

ОПТИМІЗАЦІЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ПІСЛЯ РІЗНИХ ПОПЕРЕДНИКІВ У ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ

І. О. Кулик

Інститут сільського господарства степової зони НААН України

Вперше в північному Степу України встановлені закономірності росту, розвитку, формування продуктивного стеблостою, врожайності та якості зерна ячменю ярого продовольчого напрямку використання. З'ясована реакція рослин на способи і дози застосування макро- та мікродобрив за вирощування після різних попередників. Наведені оптимальні параметри елементів технології вирощування, за яких можливо найбільш повно реалізувати генетичний потенціал урожайності і тим самим забезпечити отримання високоякісного зерна цільового призначення. Визначено економічну ефективність удосконалених елементів технології вирощування ячменю ярого в північному Степу.

Ключові слова: ячмінь ярий, мінеральні добрива, попередники, мікродобриво, урожайність, зерно, якість, економічна ефективність.

Значна частина посівів ячменю ярого зосереджена у степовому регіоні, який характеризується недостатнім зволоженням та високим температурним режимом протягом вегетації рослин, що часто призводить до суттєвого зниження врожаю зерна та його якості. Серед факторів, які визначають рівень зернової продуктивності ячменю ярого важливе місце посідає оптимальне забезпечення рослин елементами мінерального живлення та вибір кращого попередника. Це потребує постійного комплексного вивчення їх сумісної дії, а також впливу кожного фактора окремо на урожайність, якість зерна та підвищення стабільності цих показників в умовах північного Степу.

Дослідження проводили на Ерастівській дослідній станції Інституту сільського господарства степової зони впродовж 2011–2013 рр.

Клімат регіону – помірно континентальний з недостатнім зволоженням. За багаторічними даними Комісарівської метеостанції середньорічна кількість опадів становить 420 мм, у тому числі за період вегетації ячменю ярого – 210 мм, середня температура повітря за період вегетації дорівнює 15 °С. Гідротермічний коефіцієнт 0,7.

Грунтовий покрив місця проведення дослідів представлений чорноземом звичайним малогумусним важкосуглинковим. Вміст гумусу в орному шарі становить 4,3–4,5%. Валовий вміст основних поживних речовин: N – 0,23–0,26 %, P₂O₅ – 0,11–0,16 %, K₂O – 1,8–2,0 %. Реакція ґрунтового розчину гумусового горизонту чорнозему близька до нейтральної (рН водної суспензії 6,5–7,0).

В дослідженнях застосовували як загальновідомі наукові методи (експерименту, аналізу, синтезу, гіпотез, моделювання), так і спеціальні – польовий, лабораторний, порівняльний, розрахунковий та математично-статистичний [1, 2].

Погодні умови 2011–2013 рр. досліджень характеризувалися суттєвим варіюванням гідротермічних показників, які відрізнялись від середніх багаторічних даних, тому вдалося встановити реакцію ячменю ярого на усі прояви погодних умов в зоні північного Степу.

У досліді з вивчення впливу мінеральних добрив, мікродобрив і попередників на підвищення врожайності та поліпшення якості зерна вівса і ячменю ярого передбачалось встановлення впливу різних способів, строків та доз використання мінеральних добрив (нітроамофоска, аміачна селітра) і мікродобрива (реаком-СР-зерно) на ріст, розвиток та формування продуктивності рослинами ячменю ярого (сорт Галактик) після різних попередників. Дослід включав варіанти з обробкою насіння мікродобривом реаком-СР-зерно та без обробки. Були передбачені варіанти: без добрив (контроль), N₂₀P₂₀K₂₀ і N₄₀P₄₀K₄₀ (основне внесення), N₃₀ (підживлення у фазі кушіння), реаком-СР-зерно (обприскування рослин наприкінці фази кушіння), а також з використанням їхніх комбінацій.

Досліди розміщували в ланці шестипільної зерно-просапної сівозміни. Технологія вирощування, крім питань поставлених на вивчення, загальноприйнята для зони.

Розміщення варіантів у польових дослідках систематичне, повторність триразова. Посівна площа ділянок 80 м², облікова – 65 м². Насіння ячменю висівали сівалкою СН-16. Врожай збирали комбайном «Sampro 500».

