, 22].

Раціональні сівозміни. Сільськогосподарські культури істотно відрізняються за вибагливістю до ґрунтової вологи і мають різний вплив на водний режим ґрунту. Для спрямованого регулювання водного режиму в системі ґрунт – рослина необхідно таке чергування культур у сівозмінах, при якому раціональне використання рослинами ґрунтової вологи поєднується з наступним відновленням її запасів у відповідних шарах ґрунту.

Освоєння правильних сівозмін з відповідним співвідношенням і чергуванням культур повинно відповідати ґрунтово-кліматичним умовам конкретних районів, найбільш ефективному використанню вологи, способам обробітку ґрунту, догляду за посівами, заходам боротьби з бур'янами, хворобами і шкідниками сільськогосподарських культур, забезпечувати отримання максимального ефекту від внесення добрив при успішному здійсненні організаційних та агротехнічних заходів. Все це має виключне значення у боротьбі з посухою. У сівозміні підвищується родючість ґрунту, поліпшується його гідротермічний режим, умови живлення рослин, що сприяє більш економному витрачання вологи для формування врожаю.

Для успішного виробництва продовольчого зерна та подолання негативного впливу посухи в степових районах України потрібно забезпечити розміщення основних посівів пшениці озимої після багаторічних трав, сидеральних, зайнятих та чорних парів, бобових культур. Орієнтовно після чорних парів розміщується близько 20%, після зайнятих парів – близько 40 %. Чорні та зайняті пари можуть мати рівні частки, що дозволить зайняти пшеницею озимою 50–60 % посівів. Крім того, доцільно створити одне збірне поле з кращих непарових попередників цієї культури – гороху на зерно, ранньостиглого гібриду кукурудзи, баштанних та інших культур.

На час посіву кукурудзи кращі запаси вологи у півтораметровому шарі ґрунту спостерігаються після пшениці озимої та кукурудзи. Значно менше (на 30–50 мм) їх буває після соняшника, ячменю, суданської трави, цукрових буряків.

Разом з тим, необхідно відзначити, що при переході на мілкий обробіток ґрунту сприятливий водний режим зберігається при повторних посівах кукурудзи на одному і тому ж місці. Це вказує на можливість повторних посівів кукурудзи, особливо на низинних і зрошуваних ділянках поблизу тваринницьких ферм [32–36].

Системи обробітку ґрунту і заходи боротьби з водною та вітровою ерозією. Застосування науково-обґрунтованої системи обробітку ґрунту не тільки створює необхідні умови для більш повного накопичення і збереження вологи, а й регулює в бажаному напрямку процеси вологозатримання у зимовий період, оскільки при цьому зростає мінералізація органічних речовин. Обробіток ґрунту також є найважливішим засобом боротьби з бур'янами, шкідниками і хворобами сільськогосподарських культур [17, 23, 36].

Для досягнення цієї мети у посівному шарі ґрунту необхідно створити такі умови, які б сприяли ефективній транспірації накопиченої вологи. У зв'язку з цим поверхневий шар ґрунту необхідно підтримувати у найбільш структурному стані, що сприяє ефективній витраті вологи рослинами. По суті комплекс весняних і літніх агротехнічних заходів спрямований не тільки на очищення поля від бур'янів, але й на більш ефективне використання вологи, що підвищує коефіцієнт корисної дії атмосферної вологи за рахунок удосконалення технологічних заходів.

Тому, у зв'язку з кризовими явищами у вологозабезпеченні на перший план виходять ґрунтообробні знаряддя, які лише розпушують верхній шар ґрунту не порушуючи баланс корисних ґрунтових мікроорганізмів, підвищуючи вміст органічної речовини у верхньому шарі ґрунту та зберігаючи більше вологи в орному шарі ґрунту [12, 13, 18].

Мілкий обробіток ґрунту і глибоке рихлення мають більший ефект у порівнянні з оранкою у мінералізації поживних решток, біомаси перегною і сидератів, накопиченні, збереженні і використанні вологи. Річний вологонакопичувальний ефект його, порівняно з оранкою вищий на

30 – 50 мм, що особливо важливо під час посухи. Збільшенню умов поглинання води ґрунтом сприяє підвищення вмісту його органічної речовини за рахунок органічних добрив, сидератів, пожнивних решток. При цьому необхідно відзначити, що традиційний обробіток ґрунту, головним видом якого є оранка, впродовж багатьох десятиліть дозволяв забезпечувати людство продовольством, але одночасно створив безліч негараздів, пов'язаних із ерозією ґрунтів, погіршенням їх якості та висушуванням [18–20].

