

УДК 633.256“321”:631.81.095.337
© 2013

В.І. ЧАБАН,
кандидат
сільськогосподарських наук

С.М. КРАМАРЬОВ,
доктор сільськогосподарських наук

О.Ю. ПОДОБЕД,
старший науковий співробітник

*Інститут сільського господарства
степової зони НААН України*

Встановлено ефективність мікродобрив при вирощуванні ячменю ярого. На неудообреному фоні передпосівна інкрустація насіння мікроелементами забезпечувала приріст урожаю 8 %, а при позакореновому підживленню – 15–20 %. Доведено, що на фоні основного внесення туків реакція рослин на мікродобрива послаблюється, якість продукції покращується. За вмістом мікроелементів і важких металів зерно відповідає екологічним вимогам.

Ячмінь поряд із пшеницею, рисом та кукурудзою займає значні посівні площі у світі. В Україні за останні двадцять років площі його посівів коливалися в межах 2,2–4,8 млн га. Середньорічна посівна площа ярого ячменю зони Степу становить майже 40 %, зерна виробляється понад 46,9 % від загальної кількості в Україні [1–3].

Зерно ячменю ярого відзначається високою харчовою цінністю і широко використовується у кормовиробництві, кондитерській промисловості, пивоварінні. Однак у динаміці його врожайності відзначаються суттєві коливання, що пов'язано як з агрокліматичними умовами, так і з організаційно-господарськими [3]. Маючи короткий вегетаційний період, слабкорозвинену кореневу систему, культура досить вибаглива до забезпеченості основними факторами життєдіяльності рослин, у тому числі і елементами живлення [4]. Ураховуючи стан ґрунтового вкриття та низькі обсяги застосування добрив, вважаємо питання оптимізації мінерального живлення ячменю ярого актуальними і такими, що потребують доопрацювання. Важливою складовою системи живлення рослин є використання мікродобрив [5]. Тому **мета наших досліджень** – встановити реакцію ячменю

УРОЖАЙ І ЯКІСТЬ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ПРИ ВИКОРИСТАННІ МІКРОДОБРИВ У ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ

ярого на комплексне використання мікродобрив, мінеральних добрив, формування врожаю і якості зерна в умовах північного Степу України.

Дослідження проводили на Єрастівській дослідній станції (П'ятихатський район, Дніпропетровська обл.) у 2008–2010 рр. у короткотерміновому двофакторному досліді лабораторії родючості ґрунтів. Ґрунт – чорнозем звичайний малогумусний важкосуглинковий на лесі. Вміст гумусу – 4,0–4,2 %, загального азоту – 0,23 %, фосфору – 0,12 %, калію – 2,0 %. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної (рН 6,5–6,9). Забезпеченість ґрунту рухомими формами елементів живлення достатня. Клімат помірно континентальний.

Схема досліду включала три градації живлення (фактор А) – без добрив; $N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{60}P_{60}K_{30}$. На кожен фон живлення накладали варіанти використання мікродобрив (фактор В). На обговорення винесені найбільш контрастні:

- 1 – насіння інкрустоване: протруйник, плівкоутворювач;
- 2 – насіння інкрустоване: протруйник, плівкоутворювач, комплексонати мікроелементів (МЕ);

5 – насіння інкрустоване: протруйник, плівкоутворювач + позакореневе підживлення у фазу кушення комплексонатами ME;

9 – насіння інкрустоване: протруйник, плівкоутворювач + позакореневе підживлення у фазу кушення Nc (N₃₀);

10 – насіння інкрустоване: протруйник, плівкоутворювач + позакореневе підживлення Nc (N₃₀) і комплексонати ME.

Із препаратів використовували: протруйник гранівіт; плівкоутворювач Марс EL; мікродобриво “Реаком” у рекомендованих нормах; туки – аміачна селітра, сечовина, суперфосфат гранулований, калій хлористий. Технологія вирощування відповідала зональній. Висівали районований сорт Галактик. Урожай приводили до стандартної вологості (14 %). Методи досліджень загальноприйнятні в агрохімії [6, 7].