Інтенсивність росту та розвитку рослин зернових культур, а відповідно і урожайність визначаються багатьма факторами, серед яких велике значення має польова схожість насіння [3, 4]. Слід відмітити, що польова схожість насіння ячменю ярого в середньому за 2011–2013 рр. була на рівні 86–93 % і різнилась залежно від попередника та обробки насіння мікродобривом. Зокрема, найвищі її показники були після попередника пшениця озима – 90,0–92,7 %, а найнижчі – після соняшнику – 85,8–87,7 %.

Аналіз результатів біометричного вимірювання дав можливість виявити, що параметри, які характеризують загальний розвиток рослин, змінюються в досить широких межах залежно від доз та строків внесення мінеральних добрив (рис. 1).

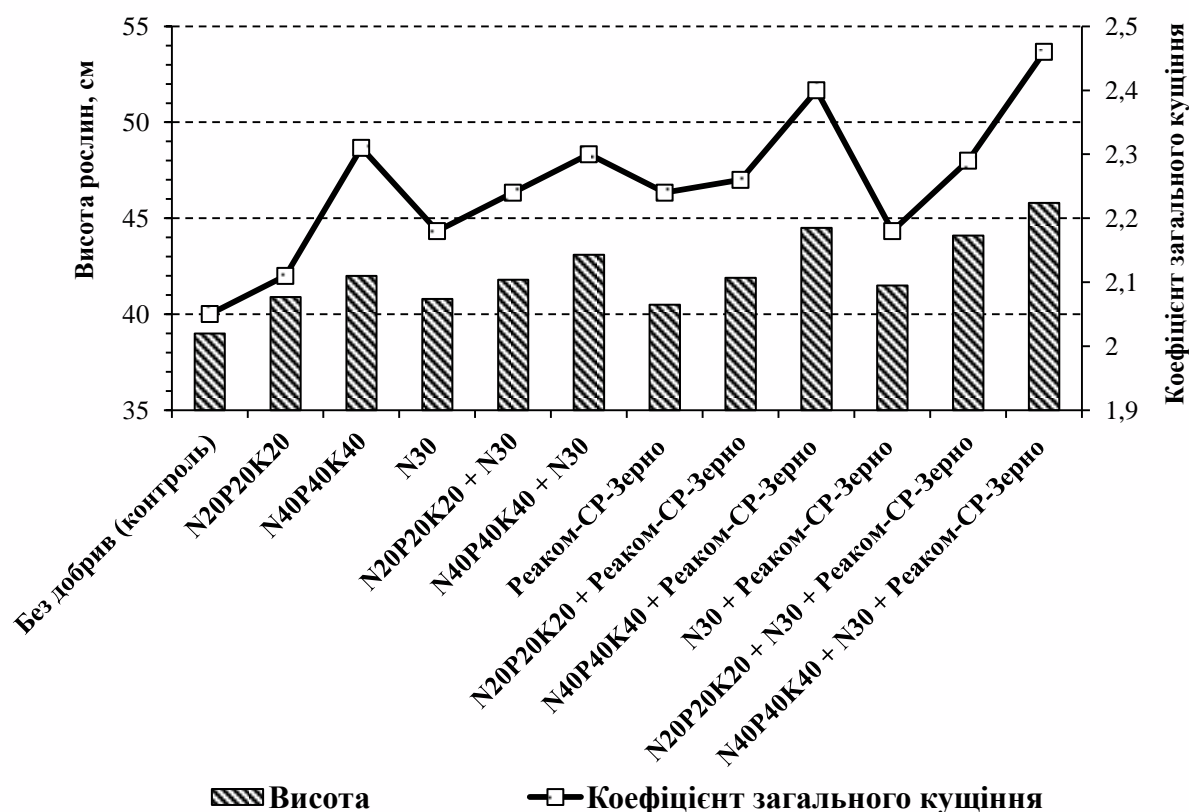


Рис. 1. Біометричні показники рослин ячменю ярого у фазі виходу в трубку при вирощуванні після пшениці озимої (2011–2013 рр.).

Відмічено, що поєднання азотного підживлення з використанням мікродобрив позитивно впливає на формування біометричних показників рослин ячменю ярого вже у фазі виходу в трубку. Так, найбільший приріст рослин ячменю ярого у висоту (9,6 см) відносно контролю був у варіанті N₄₀P₄₀K₄₀ + N₃₀ (підживлення) + реаком-СР-зерно (обробка насіння та обприскування рослин). Коефіцієнт загального кушіння рослин при цьому був вищим на 13–47 % порівняно з варіантами без застосування добрив.

