

О. В. Теленюк,
Український інститут
експертизи сортів рослин

УДК 632.4А:633.853.494 «321»

Особливості формування агрофітоценозу ячменю ярого (*Hordeum vulgare* L.) залежно від систем удобрення, сорту та погодних умов

Проаналізовано параметри збільшення продуктивності та ефективності ячменю ярого (*Hordeum vulgare* L.) сортів Геліос та Командор на фоні внесення добрив NPK після попередника сої.

Ключові слова:

сорт, дослідження, удобрення, біологічна врожайність, продуктивність.

Мета досліджень – розробити і визначити параметри продуктивності агрофітоценозу ячменю ярого, які стали б основними критеріями у створенні перспективних технологій його вирощування.

Відомо, що ефективність технології як інтегрованого параметра дії і взаємодії комплексу агротехнічних прийомів може істотно варіювати залежно від погодних умов за вегетаційний період культури чи на певних етапах росту і розвитку рослин. Проте знання оптимальних параметрів (стосовно культури і навіть сорту) щодо щільності продуктивного стеблостою, рівня продуктивності колосу, якісного складу колосся в посівах, площі зеленого листя на основних етапах органогенезу, збалансованості живлення рослин, фотосинтетичного потенціалу посіву дає можливість корегувати застосування певного технологічного прийому або цілого комплексу прийомів і таким чином підвищувати ефективність технології загалом.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження з ячменем ярим проводили на базі довготривалого стаціонарного досліді лабораторії інтенсивних технологій зернових колосових і кукурудзи Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН». Грунт

дослідної ділянки темно-сірий опідзолений. Норма висіву становила 4,5 млн шт. схожих насінин на га.

Сівозміна зернопросапна, 8-пільна. Ячмінь у сівозміні вирощували після сої. Довготривалий стаціонарний дослід закладено у 1987 р., тому рослини ячменю відчували не тільки пряму дію різних доз повного мінерального добрива, а й їхню післядію. Вирощувані сорти ячменю Геліос і Командор – інтенсивного типу, пивоварного за напрямом використання.

Досліджували чотири варіанти системи удобрення, що істотно різняться за ступенем насичення мінеральними добривами, застосовуючи інтенсивну систему захисту рослин від бур'янів, хвороб, шкідників.

Результати досліджень. Погодні умови за роками досліджень різнилися за агрометеорологічними показниками (табл. 1) у період від посіву ячменю до початку виходу рослин у трубку (сівба – кінець IV етапу органогенезу), а також під час формування та передмолочної стиглості зернівки (X – початок XI етапу органогенезу). Так, сума активних температур вище 10 °C за період від сівби до закінчення вегетації рослин в обидва роки була однаковою (1612–1620 градусів), але тривалість цього періоду для рослин урожаю

2011 р. була на 25 днів довшою за рахунок періоду від появи сходів до закінчення куціння (у 2,2 раза довше) та фази наливу і дозрівання зернівки (у 1,7 раза довше).

Така різниця певною мірою пов'язана з тим, що у 2011 р. упродовж появи сходів, утворення третього листка, стебел першого-другого порядку і до початку формування колоскових горбиків у конусі наростання кількість опадів була в 4 рази більша, ніж у 2010 р. при вдвічі нижчій середньодобовій температурі повітря вище 10 °C і втричі більшому гідротермічному коефіцієнті (ГТК). Значно нижчою була середньодобова температура повітря вище 10 °C (за такої ж кількості опадів) і впродовж IV–V етапів органогенезу, тобто в період формування колоскових горбиків, квіток.

У тому ж 2011 р. у період наливу і дозрівання зернівки середньодобова температура повітря вище 10 °C була такою ж, як і в 2010 досліджуваному році, але зі значно більшою кількістю опадів, що затримало дозрівання зернівки і негативно відбилося на якості зерна.