Метеорологічні умови за роки прове-

дення досліджень суттєво різнилися. 2008 рік характеризувався як дуже вологий. За травень–липень ГТК становив 1,83. Посушливим був 2010 рік (ГТК 0,7).

Поживний режим ґрунту в посівах ячменю ярого визначали мінеральні добрива (табл. 1). Вміст азоту нітратів у ґрунті у фазу трубкування на неудобреному фоні відповідав низькій забезпеченості. У фазу колосіння, по мірі зростання потреб рослин в азоті, кількість N–NO₃ знижувалася по варіантах на 1,7–2,8 мг/кг. У фазу повної стиглості зерна простежували незначну тенденцію його підвищення. Застосування мінеральних добрив (N₆₀P₆₀K₃₀) сприяло значному покращенню азотного режиму ґрунту. Середньозважений показник вмісту азоту нітратів по варіантах у фазу трубкування в 1,8 раза був вищим (16,8 мг/кг), що класифікується як середній рівень забезпечення. Динаміка його вмісту по фазах

1. Зміни поживного режиму ґрунту (0–20 см) за вегетаційний період ячменю ярого залежно від фону живлення (2008–2010 рр.), мг/кг

Варіант	Без добрив			N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀		
	N–NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	N–NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Трубкування						
1	8,3	114	113	15,1	132	125
2	9,0	125	113	16,1	146	129
5	9,8	113	113	17,5	147	133
9	9,7	111	119	17,9	154	130
10	9,7	113	112	17,4	147	134
Колосіння						
1	6,2	111	105	9,5	129	120
2	7,3	114	109	9,6	131	123
5	7,0	108	94	9,6	134	124
9	7,6	109	112	9,9	138	120
10	7,4	106	107	9,5	134	119
Повна стиглість						
1	6,0	105	97	9,2	121	111
2	8,9	104	105	9,6	126	119
5	8,9	105	94	10,1	124	120
9	8,3	106	98	8,1	131	117
10	8,4	102	98	8,1	131	115

2. Динаміка вмісту рухомих форм цинку, марганцю і заліза в ґрунті (0–20 см) залежно від фону живлення, мг/кг

Варіант	Без добрив			N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀		
	Zn	Cu	Mn	Zn	Cu	Mn
Трубкування						
1	0,44	0,11	84	0,46	0,11	108
2	0,35	0,13	72	0,38	0,10	100
5	0,34	0,10	79	0,34	0,12	94
Колосіння						
1	0,32	0,09	74	0,37	0,09	88
2	0,33	0,09	63	0,36	0,09	87
5	0,32	0,11	61	0,37	0,10	86
Повна стиглість						
1	0,43	0,10	63	0,39	0,10	72
2	0,40	0,12	63	0,34	0,09	66
5	0,45	0,11	57	0,33	0,10	63

розвитку рослин була аналогічною, як і на фоні без добрив. При цьому перевага удобреного фону зберігалась, особливо у фазу колосіння, коли перевищення вмісту N–NO₃ становило 35 %.

Позитивна дія мінеральних добрив позначалась і на фосфатний та калійний режими ґрунту. На фоні без добрив уміст рухомих форм P₂O₅ (за Чириковим) знаходився на рівні 111–125 мг/кг ґрунту і відповідав підвищеній забезпеченості. За рахунок основного удобрення він підвищувався на 16–39 %. Протягом вегетації простежувалась тенденція його зниження відповідно фону живлення.

Вміст рухомих сполук калію (за Чириковим) у ґрунті оцінювався як підвищений. При внесенні калійних добрив рухомість K₂O зростала, що сприяло трансформації забезпеченості ґрунту цим елементом у високу. Динаміка їх вмісту по фазах вегетації рослин змінювалась аналогічно, як і фосфору.