Максимальна площа листової поверхні 1 рослини ячменю ярого формувалася у фазі виходу в трубку і становила 37,0–66,2 см², залежно від особливостей мінерального живлення та попередника. Вирощування ячменю ярого після пшениці озимої збільшувало даний показник на 6–9 см² порівняно з іншими попередниками. Найбільші показники фотосинтетичного потенціалу у рослин ячменю ярого (321–413 тис. м²/добу/га) були у період виходу в трубку – колосіння. Величина асиміляційної поверхні та фотосинтетичний потенціал (ФП) посівів ячменю ярого характеризувався найвищими значеннями у варіанті N₄₀P₄₀K₄₀ + N₃₀

(підживлення) + реаком-СР-зерно (обробка насіння та обприскування рослин). Встановлено, що вирощування ячменю ярого після пшениці озимої підвищує величину ФП порівняно з іншими попередниками (кукурудза МВС, соняшник) у середньому на 40,7–102,2 %.

Урожайність зернових культур залежить від рівня прояву елементів структури, які значно варіюють під впливом агротехнічних факторів. Досить важливу роль у формуванні урожаю відіграє коефіцієнт продуктивного кушіння, а також продуктивність колосу (рис. 2).

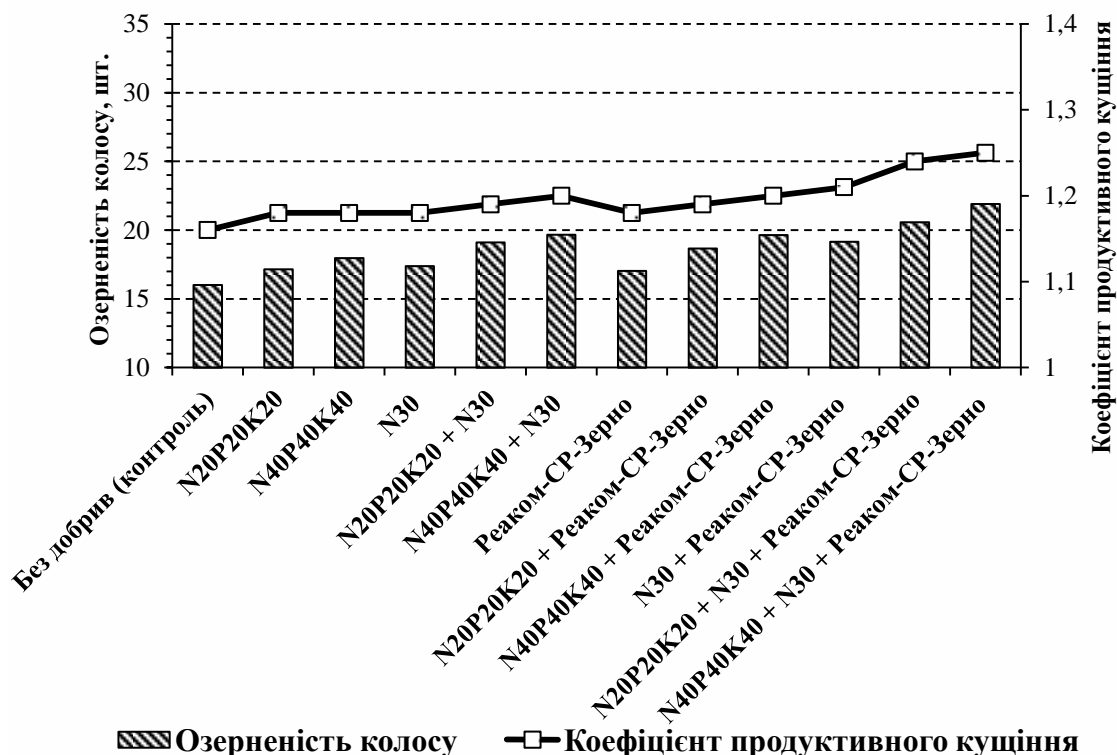


Рис. 2. Вплив мінерального живлення на елементи структури врожаю рослин ячменю ярого при вирощуванні після пшениці озимої (2011–2013 рр.).

