

**Я.М. Муқан**

ДП "Центр сертифікації та експертизи насіння і садивного матеріалу"

**О.С. Раченко**

Український інститут експертизи сортів рослин

УДК 633.1.16

## Вплив мінеральних добрив на формування агрофітоценозу ячменю звичайного ярого (*Hordeum vulgare* L.)

*Впродовж 2011–2013 рр. досліджено вплив різних норм мінеральних добрив на показники продуктивності агрофітоценозу ячменю звичайного ярого сортів Геліос і Командор, зокрема таких складових, як кількість продуктивних стебел, кількість зерен у колосі, потенційна і біологічна продуктивність колоса та потужність фотосинтетичного апарата.*

*Встановлено, що рівень продуктивності агрофітоценозу ячменю звичайного ярого зумовлюється як сортовими особливостями, так і нормою мінеральних добрив. За внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$  і  $N_{90}P_{90}K_{90}$  зафіксовано найвищу потенційну та біологічну продуктивності сортів Геліос і Командор порівняно з контролем ділянки.*

*Досліджено вплив різних норм мінеральних добрив на елементи біологічної продуктивності колоса. Якісний склад колоса є чітким виявленням фенотипу сорту та визначає рівень біологічної врожайності ячменю звичайного ярого.*

*Застосування мінеральних добрив  $N_{60}P_{60}K_{60}$  і  $N_{90}P_{90}K_{90}$  достовірно збільшило середню листову поверхню, фотосинтетичний листовий потенціал сортів у 2,0–2,5 раза та ККД ФАР в 1,5–2,0 раза порівняно з контролем, що сприяло формуванню найвищої біологічної врожайності фітомаси у сорту Геліос на рівні 14,9–15,0, зерна – 7,8–8,0 т/га і відповідно – 12,7 і 7,5 т/га у сорту Командор.*

### Ключові слова:

сорт ячменю звичайного ярого, мінеральні добрива, біологічна врожайність, потенційна і біологічна продуктивність агрофітоценозу.

**Постановка проблеми.** В Україні створено багато цінних сортів ячменю звичайного ярого, повністю здатних забезпечити виробництво продовольчим і фуражним зерном та пивоварною сировиною. Характерною рисою виробництва зерна ячменю звичайного ярого в Україні завжди були варіювання врожаїв і валових зборів зерна [1]. Через недотримання технологічних умов вирощування та несприятливих кліматичних умов потенціал урожайності сортів ячменю звичайного ярого викорис-

товується лише на 30–50%, а в окремі роки знижується до 24%. Тому в центрі уваги селекційних і технологічних програм завжди переважали завдання, спрямовані на підвищення і стабілізацію врожаїв [2]. Сучасні сорти здатні формувати середню врожайність зерна 4,0–6,0 т/га, а за умов високої культури землеробства, впровадження нанотехнологій урожайність досягає 8,0–10,0 т/га [3].

Тому вирішення питання оптимізації технології вирощування ячменю звичайного ярого через впровадження у ви-

робництво інтенсивних сортів і розробки збалансованої системи удобрення є досить актуальним. Це дасть змогу повніше реалізувати продуктивний потенціал.

**Мета досліджень** полягає в оптимізації мінерального живлення рослин і вивченні продуктивності сортів ячменю звичайного ярого за визначеними параметрами агрофітоценозу.

**Матеріали та методи досліджень.** Об'єкт досліджень – сорти ячменю звичайного ярого Геліос і Командор. Методи досліджень – візуальний,

біометричний, порівняльний, лабораторний, математично-статистичний [4, 5]. *Предмет досліджень* – технологія вирощування ячменю звичайного ярого та її оптимізація за рахунок біологічних особливостей культури, використання різних норм мінеральних добрив.

Дослідження сортів ячменю звичайного ярого проводили протягом 2011–2013 рр. у Національному науковому центрі «Інститут землеробства НААН» на базі довготривалого стаціонарного дослідження у восьмипільній зернопросапній сівоzmіні. Попередник ячменю звичайного ярого соя. Грунт дослідної ділянки темно-сірий опідзолений. Норма висіву становила 4,5 млн шт. схожих насінин.