Вивчення мікроелементного складу орного шару ґрунту свідчить про те, що чорнозем звичайний характеризувався низькою забезпеченістю Zn і Cu, високою – Mn (Крупський–Александрова). У цих же градаціях вони залишалися незалежно від факторів, що вивчались. Уміст міді впродовж

вегетації відзначався стабільністю зі середньозваженими показниками 0,09–0,11 мг/кг. Не встановлено і помітних змін рухомості цинку – його кількість по фонах живлення була близькою. Тільки легкорозчинні форми марганцю варіювали і по фазах розвитку рослини, і фонах живлення (табл. 2). Так, на неудобреному фоні середньозважений вміст Mn знижувався з 78 мг/га у фазу виходу рослин у трубку до 66 мг/кг – у фазу колосіння та до 61 мг/кг – у повну стиглість зерна, або на 15–22 %. Внесення N₆₀P₆₀K₃₀ сприяло підвищенню рухомості елементу на 19–41 % з досягненням позначок 94–108 і 86–88 мг/кг відповідно у перші дві фази розвитку. Менш виразною (5–14 %) вона була у повну стиглість зерна. Впливу мікродобрив на рухомість Mn не простежувалось.

Поліпшення умов живлення рослин за рахунок використання добрив впливало на життєво важливі функції рослин, що відбилося на їхньому габітусі та на продуктивності. Середня врожайність ячменю ярого на контролі неудобреного фону (варіант 1) була на рівні 1,88 т/га (табл. 3). Передпосівна інкрустація насіння ME (варіант 2) сприяла його підвищенню на 0,15 т/га (8 %). Більш ефективним було використання комплексо-

3. Урожай і якість зерна ячменю ярого залежно від використання макро- і мікродобрив (2008–2010 рр.), т/га

Варіант	Урожай, т/га	Приріст				Вміст, %	
		сукупна дія факторів		МЕ, підживлення N		білок	крохмаль
		т/га	%	т/га	%		
Неудобрений фон							
1	1,88	-	-	-	-	10,7	55,3
2	2,03	-	-	0,15	8	10,9	56,3
5	2,17	-	-	0,29	15	11,1	55,3
9	2,24	-	-	0,36	19	11,1	53,6
10	2,26	-	-	0,38	20	11,3	54,0
$N_{60}P_{60}K_{30}$							
1	2,63	0,75	40	-	-	11,2	54,2
2	2,72	0,84	45	0,09	3	11,5	54,7
5	2,86	0,98	52	0,23	9	11,6	54,8
9	2,86	0,98	52	0,23	9	11,6	54,3
10	2,87	0,99	53	0,24	9	11,8	54,2

натів МЕ у позакореневе підживлення рослин у фазу кушення (варіант 5), що дозволило практично подвоїти приріст зерна (15 %). Найвищий врожай (2,24–2,26 т/га) зафіксовано на варіантах комбінації інкрустації насіння комплексом препаратів і підживлень азотом та МЕ (9, 10), де додатково було отримано 19–20 % зерна. Основне внесення добрив ($N_{60}P_{60}K_{30}$) підвищувало врожай на 0,75 т/га. При цьому ефективність використання МЕ і азоту знижувалася до 3–9 %.

Агрокліматичні умови суттєво впливали на продуктивність ячменю ярого по роках досліджень, і відповідно різнилась ефективність мікродобрив. У найбільш сприятливому 2008 році, коли врожай зерна на неудобреному фоні становив 3,86 т/га, застосування мікродобрив забезпечувало його приріст у межах 7–11 %. В умовах посухи 2010 року на неудобреному фоні рослини практично не утворювали вторинної кореневої системи і сформували врожай на рівні 0,47 т/га. Однак при цьому відносний приріст урожаю збільшувався до 47 %, а при поєднанні МЕ і азотних добрив у підживленні (варіант 10) – до 87 %.

Статистична обробка результатів обліку

врожаю дала можливість виокремити силу впливу факторів, що вивчались. Тільки у сприятливому за зволоженням 2008 році фактор В ($\eta^2 = 51\%$) перевищував дію туків. В інші роки рівень мінерального живлення визначав варіації врожайності ($\eta^2_A = 89 - 93\%$), а частка впливу мікродобрив ($\eta^2_B = 9 - 10$ та 10–15 %) була значно меншою.

Поліпшення умов живлення позначалося на показники якості зерна (табл. 3). На неудобреному фоні використання комплексонатів МЕ сприяло прояву лише тенденції підвищення вмісту білка при 10,7 % на абсолютному контролі. Одночасно на фоні оптимального живлення ($N_{60}P_{60}K_{30}$) його кількість зростала до 11,5–11,8 %. Уміст крохмалю варіював слабо (53,6–55,3 %).