Загальний гідротермічний коефіцієнт за вегетацію ячменю в обидва роки досліджень був на рівні 0,91 і 0,88 од. (див. табл. 1). У 2010 р. рос-

Тривалість проходження етапів органогенезу рослинами ячменю у взаємозв'язку з погодними умовами 2010–2011 рр. (середнє для сортів і варіантів удобрення)

Таблиця 1

Етапи органогенезу	Тривалість етапів органогенезу, дні в роки		Агрокліматичні показники, в роки					
			Опади, мм		Сума активних t ⁰ , більше 10° С		ГТК, од	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Сівба–сходи	12	14	4	14	130	57	–	2,40
I–III	12	25	9	38	210	283	0,44	1,34
IV–VI	15	17	10	11	304	200	0,34	0,55
VII–IX	21	16	6	3	408	263	0,14	0,10
X–XI	15	16	45	4	259	311	1,71	0,14
XI–XII	15	26	60	87	301	506	2,00	1,72
I–XII	77	100	130	143	1482	1563	0,88	0,91
Сівба–XII	89	114	134	157	1612	1620	0,83	0,97

лини вирощували в умовах відносного дефіциту вологи впродовж I–IX етапів, а в 2011 р. – впродовж VII – початку XI етапів органогенезу, коли ГТК коливався в межах 0,44–0,1.

Комплекс погодних факторів, що складався в різні фази розвитку рослин ячменю 2010 і 2011 рр., певною мірою корегував рівень продуктивності агрофітоценозу (так само, як і ефективність елементів технології вирощування) на основних етапах органогенезу, зокрема і таких складових, як кількість продуктивних стебел, кількість зерен у колосі, потенційна і біологічна продуктивність колосу.

Як свідчать дані таблиці 3, у середньому за два роки кількість стебел (720–1550 шт/м²) на початку виходу рослин ячменю в трубку збільшувалася під впливом мінеральних добрив й істотно не різнилася між сортами. Однак реакція сортів на один і той самий фон удобрення в різні роки, що аналізуються, неоднакова, на це вказують коефіцієнти варіації. Так, якщо для сорту Геліос (IV етап органогенезу) тільки під час застосування N₉₀P₉₀K₉₀ (зокрема N₆₀ у передпосівну культувацію) погодні умови істотно не вплинули на загальну щільність стеблостою агрофітоценозу ячменю, а при менших дозах мінеральних добрив коефіцієнт варіації за цим показником був досить високий, то для сорту Командор характерна

зворотна залежність, тобто найбільший коефіцієнт варіації для умов року мав місце під час застосування потрійної дози NPK.

Щільність продуктивного стеблостою за роками становила 12–4% на X етапі органогенезу та 15–1% – на XII етапі без чітко визначеного впливу системи удобрення та сорту.

Протягом IV–VIII етапів органогенезу ячменю мала місце редукція стебел, які відставали в розвитку від центрального стебла на один-два етапи. Інтенсивність редукції стебел за цей період у варіанті, де не застосовували мінеральних добрив,

становила 20% у сорту Геліос і 33% у сорту Командор, або відповідно, 145 і 280 стебел на кв. м/га посіву. Під час застосування різних доз мінеральних добрив редукція стебел у сорту Геліос коливається в межах 61–36%, у Командора – 48–38% (табл.2).

У подальшому протягом X–XI етапів органогенезу істотної втрати стебел у сорту Геліос не було, на відміну від сорту Командор, редукція стебел якого за внесення N₃₀P₃₀K₃₀ становила 105 шт/м², або 16%, і 292 шт., 35% – за внесення під ячмінь N₆₀P₆₀K₆₀.

Середня для посіву кількість колосків (квіток, зернівок) у колосі визначається загальною кількістю стебел, яка коливається більшою мірою, ніж кількість колосків (квіток) у конусі наростання (особливо на IV–V етапі органогенезу), а також інтегровальною часткою в посівах різного за потенціалом продуктивності колосся центрального стебла і стебел першого-другого порядку. Середня для посіву кількість колоскових горбиків (IV етап органогенезу) в конусі наростання рослин ячменю без внесення мінеральних добрив (табл.2) більша,

Таблиця 2

Потенційна і господарська (біологічна) продуктивність агрофітоценозу ячменю ярого за вирощування після сої залежно від біологічних особливостей сорту та удобрення (в середньому 2010–2011 рр.)