У наших дослідках оптимізація мінерального живлення ячменю ярого сприяла збільшенню продуктивного стеблостою у середньому на 1,7–9,6 %. Найбільш високі значення цього показника були у варіанті N₄₀P₄₀K₄₀ + N₃₀ (підживлення) + (обробка насіння реаком-СР-зерно та обприскування рослин) – 1,25. У варіанті N₂₀P₂₀K₂₀ + N₃₀ (підживлення) + реаком-СР-зерно (обробка насіння та обприскування рослин) коефіцієнт продуктивного кушіння був також високий – 1,24.

У цих варіантах відмічалися найвищі показники озерненості колосу (20–22 шт.) та маси 1000 зерен (47–48 г). У результаті оптимізації мінерального живлення рослин озерненість колосу зростала на 30–32 % порівняно з контролем. У середньому за роки досліджень маса 1000 зерен ячменю ярого найменшою була на неудобреному фоні. При застосуванні N₂₀P₂₀K₂₀ + N₃₀ (підживлення) + реаком-СР-зерно (обробка насіння і обприскування рослин) та N₄₀P₄₀K₄₀ + N₃₀ (підживлення) + реаком-СР-зерно (обробка насіння і обприскування рослин) маса 1000 зерен зростала на 2,68 та 3,17 г, або 6,0 та 7,1 %.

Найвищих показників врожайності сільськогосподарської культури досягають за оптимального співвідношення основних структурних елементів, формування яких великою мірою залежить від попередника. При вирощуванні після пшениці озимої рослини ячменю ярого формували більшу кількість продуктивних стебел, ніж після кукурудзи МВС – на 5,0 %, а після соняшнику – на 6,8 %. Найменша кількість зерен з колосу (12,3–17,1 шт.) сформувалася у варіантах з попередником соняшник. Найвища озерненість колосу (15,95–21,91 шт.) була у варіантах після попередника пшениця озима, що на 29,2–33,5 % більше, ніж після

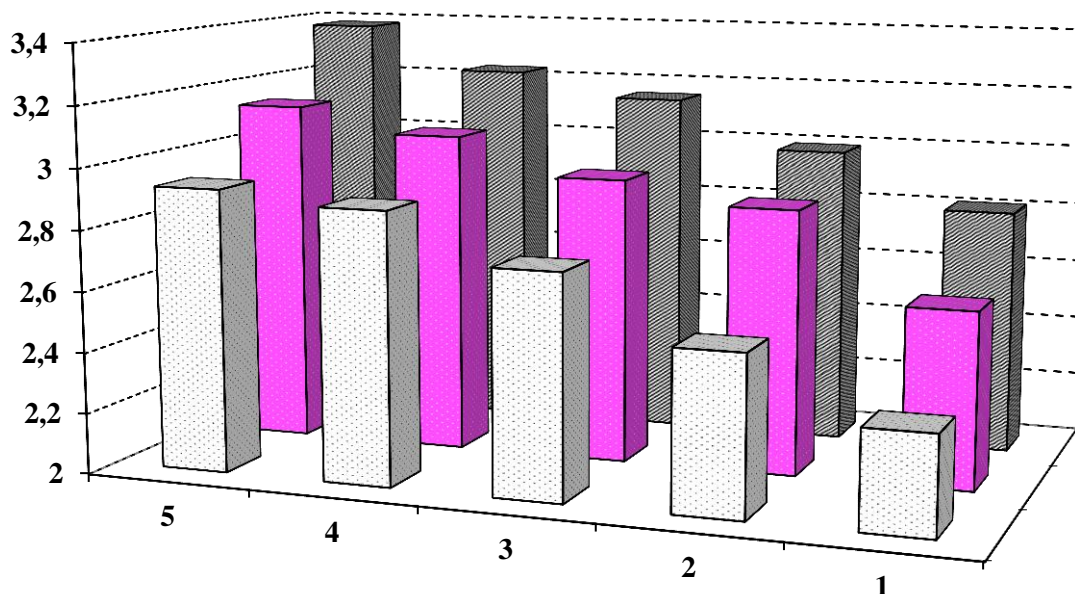
соняшнику та на 23,2–27,4 % – ніж після кукурудзи МВС.

При визначенні маси 1000 зерен ячменю встановлено, що найбільшим (48,15 г) цей показник був у посівах, попередником яких була пшениця озима, що на 4,2 % більше, ніж після кукурудзи МВС та на 2,0 % – проти соняшнику.