Схема дослідження передбачала вивчення впливу одинарної, подвійної та потрійної норми мінеральних добрив на продуктивність агрофітоценозу сортів ячменю звичайного ярого Геліос і Командор. Варіанти дослідження включали: 1. контроль ділянки (без мінеральних добрив); 2.  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ; 3.  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ; 4.  $N_{90}P_{90}K_{90}$ . Фосфорні та калійні добрива вносили у вигляді гранульованого суперфосфату та калійної солі згідно зі схемою дослідження під основну оранку. Азотні добрива (у вигляді аміачної селітри) вносили навесні під передпосівну культивування. Розмір посівної ділянки 60 м<sup>2</sup>, облікової – 45 м<sup>2</sup>, повторність дослідження чотириразова, розміщення варіантів систематичне. Впродовж вегетаційного періоду всі дослідження, спостереження, обліки та аналізи здійснювали за Методикою польового дослідження Б.А. Доспехова [4].

За результатами державного сортопробування (2006 р.) середня врожайність сорту

Геліос була найвищою в зоні Лісостепу (5,37 т/га). Середня урожайність сорту Командор за роки випробування (2007 р.) становила: у зоні Лісостепу – 6,6, у зоні Полісся – 5,7 т/га. [6, 7]. Сорти ячменю звичайного ярого Геліос і Командор – інтенсивного типу, зернового і пивоварного напрямку використання, середньорослі.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Кліматичні умови за 2011–2013 рр. досліджень різнилися як за температурним режимом, так і за кількістю опадів. Гідротермічний коефіцієнт упродовж вегетаційного періоду рослин був на рівні 0,83–0,97 од., сума активних температур вище 10°C становила 1620°C. Серед характерних особливостей агрометеорологічних умов варто відмітити підвищений температурний фон на 5–10°C від середньої багаторічної температури в літні місяці та нерівномірне випадання опадів, кількість яких в окремі місяці коливалася від 6–38 до 134–187

мм. Так, у 2011 р. рослини вирощували в умовах відносного дефіциту вологи впродовж I–IX етапів органогенезу, а в 2012 р. і 2013 р. – впродовж VII – початку XI етапів органогенезу, коли ГТК коливався в межах 0,1–0,44. У 2011 і 2012 рр. досліджень на XI–XII етапах органогенезу (у період наливу і дозрівання зернівки) випала надмірна кількість вологи й ГТК коливався в межах 1,70–2,0. Це затримало дозрівання зернівки і негативно відбилося на врожайності та якості зерна. Тривалість вегетаційного періоду сортів коливалася від 89 днів (у 2011 р.) до 120 днів (у 2012 р.). Отже, кліматичні умови певною мірою впливали на продуктивність агрофітоценозу ячменю звичайного ярого.

Результати досліджень свідчать, що продуктивність агрофітоценозу ячменю звичайного ярого зумовлюється як сортовими особливостями, так і нормою мінеральних добрив (табл. 1).

Одним із елементів струк-

Таблиця 1

**Вплив мінеральних добрив на елементи продуктивності сортів ячменю звичайного ярого Геліос і Командор (2011–2013 рр.)**

Варіант дослідження	Кількість продуктивних стебел, шт.		Кількість (квіток) зернівок, сорт		Продуктивність колоса, г	
	Геліос	Командор	Геліос	Командор	Геліос	Командор
1	2	3	4	5	6	7
IV етап органогенезу, потенційна продуктивність*						
Контроль	720	840	30	33	1,33	1,48
$N_{30}P_{30}K_{30}$	1290	1270	23	28	1,04	1,26
$N_{60}P_{60}K_{60}$	1190	1430	24	30	1,08	1,35
$N_{90}P_{90}K_{90}$	1500	1550	27	28	1,22	1,26
$НІР_{05}$	31,4	18,8	1,47	1,36	0,06	0,04
X етап органогенезу, потенційна продуктивність						
Контроль	575	560	22	19	0,99	0,86
$N_{30}P_{30}K_{30}$	500	670	18	22	0,81	0,99
$N_{60}P_{60}K_{60}$	760	880	21	22	0,94	0,99
$N_{90}P_{90}K_{90}$	790	800	22	22	0,99	0,99
$НІР_{05}$	32,7	23,2	1,15	1,49	0,05	0,08

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
XII етап органогенезу, біологічна продуктивність						
Контроль	528	492	16	17	0,80	0,76
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	538	565	18	20	0,97	1,02
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	772	588	19	20	1,03	0,96
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	742	748	19	20	1,05	1,09
HIP <sub>05</sub>	17,8	27,1	1,43	1,01	0,81	0,82

\* У визначенні потенційної продуктивності колоса прийнята маса зернівки 0,045 г.

