

Клименко М. О., д.с.-г.н., професор, Колесник Т. М., к.с.-г.н., доцент, Налобіна О. О., д.т.н., професор, Ковальчук Н. С., к.с.-г.н., доцент, Голотюк М. В., к.т.н., доцент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, m.o.klimenko@nuwm.edu.ua; t.m.kolesnyk@nuwm.edu.ua; o.o.nalobina@nuwm.edu.ua; n.s.kovalchuk@nuwm.edu.ua; m.v.holotiuk@nuwm.edu.ua)

РОЗРОБКА ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ҐРУНТОВИМИ ФАКТОРАМИ РОДЮЧОСТІ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

У сучасному сільському господарстві підвищення продуктивності пшениці озимої є одним із ключових завдань аграрної науки та виробництва. Ефективне управління ґрунтовими факторами відіграє вирішальну роль у забезпеченні оптимальних умов для росту та розвитку цієї культури. Дослідження, проведене в рамках даної наукової роботи, спрямоване на розробку інтегрованої системи управління ґрунтовими параметрами, що дозволяє досягти високої врожайності пшениці озимої при мінімізації витрат ресурсів. У процесі дослідження проведено аналіз основних чинників, які впливають на продуктивність культури, зокрема рівня вологості ґрунту, забезпеченості макро- та мікроелементами, фізико-хімічних характеристик ґрунту та структури його часток. Визначено, що збереження оптимального водного режиму та контроль щільності ґрунту сприяють покращенню повітряно-водного балансу, що, своєю чергою, позитивно впливає на процеси коренеутворення та інтенсивність фотосинтезу. Розроблено математичні моделі, які дозволяють оцінити взаємозв'язок між основними параметрами ґрунту та врожайністю пшениці озимої. Зокрема, встановлено, що оптимальне співвідношення та надходження елементів живлення в системі удобрення (азот – 120 кг/га, фосфор – 80 кг/га, калій – 60 кг/га) забезпечує максимальну ефективність засвоєння поживних речовин та формування продуктивного стеблостою. Проведені розрахунки свідчать про значну залежність врожайності

від рівня ґрунтової вологості, яка повинна бути в межах 70–80% найменшої вологоємності у критичні фази розвитку рослин. Графічний аналіз отриманих залежностей підтвердив ефективність інтегрованого підходу до управління ґрунтовими факторами. Було встановлено, що при оптимальних агрохімічних показниках та структурі ґрунту врожайність пшениці озимої може бути підвищена на 15–20% порівняно з традиційними методами обробітку. Впровадження запропонованої системи сприяє покращенню екологічної стійкості агроландшафтів, зменшенню втрат поживних речовин та підвищенню ефективності використання добрив. Отримані результати доводять, що розроблена інтегрована система управління ґрунтовими факторами є ефективним інструментом для підвищення продуктивності пшениці озимої.

Ключові слова: пшениця озима; агротехнології; ґрунтові фактори; мінеральні добрива; врожайність; хімічні меліоранти; кислотність; елементи живлення; дерново-підзолистий супіщаний ґрунт.

Вступ. Сучасне сільське господарство стоїть перед значними викликами, пов'язаними зі зростаючими вимогами до продуктивності культур, деградацією ґрунтів, кліматичними змінами та необхідністю підвищення ефективності використання природних ресурсів. Одним із ключових аспектів стабільного розвитку аграрного сектору є збереження та покращення родючості ґрунтів, оскільки їхній фізико-хімічний стан безпосередньо впливає на ріст і розвиток сільськогосподарських культур, зокрема пшениці озимої.

Виснаження ґрунтів, зниження рівня органічної речовини, надмірне використання мінеральних добрив та недостатній контроль вологості призводять до значного зниження урожайності. Одним із сучасних підходів до вирішення цієї проблеми є впровадження інтегрованих систем управління ґрунтовими факторами, що передбачають моніторинг і регулювання вологості, структури, агрохімічного складу та мікробіологічної активності ґрунту. Використання таких систем забезпечує оптимальні умови для росту рослин, дозволяє зменшити витрати на добрива та підвищити стійкість рослин до несприятливих погодних умов [1; 2; 3; 4].