У природі існує свій біологічний «плуг»: неоране поле пронизане мільярдами капілярів, що залишаються після кореневої системи рослин, а також утворюються в результаті життєдіяльності дощових черв'яків та інших організмів. По цих капілярах земля насичується вологою. Перехід на мінімальний, обробіток крім збереження цієї структури залишає на поверхні пожнивні рештки, які захищають ґрунт від перегріву покращують водний режим в період посух, зменшують ерозію ґрунту.

Понад 100 років тому основоположник мілкового обробітку ґрунту. Овсинський зазначив, що однією із обов'язкових вимог при відмові від глибокої відвальної оранки є чергування культур з глибокою і мілкою кореневою системою, що забезпечує кращі умови для її розвитку рослин по каналах попередників, в той час, як при оранці ця структура руйнується [12].

Завданням сучасної системи обробітку ґрунту є інтенсифікація виробництва і одночасне збереження існуючих природних систем, максимальне накопичення і раціональне використання вологи, яка надходить в ґрунт. Плуг відходить на другий план, тоді як на перший – виходять знаряддя, які лише розпушують верхній шар ґрунту, що допомагає зберегти більше вологи у орному шарі, скоротити строки посіву і, що не менш важливо, економити енергоресурси.

Хороший урожай, попри природні катаклізми, мають ті господарства, які у хліборобських технологіях враховують кліматичні зміни на планеті. Замість глибокої оранки проводять глибоке рихлення або поверхневий обробіток, за якого коренева система рослин не витягується з ґрунту, покращується його вологозабезпеченість [12, 15].

Поверхневий обробіток зберігає вологу, тому він потрібен, в першу чергу, для накопичення та її збереження. Роками неораний ґрунт створює мережу із ходів коріння та дощових черв'яків, по яких волога надходить вниз і піднімається вгору. При такому обробітку відсутній горизонт ущільнення (плужна підшва), яка обов'язково утворюється при традиційній оранці і заважає проходженню вологи у ґрунті. Крім того, при мілкому обробітку ґрунту встановлюється баланс великих і малих пор, котрі зберігають повітря і вологу, створюючи умови для атмосферної іригації. Практично реалізується запропонована Іваном Овсинським ідея «сухого» землеробства з максимальним залученням в технології землеробства «ефекту підґрунтової роси». Глибока оранка знищує капілярність ґрунту і тим самим унеможливує використання атмосферної іригації.

Науково – обґрунтована система обробітку ґрунту складається з своєчасного проведення післязбирального лущення з визначенням глибини і строків проведення основного обробітку, передпосівної підготовки ґрунту тощо. При цьому повинні враховуватися не тільки властивості ґрунту, а й біологічні особливості вирощуваних культур в сівозміні [15, 16].

Надійним прийомом збереження і накопичення вологи в ґрунті служить своєчасне лущення стерні. Воно запобігає втраті води у глибших шарах ґрунту і сприяє кращому зволоженню верхнього шару, прискорює проростання бур'янів, які знищуються при наступному основному обробітку. Дані ряду науково-дослідних установ України показують, що застосування цього прийому в системі основного обробітку збільшує запаси вологи у метровому шарі ґрунту до 40 мм і майже в 2 рази зменшує засміченість поля [12].

Для кращого використання вологи велике значення мають прийоми весняної підготовки ґрунту – закриття вологи, одна–дві культивації з боронуванням і, при необхідності – з коткуванням. Своєчасне проведення цих операцій покращує зволоження посівного шару, забезпечує отримання дружних сходів і боротьбу з бур'янами. Ці прийоми слід застосовувати відповідно до біологічних особливостей культур і погодних умов [16].