Варіант	Урожай зерна, сорту				Зміни до попереднього етапу, сорту			
	т/га		коефіцієнт варіації за роками, %		± т/га		%	
	Геліос	Командор	Геліос	Командор	Геліос	Командор	Геліос	Командор
IV етап органогенезу								
Без добрив	9,6	12,4	26	10	–	–	–	–
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	13,4	15,6	12	14	–	–	–	–
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	12,8	19,3	10	19	–	–	–	–
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	18,3	19,5	6	7	–	–	–	–
X етап органогенезу								
Без добрив	5,7	4,8	24	28	-3,9	-7,6	-41	-61
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	4,8	6,6	25	14	-8,6	-9,0	-64	-58
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	7,1	8,7	15	9	-5,7	-10,6	-44	-55
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	7,8	7,9	6	14	-1,5	-11,6	-57	-59
XII етап органогенезу								
Без добрив	4,3	3,7	25	32	-1,4	-1,1	-24	-23
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	5,2	5,8	19	7	0,4	-0,8	8	-12
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	8,0	5,6	12	24	0,9	-3,1	13	-36
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	7,8	7,5	8	1	0,0	-0,4	0	-1

Таблиця 3

Вплив системи удобрення на параметри елементів продуктивності ячменю ярого сортів Геліос і Командор на основних етапах органогенезу за вирощування після сої (у середньому 2010–2011 рр.)

№ варіанта удобрення	Дози мінеральних добрив, кг.д.р/га N-P-K	Елементи продуктивності сортів									
		Кількість стебел, сорт				Кількість квіток (зерен), сорт				Продуктивність колосу, г	
		шт./м ²		коефіцієнт варіації за роками, %		шт./колос		коефіцієнт варіації за роками, %			
		Геліос	Командор	Геліос	Командор	Геліос	Командор	Геліос	Командор	Геліос	Командор
IV етап органогенезу, потенційна продуктивність											
10*	Солома сої, фон 0-0-0	720	840	25	2	30	33	2	11	1,33	1,48
1	Фон+30-30-30	1290	1270	22	10	23	28	35	23	1,04	1,26
2	Фон +60-60-60	1190	1430	34	12	24	30	25	22	1,08	1,35
5	Фон +90-90-90	1500	1550	8	24	27	28	15	28	1,22	1,26
X етап органогенезу, потенційна продуктивність											
10*	Солома сої, фон 0-0-0	575	560	8	0	22	19	32	26	0,99	0,86
1	Фон+30-30-30	500	670	12	7	18	22	14	7	0,81	0,99
2	Фон +60-60-60	760	880	10	4	21	22	5	14	0,94	0,99
5	Фон +90-90-90	790	800	9	8	22	22	4	4	0,99	0,99
XII етап органогенезу, біологічна продуктивність											
10*	Солома сої, фон 0-0-0	528	492	1	6	16	17	28	24	0,80	0,76
1	Фон+30-30-30	538	565	7	1	18	20	14	18	0,97	1,02
2	Фон +60-60-60	772	588	6	15	19	20	15	15	1,03	0,96
5	Фон +90-90-90	742	748	10	6	19	20	8	5	1,05	1,09

Примітка: * – Побічна продукція попередника. У визначенні потенційної продуктивності колосу прийнята маса зернівки 0,045 г.

Таблиця 4

Якісний склад колосся в агрофітоценозі ячменю ярого на XII етапі органогенезу залежно від сорту й удобрення. Середньозважена 2010–2011 рр.