Останнім часом все більшого значення набувають цифрові технології та інтелектуальні системи в агровиробництві, зокрема

сенсорні мережі, автоматизовані системи зрошення, дистанційне зондування Землі, а також математичне моделювання процесів, що відбуваються у ґрунті. Впровадження цих технологій дозволяє ефективніше контролювати стан ґрунту, здійснювати адаптивне внесення добрив та оптимізувати водний баланс для забезпечення високої врожайності [5; 6; 7; 8].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У науковій літературі значна увага приділяється вивченню факторів, що впливають на продуктивність сільськогосподарських культур, зокрема пшениці озимої. Вітчизняні та зарубіжні дослідження свідчать про важливість інтегрованого підходу до управління ґрунтовими умовами, який включає контроль вологості, оптимізацію поживного режиму та покращення біологічної активності ґрунту.

Так, у працях українських вчених, зокрема Іванченка О. В. та Ковальчука С. П., розглядається роль органічних і мінеральних добрив у підтриманні високого рівня родючості чорноземів та підвищенні стійкості рослин до стресових факторів. Дослідження, проведені Західним науково-дослідним інститутом землеробства, підтверджують, що диференційоване внесення добрив сприяє більш ефективному засвоєнню макро- і мікроелементів рослинами, що позитивно позначається на врожайності [9; 10; 11].

Зарубіжні наукові публікації (Schmidt et al., 2021; Liu et al., 2020) наголошують на перевагах використання цифрових технологій у системах моніторингу стану ґрунту. Використання сенсорних мереж і супутникових даних дозволяє оперативно оцінювати рівень вологості та поживного балансу, що дозволяє своєчасно коригувати агротехнічні заходи.

Останні дослідження в області точного землеробства свідчать про ефективність автоматизованих систем управління зрошенням (Smith et al., 2022), які дозволяють значно зменшити витрати води, оптимізувати розподіл вологи в кореневій зоні та покращити показники росту й розвитку рослин. Дослідження, проведені в Німеччині (Müller et al., 2019), доводять, що застосування мультисенсорних технологій для аналізу ґрунту дозволяє не лише визначати його стан, але й прогнозувати зміни родючості залежно від кліматичних умов [12].

Таким чином, аналіз сучасних наукових досліджень підтверджує ефективність інтегрованих систем управління

ґрунтовими факторами, які поєднують агрохімічний аналіз, моніторинг вологості та цифрові технології для оптимізації умов вирощування пшениці озимої. Подальші дослідження в цьому напрямку спрямовані на вдосконалення моделей управління та розробку більш точних алгоритмів регулювання ґрунтових параметрів [13; 14].

Мета і завдання дослідження. Метою даного дослідження є аналіз і розробка інтегрованої системи управління ґрунтовими факторами родючості, яка поєднує дані агрохімічного моніторингу, вологості та мікробіологічної активності ґрунту для підвищення врожайності пшениці озимої. У роботі розглядається можливість адаптації точного землеробства до регіональних умов України, розробка алгоритмів оптимального управління ресурсами та оцінка їхньої ефективності. Дослідження спрямоване на розробку ефективної стратегії підтримки родючості ґрунтів, що базується на комплексному підході до їх управління, із застосуванням сучасних технологій та інноваційних рішень у сфері агровиробництва.

Виклад основного матеріалу. Ефективне управління ґрунтовими факторами є важливим аспектом підвищення продуктивності пшениці озимої. Оптимальні умови росту рослин залежать від комплексу фізичних, хімічних та біологічних параметрів ґрунту, таких як вологість, щільність, вміст поживних речовин, кислотність та активність мікробіоти. Інтегрована система управління (ІСУ) передбачає використання сучасних агротехнологій, системи моніторингу стану ґрунту та прогнозування змін за допомогою математичних моделей.

Для аналізу впливу ґрунтових факторів на врожайність пшениці озимої використовується багатofакторна регресійна модель:

$$Y = a_0 + a_1 \cdot X_1 + a_2 \cdot X_2 + a_3 \cdot X_3 + a_4 \cdot X_4 + \epsilon, \quad (1)$$

де Y – врожайність пшениці озимої, ц/га; X_1 – вологість ґрунту в фазі кушіння, %; X_2 – рівень забезпеченості азотом (N), мг/кг; X_3 – рівень забезпеченості фосфором (P_2O_5), мг/кг; X_4 – щільність ґрунту, г/см³; a_0, a_1, a_2, a_3, a_4 – коефіцієнти регресії, визначені емпірично; ϵ – випадкова похибка.