На схилах нахилом до 2 градусів стік води і змиву ґрунту запобігають шляхом обробітку впоперек схилу, при крутизні до 5 градусів необхідно застосовувати лункування, а на більш крутих схилах – переривчасте борознування і створення протиерозійних валів. На сильноеродованих ґрунтах проводиться щількування з ґрунтопоглибленням до 40 см. Для запобігання поверхневого стоку дощових вод і більш ефективного використання літніх опадів посів просапних культур на схилових землях до 6 градусів не проводиться або проводиться впоперек схилу. При обробітку їх міжрядь культиватори комплектують підгортачами. При підгортанні рослин значно зменшуються стік води і

змив ґрунту, в рядках знищуються однорічні бур'яни. На схилах великої крутизни доцільно висівати тільки культури суцільного посіву [15, 30].

Важливим прийомом боротьби з ерозією і підвищенням продуктивності еродованих земель є застосування смугового розміщення культур впоперек схилу. Ширина смуг – 25–45 м (на великих схилах вужче, на менших – ширше). Зазвичай чергують культури суцільної сівби з просапними, багаторічними травами, зерновими. З метою підвищення продуктивності схилових пасовищ і лук слід проводити їх докорінне поліпшення методом щілювання, вирівнювання, а на ярах – залуження.

Кращим способом закріплення ерозійно-небезпечних ділянок служить посів і довгострокове використання багаторічних бобових трав як в чистому вигляді, так і в суміші зі злаковими травами. Багаторічні трави на таких ділянках надійно захищають ґрунт від водної ерозії [18–20, 24, 30, 31].

Системи удобрення. Кожна тонна внесеного в ґрунт гною за роки його дії в багатопільній сівозміні дає додатково до 1 ц в перерахунку на зерно, а кожен центнер мінеральних добрив в стандартних туках, при їх внесенні під основні польові культури (пшениця озима, кукурудза, ячмінь, просо) – в середньому до 1,5 ц зерна [37–39].

Важливою передумовою побудови у сівозмінах ефективних систем удобрення є реакція на них окремих сортів і гібридів культур при різному поєднанні туків, доз і співвідношень між елементами живлення (NPK). По-різному відгукується на них пшениця озима у залежності від попередників. Після парів вона більше реагує на фосфорні та фосфорно-калійні добрива і менше – на азотні. Після непарових попередників вплив азотних добрив зростає, особливо при комплексному внесенні їх з фосфорними і фосфорно-калійними. З впровадженням сортів інтенсивного типу ефективність добрив значно підвищується [24, 25].

Позитивна дія мінеральних добрив зазначеного складу і доз внесення в допосівний період під ярі зернові культури – ячмінь, овес і просо – в основному проявляється в такій же закономірності, як і під пшеницю озиму по непарових попередниках. Разом з тим, ці культури часто слабше відзиваються на фосфорне добриво при окремому його використанні, ніж при комплексному з азотним і калійним.

У всіх зонах України на чорноземах найбільші прибавки врожаю кукурудза забезпечує при повній рекомендованій нормі мінеральних добрив. Виняток становлять райони південних чорноземів, каштанових солонцюватих ґрунтів та солонців, де значення калійних добрив незначне [25].

Необхідно також враховувати, що різні гібриди кукурудзи відрізняються неоднаковою реакцією на добрива. У виробництві при сівбі, в першу чергу, слід використовувати кукурудзу тих високоурожайних районуваних гібридів, які при внесенні добрива забезпечують отримання більш високих врожаїв. Важлива особливість кукурудзи і в тому, що вона позитивно реагує на підвищені агрофони, створені систематичним внесенням гною і мінеральних добрив.

Соняшник найкраще відгукується на фосфорне добриво при окремому внесенні дозами 40–60 кг діючої речовини на 1 га, а горох найбільш високі прибавки дає при внесенні фосфорно-калійних добрив. За даними польових дослідів, внесення мінеральних добрив вказаних видів і доз в допосівний період забезпечує значне підвищення врожаїв: пшениці озимої по чорному пару на 5–9 ц, по зайнятих парах і непарових попередниках на 7–10, ячменю і проса на 7–10, кукурудзи на 4–6, гороху на 3–5 і соняшнику на 2–4 ц з 1 га.

Рекомендовані види та співвідношення мінеральних добрив під окремі польові культури в конкретних господарствах необхідно уточнювати, використовуючи дані дослідів агрохімічних лабораторій та агрохімічні картограми.