тури врожаю, що має важливе значення та впливає на продуктивність колоса, є кількість продуктивних стебел. Як свідчать дані табл. 1, на початку виходу рослин у трубку найменша кількість продуктивних стебел спостерігалася на контролі та становила у сорту Геліос 720 шт./м<sup>2</sup>, у сорту Командор – 840 шт./м<sup>2</sup>. Внесення мінеральних добрив достовірно збільшило густоту стояння рослин ячменю звичайного ярого. За внесення N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> зафіксовано найбільшу кількість продуктивних стебел сортів Геліос і Командор (1500 шт./м<sup>2</sup>).

Із даних табл. 1 видно, що внесення мінеральних добрив на X етапі органогенезу рослин ячменю звичайного ярого достовірно збільшило густоту стояння рослин порівняно із контролем. Найбільша кількість продуктивних стебел у сорту Геліос спостерігалася за внесення N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> і становила 970 шт./м<sup>2</sup>, у сорту Командор – за внесення N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> (880 шт./м<sup>2</sup>).

Дослідження показали, що на XII етапі органогенезу за внесення N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> зафіксовано найбільшу кількість продуктивних стебел у сорту Геліос (772 шт./м<sup>2</sup>) порівняно з контролем. На посівах сорту Командор зі збільшенням норм мінеральних добрив достовірно збільшувалася кількість продуктивних стебел від 492 шт./м<sup>2</sup> на контролі до 748 шт./м<sup>2</sup> за

внесення N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>. Також слід відмітити, що впродовж IV–XII етапів органогенезу ячменю мала місце редукція продуктивних стебел, які відставали в розвитку від центрального стебла.

Кількість зернівок у колосі є важливою ознакою, що характеризує продуктивність колоса. Як свідчать результати досліджень, у сорту Командор за внесення мінеральних добрив на X і XII етапах органогенезу рослин кількість зернівок у колосі була достовірно більшою, ніж на контролі (табл. 1). У сорту Геліос лише на X етапі органогенезу за внесення одиної, подвійної та потрійної норми мінеральних добрив кількість зернівок у колосі була достовірно меншою або такою, як на контролі.

Потенційна і біологічна (господарська) продуктивність колоса досліджуваних сортів ячменю звичайного ярого залежала від кількості продуктивних стебел, кількості зерен у колосі й біологічних особливостей сорту. В табл. 1 розрахована потенційна продуктивність колоса в агрофітоценозі ячменю на IV і X етапах органогенезу рослин демонструє прогнозовану продуктивність колоса за оптимальних умов вирощування. Якщо у сорту Командор на X етапі органогенезу рослин за внесення добрив спостерігалася достовір-

не збільшення продуктивності колоса, то у сорту Геліос на варіантах, де вносили різні норми мінеральних добрив продуктивність колоса була достовірно меншою або такою, як на контролі. На XII етапі органогенезу рослин у сортів Геліос і Командор за внесення мінеральних добрив спостерігалася тенденція до збільшення продуктивності колоса порівняно з контролем.

Щільність і довжина колоса, кількість зернівок і їхня крупність характеризують біологічну продуктивність колоса. Ці показники є чітким виявленням фенотипу сорту і визначають рівень біологічної врожайності сортів ячменю звичайного ярого (табл. 2). Аналіз структури посівів у фазі повної стиглості зерна (XII етап органогенезу) свідчить: чим довший колос за довжиною, тим більша не тільки кількість зернівок у колосі, а й їхня маса.

Встановлено, що за вирощування сорту Геліос на контролі, частка найпродуктивнішого колоса (довжина колоса >7 см) в агрофітоценозі сорту становила 19%, продуктивність колоса – 1,29 г, середня кількість зерен у колосі – 22,1 штук, маса 1000 зерен у такому колосі – 58,4 г (табл. 2). Водночас у посіві 49% становлять колоси з довжиною менше 6–4 см. Вони характеризувалися втричі нижчою продуктивністю колоса, а саме зафіксовано достовірне зменшення кількості зерен у колосі та маси 1000 зерен. Внесення мінеральних добрив N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> і N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> достовірно збільшило продуктивність колоса з довжиною колоса >7 і 7–6 см (частка високопродуктивного колоса становила 37–31%). Продуктивність колоса з довжиною менше 6–4 см під дією мі-

Якісний склад колоса в агрофітоценозі ячменю звичайного ярого на XII етапі органогенезу (2011–2013 рр.)