Дана модель дозволяє оцінити взаємозв'язок між параметрами ґрунту та врожайністю, а також прогнозувати ефективність застосування агротехнічних заходів. Графічна залежність (рис. 1) демонструє вплив основних ґрунтових параметрів, які визначають ріст та розвиток рослин. На осі абсцис відображені різні фактори, зокрема вологість ґрунту, вміст азоту, фосфору та рівень його ущільнення, а на осі ординат – рівень їхньої оптимальності у відсотковому співвідношенні.

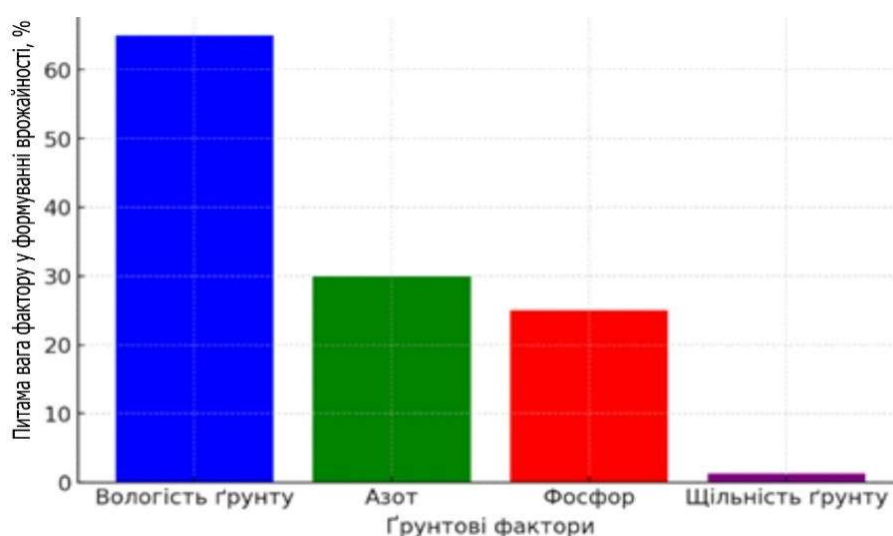


Рис. 1. Вплив ґрунтових факторів на врожайність пшениці озимої

Вологість ґрунту представлена на рівні 65%, що відповідає оптимальному значенню для розвитку кореневої системи та ефективного засвоєння поживних речовин. Недостатня вологість призводить до зниження інтенсивності фотосинтезу, тоді як надмірна – до ризику анаеробних процесів у ґрунті.

Вміст азоту у ґрунті знаходиться на рівні 30 кг/га, що забезпечує інтенсивний розвиток вегетативної маси. Водночас недостатня кількість азоту може спричиняти уповільнення росту, а його надлишок – зниження стійкості до хвороб.

Фосфорний режим ґрунту характеризується рівнем 25 кг/га, що є необхідним для формування міцної кореневої системи. Відомо, що дефіцит фосфору знижує кущистість рослин та затримує їх розвиток.

Щільність ґрунту має оптимальне значення 1,3 г/см³, що сприяє гарному аераційному режиму та водопроникності. Занадто щільний

ґрунт перешкоджає розвитку кореневої системи, що негативно впливає на врожайність.

Загальний аналіз графічних залежностей дозволяє зробити висновок, що комплексне регулювання рівня вологості, азоту, фосфору та щільності ґрунту є важливою умовою досягнення високої продуктивності пшениці озимої.

Зволоження ґрунту є критично важливим параметром, що впливає на ріст пшениці озимої. Оптимальне управління водним режимом передбачає врахування випаровування, капілярного підняття та інфільтрації. Водний баланс можна виразити рівнянням:

$$W_t = W_{t-1} + P - E - R - I, \quad (2)$$

де W_t – вологість ґрунту на момент t , мм; W_{t-1} – вологість ґрунту на попередньому етапі, мм; P – кількість опадів, мм; E – втрати на випаровування, мм; R – стік води, мм; I – інфільтрація у нижчі горизонти, мм.

Модель дозволяє прогнозувати водний баланс ґрунту, що є важливим для визначення часу та обсягів поливу. Графічна залежність (рис. 2) демонструє динаміку водного балансу ґрунту, включаючи рівень опадів, випаровування, стоку та інфільтрації.