№ варіанта удобрення	Дози мінеральних добрив, кг.д.р/га N-P-K	Довжина колосу, см	Сорт Геліос				Сорт Командор			
			Частка колосу в ценозі, %	Параметри продуктивності			Частка колосу в ценозі, %	Параметри продуктивності		
				Продуктивність колосу, г	Зерен в колосі, шт	Маса 1000 зерен, г		Продуктивність колосу, г	Зерен в колосі, шт	Маса 1000 зерен, г
10	Солома сої, фон 0-0-0	> 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
1	Фон + 30-30-30	> 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
2	Фон + 60-60-60	> 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
5	Фон + 90-90-90	> 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

ніж під час застосування різних доз туків, а коефіцієнт варіації цього показника в межах 2010–2011 рр. неістотний.

Застосування мінеральних добрив в умовах сприятливого для куціння 2011 р. супроводжувалося значним, порівняно з 2010 р., збільшенням стеблостою, внаслідок чого середня кількість колоскових горбиків на IV етапі органогенезу в конусі наростання була меншою, а коефіцієнт варіації за два роки становив 35–15%.

Після закінчення цвітіння варіювання середньої кількості зернівок в колосі, залежно від умов року, було найменше (4–8%) у варіанті із застосуванням N₉₀P₉₀K₉₀, що виявилось найбільшим (32–24%) у варіанті без внесення мінеральних добрив.

Наведена в табл. 2 середня реальна продуктивність колосу в агрофітоценозі ячменю на XII етапі органогенезу вища, ніж потенційна на X етапі органогенезу, оскільки фактична маса зернівки була ви-

щою, ніж прийнята в розрахунках потенціалу колосу (0,045 г).

Потенційна і господарська врожайність агрофітоценозу ячменю визначається кількістю продуктивних стебел, кількістю зерен у колосі та масою зернівки. Дослідження показали (табл. 3), що за вирощування ячменю ярого після бобового попередника (сої) без застосування мінеральних добрив потенційна продуктивність агрофітоценозу на час закінчення куціння і формування колоскових горбиків у

Таблиця 5

Продуктивність роботи листового апарату та рівень використання ФАР агрофітоценозом ячменю ярого залежно від біології сорту й удобрення (у середньому 2010–2011 рр.)

№ варіанта удобрення	Дози мінеральних добрив, кг.д.р/га N-P-K	Біологічний врожай на XII етапі, т/га, або сухої речовини		Середня за вегетацію площа листя, тис. м ² /га	ФПЛ млн (м ² ×дні)/га	Продуктивність 1 тис. од. ФПЛ, кг		Коефіцієнт корисної дії ФАР, %			
		усієї фітомаси	в т. ч. зерна			всієї маси	зерна	що надійшла		що поглинута посівом	
								на створення			
на створення											
всієї маси											
зерна											
всієї маси											
зерна											
Сорт Геліос											
10	Солома сої, фон 0-0-0	7,5	4,3	12,7	1,08	6,9	4,0	1,62	0,93	2,30	1,32
1	Фон+30-30-30	7,4	5,2	14,2	1,21	6,1	4,3	1,60	1,12	2,22	1,57
2	Фон +60-60-60	15,0	8,0	25,6	2,30	6,5	3,5	3,24	1,72	3,78	2,02
5	Фон +90-90-90	14,9	7,8	31,3	2,88	5,2	2,7	3,21	1,68	3,89	2,04
Сорт Командор											
10	Солома сої, фон 0-0-0	7,9	3,7	13,5	1,08	7,3	3,4	1,70	0,80	2,45	1,15
1	Фон+30-30-30	10,8	5,8	16,8	1,38	7,8	4,2	2,33	1,25	3,08	1,65
2	Фон+60-60-60	10,6	5,6	26,7	2,35	4,5	2,4	2,29	1,21	2,66	1,40
5	Фон +90-90-90	12,7	7,5	29,7	2,79	4,6	2,7	2,74	1,62	3,18	1,88

конусі наростання в середньому за два роки була на рівні 9,6 т/га для сорту Геліос і 12,4 т/га для сорту Командор. За період від початку трубкування до кінця цвітіння втрати потенціалу посівів сорту Геліос становили 3,9 т/га, сорту Командор – 7,6 т/га зерна, або відповідно 41% і 61% від потенціалу IV етапу органогенезу, а впродовж наливу і дозрівання зернівки – додатково ще 1,4 та 1,1 т/га.