Варіант досліджу	Довжина колоса, см	Сорт Геліос				Сорт Командор			
		Частка колоса в ценозі, %	Продуктивність колоса, г	Кількість зерен в колосі, шт.	Маса 1000 зерен, г	Частка колоса в ценозі, %	Продуктивність колоса, г	Кількість зерен в колосі, шт.	Маса 1000 зерен, г
Контроль	> 7	19	1,29	22,1	58,4	23	1,43	26,2	54,5
	7–6	32	1,04	19,5	53,4	35	1,04	21,2	49,1
	< 6–4	49	0,50	11,0	45,5	42	0,46	11,0	41,7
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	> 7	25	1,49	24,1	61,7	34	1,42	25,4	56,0
	7–6	34	1,18	20,7	57,1	27	1,06	21,9	48,4
	< 6–4	41	0,64	12,5	51,0	41	0,61	12,8	47,8
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	> 7	32	1,35	22,4	60,4	28	1,38	25,0	55,1
	7–6	29	1,16	21,2	54,7	32	1,07	21,1	50,7
	< 6–4	39	0,49	13,6	36,0	40	0,69	14,7	46,8
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	> 7	31	1,32	23,2	56,8	33	1,26	23,5	53,6
	7–6	37	1,05	19,4	54,0	36	1,09	21,7	50,2
	< 6–4	32	0,64	13,0	49,3	31	0,64	14,3	44,8
HIP <sub>05</sub>	-	-	0,06	0,3	1,4	-	0,08	0,6	1,6

неральних добрив достовірно збільшувалася або була такою, як на контролі.

У сорту Командор зберігалася така ж сама залежність: чим довший колос, тим більша кількість і маса зернівок у колосі. Варто відмітити, що зі збільшенням норм мінеральних добрив у сорту Командор спостерігалася достовірно збільшення таких показників, як продук-

тивність колоса, кількість і маса 1000 зерен у колосі з довжиною 7–6 і менше 6–4 см.

Встановлено, що у досліджуваних сортів ячменю звичайного ярого кореляційні зв'язки між кількістю колосків із головного колоса і довжиною колоса були позитивні і характеризувалися як помірні ( $r = 0,31-0,42$ ). Між кількістю колосів з головного колоса і

кількістю зерен в колосі кореляційні зв'язки знаходилися в межах від слабкого ( $r = 0,26$ ) до помірного ( $r = 0,56$ ). Коефіцієнти кореляції між кількістю колосків із головного колоса і масою зерна з колоса характеризувалися як помірні та значні ( $r = 0,31-0,71$ ).

Впродовж 2011–2013 рр. досліджено вплив мінеральних добрив на основні показни-

Таблиця 3

Вплив мінеральних добрив на продуктивність фотосинтетичного апарату (2011–2013 рр.)

Варіант досліджу	Біологічна врожайність т/га або сухої речовини		Середня за вегетацію площа листя, тис. м <sup>2</sup> /га	ФЛП млн (м <sup>2</sup> х дні)/га	Продуктивність 1 тис. од. ФЛП, кг		Коефіцієнт корисної дії ФАР, %			
	всієї фітомаси	зокрема зерна			всієї фітомаси	зокрема зерна	надійшла		що поглинена посівом	
							на створення			
							всієї фітомаси	зокрема зерна	зокрема фітомаси	зокрема зерна
Сорт Геліос										
Контроль	7,5	4,3	12,7	1,08	6,9	4,0	1,62	0,93	2,30	1,32
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	7,4	5,2	14,2	1,21	6,1	4,3	1,60	1,12	2,22	1,57
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	15,0	8,0	25,6	2,30	6,5	3,5	3,24	1,72	3,78	2,02
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	14,9	7,8	31,3	2,88	5,2	2,7	3,21	1,68	3,89	2,04
HIP <sub>05</sub>	0,08	0,11	1,4	0,02	0,06	0,03	-	-	-	-
Сорт Командор										
Контроль	7,9	3,7	13,5	1,08	7,3	3,4	1,70	0,80	2,45	1,15
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	10,8	5,8	16,8	1,38	7,8	4,2	2,33	1,25	3,08	1,65
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	10,6	5,6	26,7	2,35	4,5	2,4	2,29	1,21	2,66	1,40
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	12,7	7,5	29,7	2,79	4,6	2,7	2,74	1,62	3,18	1,88
HIP <sub>05</sub>	0,13	0,06	1,7	0,03	0,09	0,05	-	-	-	-

ки фотосинтетичного апарату рослин, які залежали від кліматичних умов, норм мінерального живлення рослин і генетичного потенціалу сорту (табл. 3).