На строки застосування мінеральних добрив польові культури реагують по – різному. Пшениця озима дає приблизно однакові надбавки врожаю як при внесенні їх восени перед основним обробітком, так і перед культивацією. Кукурудза та соняшник дещо більше підвищують урожай при осінньому використанні перед оранкою, а ячмінь і просо – при внесенні перед посівною культивацією. Найбільші прибавки врожаю названі культури забезпечують при стрічковому внесенні добрив одночасно з передпосівною культивацією на глибину 8–12 см. Дослідження показали, що при цьому загальна витрата води на утворення одиниці врожаю зерна, в порівнянні з розкидним способом зменшувалась, наприклад, у пшениці озимої на 15 %.

Ефективним прийомом у посушливій зоні є внесення мінеральних добрив малими дозами локальним способом при посіві. За багаторічними даними, при цьому сумарна витрата ґрунтової вологи на створення одиниці врожаю зерна зменшується у озимої пшениці на 13 %, у ячменю – на 30 і у проса – на 24 %, а продуктивність культур збільшується. Ефективність добрив при рядковому внесенні особливо проявляється у несприятливі роки.

Внесення елементів живлення при сівбі в рядки, сприяє подальшому зростанню врожайності. Вид рядкового добрива для різних культур неоднаковий, більшість з них добре реагує на комплексне застосування фосфорного добрива з азотним.

Загальновідомо, що потужним фактором підвищення врожаїв є використання гною, при цьому рослини краще переносять посуху, більш раціонально використовують запаси ґрунтової вологи. У різних ґрунтово-кліматичних умовах ефективність напівперепрілого гною під пшеницю озиму неоднакова. У північних і центральних районах зони, помірна доза його (20 т на 1 га) підвищує урожай цієї культури на 4–6 ц, у південних районах – на 3–4 ц з 1 га. На кукурудзі позитивна дія напівперепрілого гною однакової дози проявляється в такому ж обсязі: середня прибавка урожаю зерна становить 3–5 ц з 1 га.

Добрива застосовують не тільки під основний обробіток ґрунту, в рядки при посіві, а й для підживлення. Цей прийом набув широкого використання при вирощуванні пшениці озимої. Підживлення пшениці проводиться, головним чином, азотними туками в дозі 30–45 кг N на 1 га, в першу чергу, на полях, де під основний обробіток ґрунту рекомендовані норми не вносились.

У південній посушливій зоні Степу України осіннє підживлення пшениці озимої азотними добривами за своєю ефективністю не поступається весняному, а в окремі роки значно його перевершує. При запізненні з проведенням весняного підживлення добрива потрапляють в сухий ґрунт і використовуються рослинами тільки після випадіння опадів.

Підживлення кукурудзи доцільно здійснювати, в першу чергу, на неудобренних площах. При цьому вносять азотні і фосфорні туки дозами по 20–40 кг діючої речовини на 1 га, обов'язково у вологий шар ґрунту. Цінним добривом для підживлення кукурудзи служать рідкі комплексні добрива (КАС).

Застосування гною і повного мінерального добрива забезпечує найбільш високу ефективність їх впливу на урожай кожної культури сівозміни і в цілому на її продуктивність [40–44].

Висновки

На завершення зазначимо, що сьогодні робочою моделлю в теорії і практиці землеробства є те, що за останні 150 років чорноземні ґрунти постійно деградують і втрачають родючість унаслідок масового застосування полицевих плугів. Багаторічні дослідження Інституту зернового господарства УААН показують, що глибока оранка, як і раніше, ефективно мобілізує потенціал родючості й забезпечує більш високий урожай (на 5–11 %) зернових культур, ніж способи мінімальної обробітки ґрунту. Але майбутнє відновленої землі важливіше.

Сучасне землеробство здебільшого далеке, на жаль, від тих класичних прийомів, які дають можливість накопичувати й раціонально використовувати вологу. Тому у процесі змін клімату і глобального потепління зростає значимість заходів, спрямованих на накопичення, збереження і раціональне використання вологи, оскільки практичний досвід свідчить, що навіть на родючих, достатньо окультурених і цілком благополучних із погляду екології ґрунтах, не завжди вдається отримувати очікуваний урожай саме через нестачу вологи.

Отже, в останні десятиліття все більш актуальними для землеробства стають проблеми, пов'язані зі зміною клімату. Для зменшення негативного впливу погодних катаклізмів на агробіоценози необхідно вживати системних заходів з метою адаптації аграрного виробництва до нових кліматичних умов.