Рівень врожайності культури є основним критерієм оцінки ефективності застосування будь-якого елемента технології вирощування (табл. 1).

1. Урожайність ячменю ярого залежно від системи мінерального живлення при вирощуванні після пшениці озимої, т/га (2011–2013 рр.)

| Варіанти | Роки | | | |
|---|------|------|------|---------|
| | 2011 | 2012 | 2013 | середнє |
| Без добрив (контроль) | 2,56 | 2,85 | 3,01 | 2,81 |
| N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ | 2,73 | 3,08 | 3,17 | 2,99 |
| N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ | 2,85 | 3,19 | 3,31 | 3,11 |
| N ₃₀ (підживлення) | 2,89 | 2,99 | 3,13 | 3,00 |
| N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ + N ₃₀ (підживлення) | 3,07 | 3,13 | 3,24 | 3,15 |
| N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ + N ₃₀ (підживлення) | 3,27 | 3,37 | 3,31 | 3,32 |
| реаком-СР-зерно (обприскування) | 2,76 | 3,10 | 3,16 | 3,01 |
| N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ + реаком-СР-зерно (обприскування) | 3,14 | 3,08 | 3,21 | 3,14 |
| N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ + реаком-СР-зерно (обприскування) | 3,27 | 3,40 | 3,36 | 3,34 |
| N ₃₀ (підживлення) + реаком-СР-зерно (обприскування) | 2,92 | 3,18 | 3,23 | 3,11 |
| N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ + N ₃₀ (підживлення) + реаком-СР-зерно (обприскування) | 3,08 | 3,33 | 3,28 | 3,23 |
| N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ + N ₃₀ (підживлення) + реаком-СР-зерно (обприскування) | 3,22 | 3,44 | 3,49 | 3,38 |
| НІР ₀₅ | 0,17 | 0,13 | 0,10 | – |



1. Без добрив (контроль); 2. N₂₀P₂₀K₂₀; 3. N₂₀P₂₀K₂₀ + N₃₀; 4. N₂₀P₂₀K₂₀ + N₃₀ + Реаком-СР-Зерно; 5. N₄₀P₄₀K₄₀ + N₃₀ + Реаком-СР-Зерно

□ соняшник ■ кукурудза ■ пшениця озима

Рис. 3. Урожайність ячменю ярого залежно від системи мінерального живлення рослин при вирощуванні після різних попередників, т/га (2011–2013 рр.).

Так, оптимізація мінерального живлення сприяла підвищенню врожайності з 2,81 до 3,38 т/га. Приріст врожайності від внесення N₂₀P₂₀K₂₀ та N₄₀P₄₀K₄₀ відносно контролю ста-

новив 6,1 та 10,9 %. Застосування на даних фонах підживлення (N_{30}) забезпечило приріст врожайності порівняно з контролем 11,7 та 18,1 %. Відмічено підвищення врожайності зерна під впливом обробки насіння мікродобривом – на 6,0 % відносно контролю. При обприскуванні вегетуючих рослин мікродобривом реаком-СР-зерно було підвищення урожайності на 6,4–7,2 %.

При суміщенні передпосівної обробки насіння та обприскування вегетуючих рослин у фазі кушіння мікродобривом реаком-СР-зерно врожайність зросла на 7,1–13,6 %. Встановлено, що у варіантах з сумісним застосуванням азотних підживлень (N_{30}) та мікродобрива реаком-СР-зерно (обробка насіння та обприскування рослин) прибавка врожайності становила 0,46–0,73 т/га, або 17,4–27,5 %, залежно від фону мінеральних добрив.

Зернова продуктивність ячменю ярого під впливом різних попередників змінювалась наступним чином (див. рис. 3).

Найкращі умови для росту і розвитку рослин ячменю ярого і відповідно для отримання найвищого врожаю були у посівах, попередником яких була пшениця озима. Рівень врожайності в даних варіантах залежно від системи удобрення становив 2,81–3,38 т/га, тимчасом як після кукурудзи МВС – 2,58–3,20 т/га, а після соняшника – 2,32–3,03 т/га. Найвища прибавка врожайності зерна була отримана у варіанті $N_{40}P_{40}K_{40} + N_{30}$ (підживлення) + реаком-СР-зерно (обробка насіння та обприскування рослин) – 0,73 т/га (27,5%).