Опади становлять 50 мм, що є основним джерелом поповнення ґрунтової вологи. Вони нерівномірно розподіляються протягом року, що вимагає додаткових заходів щодо накопичення та утримання вологи.

Випаровування досягає рівня 20 мм, що є одним із основних факторів втрати вологи. Надмірне випаровування може призвести до пересихання верхнього шару ґрунту, що особливо небезпечно у періоди тривалої посухи.

Стік ґрунтової вологи має значення 10 мм, що демонструє рівень втрат води через поверхневий стік. Оптимізація структури ґрунту та впровадження системи контурного обробітку дозволяють знизити ці втрати.

Інфільтрація становить 15 мм, що відображає здатність ґрунту утримувати вологу у кореневмісному шарі. Покращення структурного стану ґрунту сприяє підвищенню рівня інфільтрації та рівномірному розподілу вологи в ґрунтовому профілі.

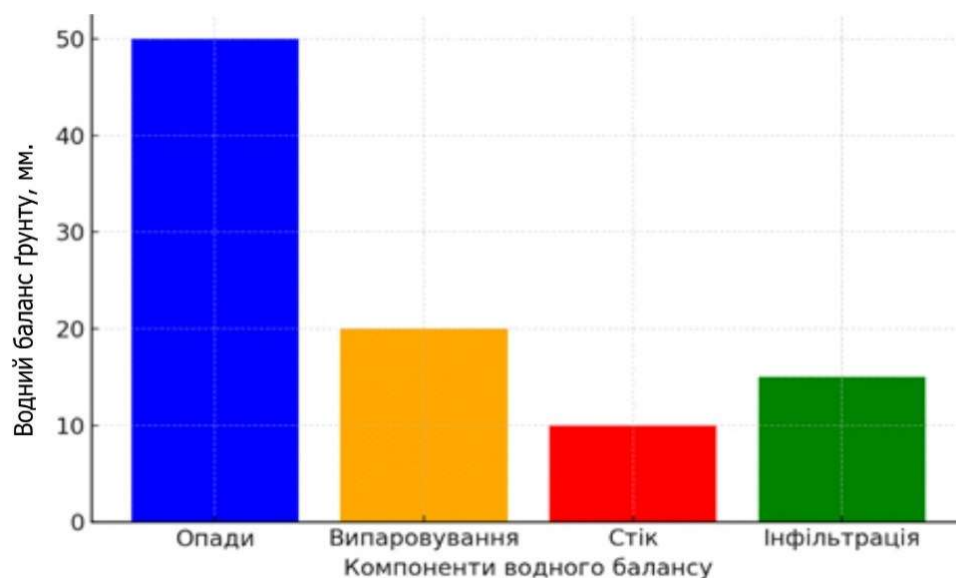


Рис. 2. Оптимальний водний баланс ґрунту

Таким чином, аналіз водного балансу вказує на необхідність зменшення випаровування та стоку для покращення водного режиму ґрунту, що позитивно впливатиме на врожайність пшениці озимої.

Внесення добрив має бути оптимізованим з урахуванням потреб пшениці та поточного стану ґрунту. Оптимізація здійснюється за допомогою функції прибутку:

$$\max F(N, P, K) = p_Y \cdot Y - p_N \cdot N - p_P \cdot P - p_K \cdot K, \quad (3)$$

де $F(N, P, K)$ – прибуток від внесення добрив, грн/га; p_Y – ціна за 1 ц пшениці, грн; p_N , p_P , p_K – вартість азотних, фосфорних та калійних добрив відповідно, грн/кг; N , P , K – норми внесення добрив, кг/га.

Для визначення оптимальних норм використовується метод Лагранжа:

$$L = p_Y \cdot Y - p_N \cdot N - p_P \cdot P - p_K \cdot K + \lambda(N, P, K) - Y_{\text{опт}}, \quad (4)$$

де λ – множник Лагранжа, що забезпечує рівновагу між витратами та врожайністю.

Графічна залежність (рис. 3) демонструє оптимальні рівні внесення азоту, фосфору та калію для забезпечення максимального рівня врожайності пшениці озимої.