References

1. Glukh, M. V., & Abbasova, K. M. (2022). Climate change as a problem of planetary nature: the Paris Climate Agreement – a global humanities initiative. *Scientific Papers of the Legislation Institute of the Verkhovna Rada of Ukraine*, 1, 21–28. doi: 10.32886/instzak.2022.01.03
2. Shevchenko, O., & Snizhko, S. (2019). Climate change and Ukrainian cities: manifestations and projections on 21st century based on rcp-scenarios. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geography*, 75, 11–18. doi: 10.17721/1728-2721.2019.75.2
3. Vozhegova, R. A., Netis, I. T., Onufran, L. I., Sakhatsky, G. I., & Sharata, N. H. (2021). Climate change and aridization of the Southern Steppe of Ukraine. *Agrarian Innovations*, 7, 16–20. doi: 10.32848/agrar.innov.2021.7.3
4. Mkrtchian, O. (2010). Global warming and its influence on the thermic regime of Western Ukraine. *Visnyk of the Lviv University. Series Geography*, 38, 206–213. doi: 10.30970/vgg.2010.38.2271
5. Tkachenko, V. S. (2021). “Planetarna systema” Zapovidnykh stepiv Ukrainy i yii zmishchennia pid vplyvom hlobalnoho poteplinnia. *Visti Biosferneho Zapovidnyka «Askaniia-Nova»*, 21, 13–17. doi: 10.53904/1682-2374/2019-21/1 [In Ukrainian].