Хімічний склад зерна формується під впливом комплексу факторів зовнішнього середовища – рівня родючості ґрунту, умов зволоження, світла, температури тощо. Проте якість зерна також визначається й низкою агротехнічних прийомів, особливо режимом живлення та попередниками [5, 6].

Отримані нами дані, свідчать, що вміст білка в зерні істотно залежав від дози мінеральних добрив. Так, при внесенні добрив в дозі $N_{40}P_{40}K_{40}$ вміст білка зростав порівняно з контролем на 0,83 %, а при внесенні $N_{40}P_{40}K_{40} + N_{30}$ (підживлення) – на 0,86 %.

Найвищий вміст білка у зерні ячменю ярого виявився у варіанті $N_{40}P_{40}K_{40} + N_{30}$ (підживлення) + реаком-СР-зерно (обробка насіння + обприскування рослин) – 12,40 %, що на 0,43 % більше за контроль.

Щодо вмісту крохмалю, простежувалася тенденція до зменшення його кількості при підвищенні дози добрив. Так, при застосуванні $N_{40}P_{40}K_{40} + N_{30}$ (підживлення) + реаком-СР-зерно (обприскування рослин) вміст крохмалю порівняно з контролем знижувався на 1,43 %.

Поліпшення режиму мінерального живлення рослин сприяло збільшенню натурі зерна в середньому на 60 г (10,6 %). Найбільші її показники були у варіанті $N_{40}P_{40}K_{40} + N_{30}$ (підживлення) + реаком-СР-зерно (обробка насіння + обприскування рослин) і становили 628 г/л. Слід відмітити, що застосування мікродобрив при вирощуванні ячменю ярого підвищувало натуру зерна на 30 г (5,2%) порівняно з контрольним варіантом.

Отже, вирощування ячменю ярого на фоні $N_{20}P_{20}K_{20} + N_{30}$ (підживлення) + реаком-СР-зерно (обробка насіння + обприскування рослин) забезпечувало відповідність зерна вимогам ДСТУ першого класу якості. Відповідно при зниженні рівня удобрення спостерігається поступове зниження класу зерна.

За результатами математичної обробки даних встановлено, що з факторів, які вивчалися, найбільш вагомий вплив на продуктивність ячменю ярого (60,6 %) мала система мінерального живлення. Найбільший вплив серед елементів системи мінерального живлення здійснював фактор азотного підживлення (N_{30}). У середньому за роки досліджень частка участі цього фактора у формуванні врожайності зерна становила 40,0 %. Наступним за значенням був фактор фон мінерального живлення рослин – 38,2 %. Частка фактора мікродобрива у формуванні продуктивності ячменю ярого становила 16,9 %.

Наші розрахунки показали, що оптимізація мінерального живлення рослин досить помітно впливала на економічну ефективність вирощування ячменю (табл. 2).

Визначено, що найбільші показники чистого прибутку з одиниці площі при вирощуванні ячменю ярого отримано у варіанті $N_{20}P_{20}K_{20} + N_{30}$ (підживлення) + реаком-СР-зерно (обробка насіння + обприскування рослин). Чистий прибуток у даному варіанті на 675 грн/т

перевищував показники контрольного (без внесення добрив). Щодо рівня рентабельності, то тут цей показник був також високий порівняно з іншими варіантами і становив 88,7 %.

2. Економічна ефективність вирощування ячменю ярого залежно від системи мінерального живлення та попередників (2011–2013 рр.)