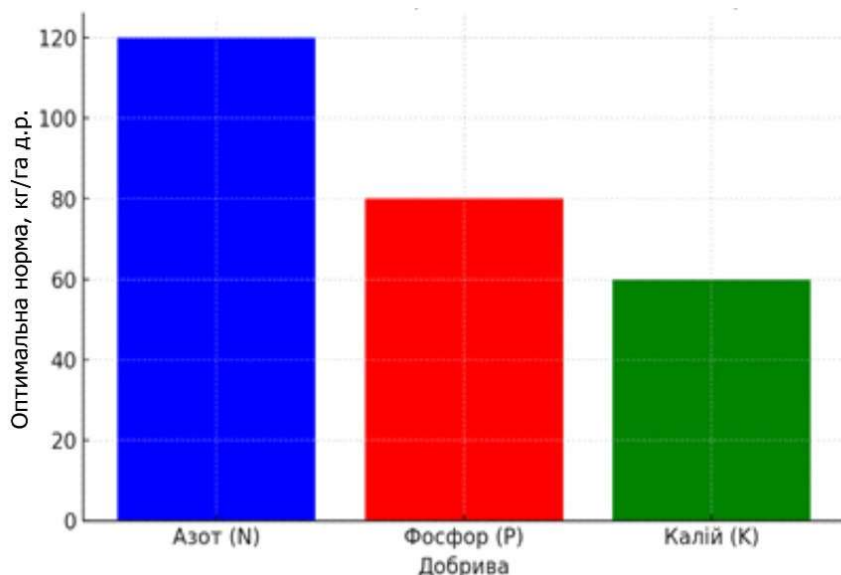


Рис. 3. Оптимальне внесення добрив для підвищення врожайності

Рекомендоване внесення азоту становить 120 кг/га, що дозволяє досягти максимального рівня росту та розвитку рослин. Відомо, що дефіцит азоту призводить до уповільнення фотосинтезу, а його надлишок може викликати надмірне накопичення нітратів у зерні.

Фосфор рекомендовано вносити в обсязі 80 кг/га, що сприяє формуванню потужної кореневої системи та підвищенню стійкості рослин до несприятливих погодних умов.

Калійне живлення має становити 60 кг/га, оскільки цей елемент відіграє ключову роль у регулюванні водного обміну та підвищенні стійкості до посухи, збільшення морозостійкості, що дуже важливо для озимих культур.

З аналізу графіка випливає, що дотримання рекомендованих норм внесення мінеральних добрив дозволяє не лише підвищити врожайність, а й покращити якість зерна та стійкість рослин до негативних факторів середовища.

Висновки: 1. У ході проведеного дослідження розроблено інтегровану систему управління ґрунтовими факторами продуктивності пшениці озимої на основі математичних моделей

оптимізації таких ключових ґрунтових чинників родючості: водний баланс території вирощування, рівень надходження елементів живлення із добривами.

2. Розроблена система передбачає комплексний підхід до управління агрохімічними параметрами ґрунту через оптимізацію мінерального живлення на основі математичних моделей дозволяють прогнозувати вплив ключових факторів, таких як рівень зволоження ґрунту, вміст доступних форм азоту та фосфору і щільності ґрунту на ріст і розвиток пшениці озимої, у формуванні якої дані фактори мають питому вагу: вологість ґрунту – 67%, запаси доступного азоту – 30%, рухомих форм фосфору – 26%, щільність ґрунту – 28%.

3. На основі математичної моделі встановлено оптимальні рівні надходження елементів живлення із мінеральними добривами на дерново-підзолистих ґрунтах під пшеницю озиму: N – 120 кг/га, P – 80 кг/га, K – 60 кг/га, які сприятимуть максимальному використанню потенціалу культури та підвищенню її стійкості до стресових умов.

4. Таким чином, результати дослідження свідчать про те, що інтегрований підхід до управління ґрунтовими факторами є ефективним засобом підвищення врожайності пшениці озимої. Впровадження запропонованої системи дозволить оптимізувати використання агротехнологій, зменшити ризики зниження продуктивності через несприятливі умови та забезпечити стабільне виробництво зерна високої якості. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вдосконалення моделей прогнозування та розширення технологічних рішень для різних типів ґрунтів і кліматичних зон.