Елементний склад зерна ячменю ярого характеризується стабільністю в межах видових ознак. Однак діапазон поглинання хімічних елементів змінювався під впливом антропогенного фактора (табл. 4). Встановлено, що на неудобреному фоні чіткого впливу мікродобрив на вміст більшості МЕ не простежувалося. За внесення мінеральних добрив спостерігали зниження на 12–18 % вмісту в зерні Cu та на 15 % Zn, що можна

4. Вміст мікроелементів у зерні ячменю ярого залежно від використання мікродобрив, мг/кг

Варіант	Zn	Mn	Cu	Pb	Cd
<i>Неудобрений фон</i>					
1	29,8	13,7	6,32	0,23	0,023
2	31,1	14,2	6,45	0,29	0,023
6	32,1	14,3	6,18	0,25	0,025
<i>N₆₀P₆₀K₃₀</i>					
1	23,5	14,1	5,22	0,27	0,026
2	28,1	15,0	5,32	0,28	0,027
6	28,5	15,9	5,67	0,27	0,027
ГДК	50,0	–	10,0	0,5	0,1
МДР для кормів	50,0	–	30,0	–	5,0

пояснити “ростовим” розбавленням. Проявлялося незначне зростання (14,1–15,9 мг/кг) вмісту Mn. Істотного впливу на токсичні елементи (Pb, Cd) не виявлено. У зерні ячменю

ярого вміст свинцю коливався, але був значно нижчим від ГДК та максимально допустимого рівня (МДР) для кормів, тобто екологічно безпечним.

Висновки

Мінеральні добрива в оптимальних дозах визначали зміни поживного режиму ґрунту, внаслідок чого поліпшувалася його азотний, фосфатний і калійний стан. Позитивний вплив мікроелементів на рослини через активізацію біохімічних процесів забезпечував формування більш високого врожаю ячменю ярого. Ефективність мікродобрив різнилася залежно від фону живлення та способів використання. Передпосівна інкрустація насіння

МЕ на неодобреному фоні забезпечувала приріст врожаю 8 %, а за рахунок позакореневого підживлення та сукупної дії МЕ і азоту – 15–20 %. На фоні основного внесення мінеральних добрив реакція рослин ячменю ярого на мікродобрива послаблювалась. Покращувалася якість продукції. Вміст білка підвищувався на 0,4–1,1 %. За вмістом мікроелементів і важких металів зерно відповідає екологічним вимогам.

Бібліографія

1. Храпцов Л.И. Ландшафтное растениеводство: монография / Храпцов Л.И., Храпцов В.Л. – Днепропетровск : Пороги, 2007. – 372 с.
2. Лобас М.Г. Развитие зернового хозяйства Украины: монография / М.Г. Лобас. – К. : ОП НДІБД, 1997. – 448 с.
3. Економіка виробництва зерна (з основами організації і технології виробництва): монографія / [Бойко В.І., Лебідь Є.М., Рибка В.С. та ін.]; за ред. В.І. Бойка. – К. : ННЦ ІАЕ, 2008. – 400 с.
4. Сорговая агротехника зерновых культур / [Федорова Н.А., Гармашов В.Н., Костромитин В.М. и др.]; под ред. Н.А. Федоровой; [2-е изд.,

перераб. и доп.]. – К. : Урожай, 1989. – 328 с.
5. Оптимізація мікроелементного живлення сільськогосподарських культур (рекомендації). – [2-е вид. доп.] / [Булигін С.Ю., Фатєєв А.І., Мірошніченко М.М. та ін.]; за ред. А.І. Фатєєва. – Харків, 2012. – 40 с.
6. Якість ґрунту. Відбирання проб: 4287:2004. – [Чинний від 2004–04–30]. – К. : Держспоживстандарт України, 2005. – 9 с. – (Національний стандарт України).
7. Методи аналізів ґрунтів і рослин (методичний посібник). – Харків, 1999. – Кн. 1. – 157 с.

Рецензент – доктор сільськогосподарських наук, професор **О.П. Якунін**