Встановлено, що одним із найважливіших факторів більш повного використання сонячної енергії являється структурна організація посіву (густота стояння рослин, площа листя, фотосинтетичний листовий потенціал), його здатність формувати достатньо активний фотосинтетичний апарат. Середня площа листя на гектарі посіву у сорту Геліос за вегетацію на контролі становила 12,7 тис. м<sup>2</sup>/га, у сорту Командор – 13,5. Застосування мінеральних добрив у нормі N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> і N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> достовірно збільшило середню площу листя на гектарі посіву. Це сприяло подовженішому періоду роботи листової поверхні.

Фотосинтетичний листовий потенціал (ФЛП) на посіві сорту Геліос за внесення N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> і N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> збільшився до 2,30–2,88 млн (м<sup>2</sup> × дні)/га порівняно з 1,08 на контролі. Аналогічна тенденція спостерігалася і у сорту Командор. Проте продуктивність 1 тис. од. ФЛП всієї

фітомаси рослин і зерна сортів на контролі була достовірно вищою, ніж у варіантах за внесення добрив (табл. 3).

Внесення добрив збільшило коефіцієнт корисної дії фотосинтетично активної радіації (ККД ФАР) як такої, що надійшла і поглинена посівом (табл. 3). Так, ККД ФАР у сорту Геліос, що надійшла з розрахунку на створення сухої речовини всієї фітомаси посіву коливалася в межах від 1,62 на контролі до 3,21% за внесення N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> і на створення маси зерна відповідно становила 0,93 (на контролі) і 1,68% (N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>). ККД ФАР, що поглинена посівом на створення сухої речовини всієї фітомаси посіву за внесення N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> збільшився на 1,59 порівняно з ККД ФАР 2,30% на контролі. ККД ФАР, що поглинена посівом на створення маси зерна коливалася в межах 1,32–2,04%.

Біологічна врожайність сортів Геліос і Командор є інтегровальним параметром дії всіх складових, який визначає продуктивність агрофітоценозу культури. Встановлено, що у сортів ячменю звичайного ярого Геліос і Командор на контролі біологічна врожай-

ність фітомаси становила на рівні 7,5–7,9 і зерна 3,7–4,3 т/га (табл. 3). Внесення подвійної й потрійної норми мінеральних добрив достовірно збільшило біологічну врожайність фітомаси і зерна. Найвища біологічна врожайність фітомаси 14,9–15,0 і зерна 7,8–8,0 т/га у сорту Геліос сформувалася за внесення N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> і N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>. У сорту Командор найвища біологічна врожайність фітомаси 12,7 і зерна 7,5 т/га сформувалася за внесення N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>.

**Висновки.** Найвища потенційна та біологічна продуктивності сортів Геліос та Командор сформована за внесення N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> і N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>. Внесення подвійної й потрійної норми мінеральних добрив достовірно збільшило середню площу листя, фотосинтетичний листовий потенціал сортів у 2,0–2,5 раза та ККД ФАР у 1,5–2,0 раза порівняно з контролем.

Найвища біологічна врожайність фітомаси 14,9–15,0 і зерна 7,8–8,0 т/га у сорту Геліос сформувалася за внесення N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> і N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>. У сорту Командор найвища біологічна врожайність фітомаси 12,7 і зерна 7,5 т/га сформувалася за внесення N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>.

#### ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Грицай А.Д. Влияние технологий выращивания на продуктивность ранних яровых / А.Д. Грицай, И.Н. Свидинюк, Н.Г. Цехмейстпрук [та інші] // *Зерновые культуры*. – 1997. – № 1. – С. 11–13.
2. Попов Н.С. Отзывчивость сорта на обработку почвы и удобрение / Н.С. Попов // *Зерновые культуры*. – № 2. – 1989. – 24 с.
3. Белоножко М.А. Особенности формирования урожая ячменя в зависимости от норм высева и условий минерального питания / М.А. Белоножко, Х.Х. Кусаинова // *Совершенствование технологии выращивания зерновых культур*: Сб. науч. тр. УСХА. – К.: УСХА. – С. 99–105.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов – М.: Колос, 1985. – 351 с.
5. Методика кваліфікаційної (технічної) експертизи сортів рослин з визначення показників придатності до поширення в Україні – випуск 1. К.: «Алефа» 2011. – 102 с.
6. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2006 році (витяг). // Міністерство аграрної політики України, Державна служба з охорони прав на сорти рослин, голов. ред. Волкодав В.В. – К.: Алефа, 2006. – 229 с.
7. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2006 році (витяг). // Міністерство аграрної політики України, Державна служба з охорони прав на сорти рослин, голов. ред. Волкодав В.В. – К.: Алефа, 2007. – 216 с.

Надійшла 29.01.14