1. Шевчук М. Й., Ковальчук Н. С., Колесник Т. М., Клименко М. О. Агроекологічна ефективність застосування ферментованого органічного добрива на дерново-слабопідзолистому ґрунті : монографія. Рівне : НУВГП, 2017. 183 с. 2. Мазуркевич Л. І. Вплив тривалого застосування добрив на вміст поживних елементів у ґрунті, врожайність пшениці ярої та якість зерна. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер. Агрономія*. 2014. Вип. 195(1). С. 78–84. 3. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Полісся і західному регіоні України / Зубець М. В. та ін. Київ : Аграрна наука, 2010. 944 с. 4. Мазур Г. А. Відтворення і регулювання родючості легких ґрунтів : монографія. К. : Аграрна наука, 2008. 308 с. 5. Гамаюнова В. В., Панфілова А. В.,

Кувшинова А. О., Касаткіна Т. О., Бакланова Т. В., Нагірний В. В. Збільшення зерновиробництва в зоні Степу України за рахунок вирощування ячменю та оптимізації його живлення. *Наукові горизонти. Scientific horizons*. Житомир, 2020. № 2(87). С. 15–23. **6.** Господаренко Г. М., Любич В. В., Калантир В. В. Удобрення пшениці твердої озимої. *Topical issues of modern science and education : The XI International Science Conference, March 11–13, 2021, Tallin, Estonia*. Р. 12–15. **7.** Гамаюнова В. В., Литовченко А. О. Реакція сортів пшениці озимої на фактори та умови вирощування в зоні Степу України. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Сер. Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання*. 2017. № 1. С. 43–52. **8.** Польовий В. М., Яценко Л. А., Ровна Г. Ф., Колесник Т. М. Еколого-економічні аспекти вирощування сільськогосподарських культур на дерново-підзолистому ґрунті Західного Полісся. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 1. С. 91–98. **9.** Гаврилюк В. П., Ковальчук О. М. Оптимізація параметрів обробітку ґрунту в агротехнологіях вирощування пшениці озимої. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 3. С. 15–22. **10.** Завадський Ю. С., Смірнов І. В. Вплив сівозмін та удобрення на родючість ґрунтів і продуктивність зернових культур. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2020. Т. 89, № 2. С. 45–56. **11.** Ковтун О. Л., Бойко Н. М. Інтегроване управління водним режимом ґрунтів у технологіях вирощування зернових. *Землеробство*. 2019. № 4. С. 23–29. **12.** Smith J., Brown T. Soil fertility management for sustainable wheat production. *International Journal of Agricultural Research*. 2022. Vol. 115, Issue 3. Р. 311–325. **13.** Литвиненко В. С., Дорошенко А. П. Використання сучасних систем моніторингу стану ґрунтів у технологіях точного землеробства. *Технології агропромислового комплексу*. 2021. № 6. С. 78–86. **14.** FAO. Climate-Smart Agriculture and Soil Management for Wheat / FAO, Rome, Italy. 2020. 150 p.

REFERENCES:

1. Shevchuk M. Y., Kovalchuk N. S., Kolesnyk T. M., Klymenko M. O. Ahroekolohichna efektyvnist zastosuvannya fermentovanoho orhanichnoho dobryva na dernovo-slabopidzolystomu grunti : monohrafiia. Rivne : NUVHP, 2017. 183 s. **2.** Mazurkevych L. I. Vplyv tryvaloho zastosuvannya dobryv na vmist pozhyvnykh elementiv u hrunti, vrozhaunist pshenytsi yaroї ta yakist zerna. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy. Ser. Ahronomiia*. 2014. Vyp. 195(1). S. 78–84. **3.** Naukovi osnovy ahropromyslovoho vyrobnytstva v zoni Polissia i zakhidnomu rehioni Ukrainy / Zubets M. V. ta in. Kyiv : Ahrarna nauka, 2010. 944 s. **4.** Mazur H. A. Vidtvorennia i rehuliuвання rodichosti lehkykh gruntiv : monohrafiia. K. : Ahrarna nauka, 2008. 308 s. **5.** Hamaiunova V. V., Panfilova A. V., Kuvshynova A. O., Kasatkina T. O., Baklanova T. V., Nahirnyi V. V. Zbilshennia