| Варіанти | Виробничі витрати, грн/га | Умовно-чистий прибуток, грн/т | Собівартість, грн/т | Рентабельність, % |
|---|---------------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------|
| Попередник пшениця озима | | | | |
| Без добрив (контроль) | 2641,0 | 359,2 | 940,8 | 38,2 |
| N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ | 3221,0 | 624,5 | 1075,5 | 58,1 |
| N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ + N ₃₀ (підживлення) | 3516,0 | 982,4 | 1117,6 | 87,9 |
| N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ + N ₃₀ (підживлення) + реаком-СР-зерно (обприскування) | 3596,0 | 986,9 | 1113,1 | 88,7 |
| N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ + N ₃₀ (підживлення) + реаком-СР-зерно (обприскування) | 4176,0 | 865,2 | 1234,8 | 70,1 |
| Попередник кукурудза МВС | | | | |
| Без добрив (контроль) | 2625,0 | 283,9 | 1016,1 | 27,9 |
| N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ | 3205,0 | 571,5 | 1128,5 | 50,6 |
| N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ + N ₃₀ (підживлення) | 3500,0 | 511,5 | 1188,5 | 43,0 |
| N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ + N ₃₀ (підживлення) + реаком-СР-зерно (обприскування) | 3580,0 | 533,1 | 1166,9 | 45,7 |
| N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ + N ₃₀ (підживлення) + реаком-СР-зерно (обприскування) | 4160,0 | 801,1 | 1298,9 | 61,7 |
| Попередник соняшник | | | | |
| Без добрив (контроль) | 2637,0 | 164,0 | 1136,0 | 14,4 |
| N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ | 3217,0 | 23,6 | 1276,4 | 1,8 |
| N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ + N ₃₀ (підживлення) | 3512,0 | 12,4 | 1287,6 | 1,0 |
| N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ + N ₃₀ (підживлення) + реаком-СР-зерно (обприскування) | 3592,0 | 55,0 | 1245,0 | 4,4 |
| N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ + N ₃₀ (підживлення) + реаком-СР-зерно (обприскування) | 4172,0 | 325,1 | 1374,9 | 23,6 |

Слід відмітити позитивний вплив застосування мікродобрив реаком-СР-зерно (обробка насіння + обприскування рослин) на економічні показники ячменю ярого. Даний захід дає можливість, збільшивши виробничі витрати на 100 грн/га (порівняно з контролем) за рахунок приросту врожайності та поліпшення показників якості, зменшити собівартість продукції на 82,45 грн і в результаті отримати вищі показники чистого прибутку та рівня рентабельності.

Встановлено, що при вирощуванні ячменю ярого після кукурудзи МВС найбільша економічна ефективність була у варіанті N₄₀P₄₀K₄₀ + N₃₀ (підживлення) + реаком-СР-зерно (обробка насіння + обприскування рослин). Хоча дані варіанти відзначалися найбільшими показниками умовно-чистого прибутку (801,1 грн/т) та рентабельності (61,7 %), проте поступалися аналогічним варіантам, де попередником була пшениця озима. Так, умовно-чистий прибуток у варіантах після кукурудзи МВС був менший на 64 грн/т, ніж у варіантах розміщених після пшениці озимої. Найнижчі економічні показники одержані при вирощуванні ячменю ярого після соняшнику – рентабельність коливалась від 1,0 до 23,6 % залежно від варіанту удобрення.

Таким чином, в умовах північного Степу на чорноземах звичайних з метою отримання 3,08–3,33 т/га зерна І-го класу якості ячмінь ярий сорту Галактик слід вирощувати після пшениці озимої за технологією, що передбачає основне внесення мінеральних добрив у дозі N₂₀P₂₀K₂₀, локальне підживлення рослин у фазі кушіння азотом у дозі N₃₀, з використання мікродобрива реаком-СР-зерно для передпосівної обробки насіння (3 л/т) та здійснювати позакореневе підживлення рослин наприкінці фази кушіння (3 л/га). За вирощування після

кукурудзи МВС (для отримання 3,03–3,30 т/га зерна І-го класу) і соняшнику (для одержання 2,91–3,15 т/га зерна ІІ-го класу) треба вносити $N_{40}P_{40}K_{40}$, проводити локальне підживлення рослин у фазі кушіння азотом в дозі N_{30} , застосовувати мікродобриво реаком-СР-зерно для передпосівної обробки насіння (3 л/т) та позакоренево підживлювати рослини наприкінці фази кушіння (3 л/га).

Бібліографічний список

1. Циков В. С. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с зерновыми, зернобобовыми и кормовыми культурами / В. С. Циков, Г. Р. Пикуш. – Днепропетровск, 1983. – 46 с.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Борисоник З. Б. Ячмень яровой / З. Б. Борисоник. – М.: Колос, 1974. – 255 с.
4. Лихочвор В. В. Ячмінь / В. В. Лихочвор, Р. Р. Проць, Я. Долєжал. – Львів : НВФ «Українські технології», 2003. – 88 с.
5. Губернатор В. С. Ячмінь / В. С. Губернатор. – К.: Урожай, 1973. – 156 с.
6. Житовецкий В. С. Роль сортовой агротехники в повышении урожайности и качества яровых зерновых культур / В. С. Житовецкий, С. А. Романова. – К.: УкрНИИТИ, 1982. – 44 с. – (Обзор).