6. Polovyi, A. M., Bozhko, L. Yu., Barsukova, O. A., & Tolmachova, A. V. (2021). Ahroekolohichna otsinka produktyvnosti zroshuvanykh tomativ v umovakh poteplinnia. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 141–148. doi: 10.31210/visnyk2021.01.17 [In Ukrainian].
7. Kovalenko, N. P. (2012). Rozvytok ta udoskonalennia sivozmin dlia umov nedostatnoho zvolozhennia Ukrainy. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 27–32. doi: 10.31210/visnyk2012.04.06 [In Ukrainian].
8. Vozhehova, R. A. (2020). Naukovo-praktychni aspekty stvorennia adaptovanykh do klimatychnykh zmin sortiv i hibrividiv silskohospodarskykh kultur ta tekhnolohii yikh vyroshchuvannia v umovakh zroshennia Pivdnia Ukrainy. *Scientific Developments Of Ukraine and eu in the Area of Natural Sciences*, 67–84. doi: 10.30525/978-9934-588-73-0/1.5 [In Ukrainian].
9. Bozhko, L. Yu. (2010). *Klimat i produktyvnist ovochevykh kultur v Ukraini : monohrafiia*. Odesa: Ekolohiia [In Ukrainian].
10. Stefanovska, T. R., & Pidlisniuk, V. V. (2010). Otsinka vrazlyvosti do zmin klimatusilskoho gospodarstva Ukrainy. *Ekolohichna Bezpeka*, 1, 62–66. [In Ukrainian].
11. Bale, J. S., Masters, G. J., Hodkinson, I. D., Awmack, C., Bezemer, T. M., Brown, V. K., Butterfield, J., Buse, A., Coulson, J. C., Farrar, J., Good, J. E. G., Harrington, R., Hartley, S., Jones, T. H., Lindroth, R. L., Press, M. C., Symrnioudis, I., Watt, A. D., & Whittaker, J. B. (2002). Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology*, 8 (1), 1–16. doi: 10.1046/j.1365-2486.2002.00451.x
12. Pysarenko, V. M., Pysarenko, P. V., Pysarenko, V. V., Horb, O. O., & Chaika, T. O. (2019). Formuvannia rodiuchosti gruntu v umovakh orhanichnogo zemlerobstva. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 85–91. doi: 10.31210/visnyk2019.03.11 [In Ukrainian].
13. Hudz, V. P., Prymak, I. D., & Budonnyi, Yu. V. (2010). *Zemlerobstvo: pidruchnyk*. Kyiv: TsUL [In Ukrainian].
14. Kaminskyi, V. F. Naukovi osnovy optymizatsii suchasnykh system zemlerobstva v umovakh zminy klimatu. Retrieved from: zemlerobstvo.com/?p=5163 [In Ukrainian]
15. Tarariko, O. T. (2000). Biolohizatsiia zemlerobstva yak faktor stanu rozvytku ahrosfery. In: M. K. Shykuly (Red.). *Gruntozakhysna biolohichna systema zemlerobstva v Ukraini*(p. 25–50). Kyiv: «Oranta» [In Ukrainian].
16. Pysarenko, V. M., Pysarenko, V. V., & Pysarenko, P. V. (2020). *Upravlinnia ahrotekhnolohiiamy za umov posukh (monohrafiia)*. Poltava [In Ukrainian].
17. Richmond, L. (2017). Pro No-till v Ukraini, nashi pomylyky ta perspektyvy. *Avstraliiski polovi uroky. Zerno*, 11 (140), 24–30. [In Ukrainian].
18. Antonec, S. S., Luk'yanenko, G. V., Pisarenko, V. N., & Pisarenko, P. V. (2015). Sovershenstvovanie sistem zashyty pochvy ot erozii v usloviyah organicheskogo zemledeliya. *Zerno*, 2 (107), 158–162. [In Russian]
19. Antonets, S. S., Antonets, A. S., & Pysarenko, V. M. (2010). *Orhanichne zemlerobstvo: z dosvidu PP «Ahroekolohiia» Shyshatskoho raionu Poltavskoi oblasti: praktychni rekomendatsii*. Poltava: RVV PDAA [In Ukrainian].
20. Pysarenko, P. V., & Chaika, T. O. (2015). Efektyvna sivozmina v orhanichnomu zemlerobstvi: sutnist, pravyla ta pryntsyipy. *Dim. Sad. Horod*, 6, 10–11. [In Ukrainian].
21. Samoilenko, I. (2015). *Normalizatsiia biocenoza: [biologizatsiia zemledeliya na primere «Agrofirmy «Kolos», Kievskaya obl.]*. *Zerno*, 12, 70–72. [In Russian].
22. Shykuly, M. K. (2000). *Gruntozakhysna biolohichna systema zemlerobstva v Ukraini: monohrafiia*. Kyiv [In Ukrainian].
23. *Rekomendatsii po borbe s zasuhoy v rajonah yuga Ukrainskoj SSR*. (Odobreno nauchnoj sessiej AN 159 SSSR. VASHNIL 31 yanvarya 3 fevralya 1973 g.). (1973). Moskva: «Kolos» [In Russian].
24. Dehodiuk, E. H., Vitvitska, O. I., & Dehodiuk, T. S. (2014). Suchasni pidkhody do optymizatsii min ralnoho zhyvlennia roslyn v orhanichnomu zemlerobstvi. *Zbirnyk Naukovykh Prats Natsionalnoho Naukovoho Tsentru "Instytut Zemlerobstva NAAN"*, 1–2, 33–39. [In Ukrainian].
25. Lykhochvor, V. V. (2008). Dobryvna alternatyva. *Zerno*, 3, 62–72. [In Ukrainian].
26. Rakhmetov, D. B., & Horobets, S. O. (2000). Alelopatychna rol alternatyvnykh syderalnykh kultur u funktsionuvanni ahrofitotsenoziv. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 10, 22–24. [In Ukrainian].
27. Manko, Yu. P., Tanchyk, S. P., & Prymak, I. D. (2015). Zmist suchasnykh system zemlerobstva v Ukraini ta propozytsii shchodo yikh klasyfikatsii. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 12, 17–21. [In Ukrainian].