zernovyrobnytstva v zoni Stepu Ukrainy za rakhunok vyroshchuvannia yachmeniu ta optymizatsii yoho zhyvlennia. *Naukovi horyzonty. Scientific horizons*. Zhytomyr, 2020. No 2(87). S. 15–23. **6.** Hospodarenko H. M., Liubych V. V., Kalantyr V. V. Udobrennia pshenytsi tverdoi ozymoi. *Topical issues of modern science and education* : The XI International Science Conference, March 11–13, 2021, Tallin, Estonia. P. 12–15. **7.** Hamaiunova V. V., Lytovchenko A. O. Reaktsiia sortiv pshenytsi ozymoi na faktory ta umovy vyroshchuvannia v zoni Stepu Ukrainy. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu imeni V. V. Dokuchaieva. Ser. Roslynnytstvo, selektsiia i nasynnytstvo, plodoovochivnytstvo i zberihannia*. 2017. No 1. S. 43–52. **8.** Polovyi V. M., Yashchenko L. A., Rovna H. F., Kolesnyk T. M. Ekoloho-ekonomichni aspekty vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur na dernovo-pidzolystomu grunti Zakhidnoho Polissia. *Ahroekolohichniy zhurnal*. 2022. № 1. S. 91–98. **9.** Havryliuk V. P., Kovalchuk O. M. Optymizatsiia parametriv obrobitku gruntu v ahrotekhnolohiiakh vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2021. № 3. S. 15–22. **10.** Zavadskyi Yu. S., Smirnov I. V. Vplyv sivozmin ta udobrennia na rodiuchist gruntiv i produktyvnist zernovykh kultur. *Ahrokhimiia i gruntoznavstvo*. 2020. T. 89, № 2. S. 45–56. **11.** Kovtun O. L., Boiko N. M. Intehrovane upravlinnia vodnym rezhymom gruntiv u tekhnolohiiakh vyroshchuvannia zernovykh. *Zemlerobstvo*. 2019. № 4. S. 23–29. **12.** Smith J., Brown T. Soil fertility management for sustainable wheat production. *International Journal of Agricultural Research*. 2022. Vol. 115, Issue 3. P. 311–325. **13.** Lytvynenko V. S., Doroshenko A. P. Vykorystannia suchasnykh system monitorynhu stanu gruntiv u tekhnolohiiakh tochnoho zemlerobstva. *Tekhnolohii ahropromyslovoho kompleksu*. 2021. № 6. S. 78–86. **14.** FAO. Climate-Smart Agriculture and Soil Management for Wheat / FAO, Rome, Italy. 2020. 150 p.

Klymenko M. O., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Kolesnyk T. M., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Nalobina O. O., Doctor of Agricultural Sciences, Kovalchuk N. S., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Holotiuk M. V., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

INFLUENCE OF ORGANIC AND MINERAL FERTILIZERS ON SOIL FERTILITY AND YIELD OF AGRICULTURAL CROPS

In modern agriculture, increasing the productivity of winter wheat is one of the key tasks of agricultural science and production.

Effective management of soil factors plays a crucial role in providing optimal conditions for the growth and development of this culture. The research carried out within the framework of this scientific work is aimed at the development of an integrated system for managing soil parameters, which allows to achieve a high yield of winter wheat while minimizing resource costs. In the course of the research, an analysis of the main factors affecting crop productivity was carried out, in particular, the level of soil moisture, availability of macro- and microelements, physico-chemical characteristics of the soil and the structure of its particles. It was determined that the preservation of the optimal water regime and the control of soil density contribute to the improvement of the air-water balance, which, in turn, has a positive effect on the processes of root formation and the intensity of photosynthesis. Mathematical models have been developed that allow us to assess the relationship between the main parameters of the soil and the yield of winter wheat. In particular, it was established that the optimal ratio of nutrients (nitrogen – 120 kg/ha, phosphorus – 80 kg/ha, potassium – 60 kg/ha) ensures the maximum efficiency of assimilation of nutrients and the formation of productive stems. The conducted calculations indicate a significant dependence of yield on the level of soil moisture, which should be within 70–80% of the lowest moisture content during the critical phases of plant development. Graphical analysis of the obtained dependencies confirmed the effectiveness of the integrated approach to the management of soil factors. It was established that with optimal agrochemical indicators and soil structure, the yield of winter wheat can be increased by 15–20% compared to traditional cultivation methods. The implementation of the proposed system contributes to the improvement of ecological sustainability of agro-landscapes, the reduction of nutrient losses, and the improvement of the efficiency of the use of fertilizers. The obtained results prove that the developed integrated system of managing soil factors is an effective tool for increasing the productivity of winter wheat.

***Keywords:* winter wheat; agricultural technologies; soil factors; mineral fertilizers; productivity; chemical meliorants; acidity; nutrients; sod-podzolic sandy soil.**