28. Minimalnyi obrobitok gruntu. (2016). Retrieved from: http://www.ukraine.fibl.org/fileadmin/documents-ukraine/publications_presentations/Minimalnyi_obrobitok_gruntu_Minimal_tillage.pdf [In Ukrainian].
29. Kotykova, O. I., Pochapskyj, A. M., & Visternichan, S. O. (2019). An analytical review of the current state of development of the crop sector in the Mykolaiv region. *Modern Economics*, 15 (1), 114–121. doi: 10.31521/modecon.v15(2019)-16
30. Pashchetskyi, V. S. (2013). Minimizatsiia obrobitku hruntu v systemi ahroekolohichnoho zakhystu hruntiv. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomia*, 2, 74–81. [In Ukrainian].
31. Petrychenko, V. F., Bomba, M. Ya., Patyka, M. V., Perih, H.T., & Ivashchuk, P. V. (2011). Zemlerobstvo z osnovamy ekolohii, gruntoznavstva ta ahrokhimii: navch. posibn. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
32. Boiko, P. I., Kovalenko, N. P., & Opara, M. M. (2014). Efektyvni riznorotatsiini sivozminy u suchasnomu zemlerobstvi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 20–32. doi: 10.31210/visnyk2014.03.04 [In Ukrainian].
33. Boiko, P. I. (1994). Stan i perspektyvy doslidzen z vprovadzhennia sivozmin u silskohospodarske vyrobnytstvo. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 10, 43–51. [In Ukrainian].
34. Saiko, V. F., & Boiko, P. I. (Red.). (2002). *Sivozminy u zemlerobstvi Ukrainy*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
35. Pospielov, S. V., Levchenko, L. M., Chaika, T. O., Perepelytsia, A. A., Shandyba, V. O., & Popova, K. M. (2020). Produktivnist kultur u korotkorotatsiinykh sivozminakh zalezno vid obrobitku gruntu y udobrennia v umovakh Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 69–79. doi: 10.31210/visnyk2020.04.08 [In Ukrainian].
36. Rendi, L. A. (2016). Mozhno li obojty bez pochvoobrabotki i gerbicidov? *Zerno*, 2 (129), 72–82. [In Russian]
37. Baliuka, S. A., Medvedieva, V. V., & Noska, B. S. (Red.). (2018). *Adaptatsiia ahrotekhnolohii do zmin klimatu: hruntovo-ahrokhimichni aspekty*. Kharkiv [In Ukrainian].
38. Marchenko, O., & Dzhura, Yu. (2015). Reaktsiia roslyn kukurudzy na posushlyvi umovy. *Zerno*, 4 (109), 74–75. [In Ukrainian].
39. Zolotov, V. I. (2010). *Ustojchivost kukuruzy k zasuhe – osnovy biologii, ekologii ta sortovoi agrotehniki*. Dnepropetrovsk: «Novaya ideologiya» [In Russian].
40. Hospodarenko, H. M., Martyniuk, A. T., & Boiko, V. P. (2021). Produktivnist polovoii sivozminy u razi kaliidefitynoi systemy udobrennia. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 28–36. doi: 10.31210/visnyk2021.01.03 [In Ukrainian].
41. Tyshchenko, M. V., & Filonenko, S. V. (2019). Vplyv systemy udobrennia tsukrovkykh buriakiv na produktivnist korotkorotatsiinoi plodozminnoi sivozminy. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 11–17. doi: 10.31210/visnyk2019.03.01 [In Ukrainian].
42. Hrytsiuk, N. V., Dovbysh, L. L., Bakalova, A. V., & Puzniak, O. M. (2022). Zaburianenist korotkorotatsiinoi sivozminy zalezno vid systemy udobrennia na dernovo-pidzolystrykh gruntakh. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 77–83. doi: 10.31210/visnyk2022.01.09 [In Ukrainian].
43. Len, O. I., Totskyi, V. M., Hanhur, V. V., & Yeremko, L. S. (2021). Vplyv systemy udobrennia ta osnovnoho obrobitku gruntu na produktivnist hibrydiv kukurudzy. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 2, 52–58. doi: 10.31210/visnyk2021.02.06 [In Ukrainian].
44. Popov, S. I., Avramenko, S. V., & Nepochatov, M. I. (2012). Reaktsiia sortiv pshenytsi ozymoi na systemy udobrennia pislia poperednyka chornyi par zalezno vid roku vyroshchuvannia u skhidni chastyi Lisostepu Ukrainy. *Plant Breeding and Seed Production*, 0 (102), 162–168. doi: 10.30835/2413-7510.2012.59844 [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 19.06.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Писаренко В. М., Писаренко П. В., Піщаленко М. А., Мельничук В. В., Євстаф'єва В. О. Агротехнічні заходи по раціональному використанню вологи. *Вісник ПДАА*. 2022. № 3. С. 80–89.

© Писаренко Віктор Микотович, Писаренко Павло Вікторович, Піщаленко Марина Анатолівна, Мельничук Віталій Васильович, Євстаф'єва Валентина Олександрівна, 2022