Втрати потенційного врожаю посівів упродовж V–IX етапів органогенезу у варіантах із застосуванням різних доз мінеральних добрив сорту Геліос у 1,5–2,7 рази, сорту Командор – у 1,2–1,5 рази вищі, ніж за вирощування ячменю лише на фоні заробленої в ґрунт соломи сої (табл. 3).

Біологічна врожайність посівів сорту Геліос у фазі воскової – повної стиглості зерна порівнянно з потенціалом на X етапі органогенезу зменшилася на 1,4 т/га, або 24% тільки у варіанті 12 (без добрив), у сорту Командор втрати врожаю також були на удобрених варіантах, особливо під час застосування N₉₀P₉₀K₉₀, внаслідок інтенсивної редукції стебел за цей період.

Аналіз структури посівів на різних етапах органогенезу дає змогу припустити, що рівень продуктивності

окремих її складових корегується не лише ґрунтово-кліматичними та антропогенними факторами, а й, очевидно, також процесами саморегулювання в самій агрофітосистемі ячменю. Це визначається не тільки ступенем редукції колосків, квіток, стебел, а й співвідношенням у посіві різноякісного за продуктивністю колосся.

Аналіз структури посівів у фазі повної стиглості зерна (XII етап органогенезу) свідчить: чим менша довжина колосу, тим менша не тільки кількість зернівок у колосі, а й маса зернівки (табл. 4). Так, за вирощування ячменю без застосування мінеральних добрив у сівозміні після сої частка найпродуктивнішого колосу в агрофітоценозі сорту Геліос (1,29 г) становила 19%; маса зернівки в такому колосі – 0,0584 г, а середня кількість зерен у колосі – 22,1 шт. Водночас у посіві 49% становить колосся з втричі меншою продуктивністю внаслідок зменшення кількості зерен вдвічі і маси зернівки майже на 0,013 г, або на 22%.

Застосування N₆₀P₆₀K₆₀ і N₉₀P₉₀K₉₀ сприяє збільшенню в посіві частки високопродуктивного колосся до 32–31%. У сорту Командор зберігається така ж залежність: чим менша довжина колосу, тим менша кіль-

кість зерен в колосі і маса зернівки, але впливу системи удобрення ячменю на розподіл різнопродуктивного колосся в посівах чітко не спостерігається (табл. 4). Біологічний урожай сортів Геліос і Командор є інтегративним параметром дії всіх складових, що визначають продуктивність рослин впродовж онтогенезу, зокрема і роботи листового апарату. Слід зауважити, що біологічний урожай визначали за пробним снопом так само, як і потенціали продуктивності посіву на основних етапах розвитку; рівень його є дещо більшим ніж господарський, оскільки певною мірою включає втрати зерна за збирання врожаю комбайном.

Площа листя в середньому за вегетацію впродовж 2010–2011 рр. та площа листя на гектарі посіву ячменю, який вирощувався на фоні загортання в ґрунт побічної продукції сої, становила 12,7 тис. кв. м/га у сорту Геліос і 13,5 тис. кв. м/га у сорту Командор (табл.5). Застосування мінеральних добрив у дозі N₃₀P₃₀K₃₀ істотно не відобразилося на середній за вегетацію площі зеленого листя, хоча сприяло збільшенню її на 8–10 тис. кв. м/га на IV–VII етапах органогенезу. У варіантах з унесенням мінеральних добрив по 60 кг/га і 90 кг/га д.р. мали місце

збільшення середньої за вегетацію площі листя у 2,0–2,5 рази і більш тривалий період роботи листкового апарату.

У період цвітіння площа листя в таких варіантах досягала 38–47 тис. кв. м/га, що сприяло активнішому використанню фотосинтетично активної радіації, яка була поглинута посівом.

Фотосинтетичний листковий потенціал (ФЛП) посіву під впливом удобрення збільшився з 1,08 млн (м² × дні)/га до 2,30–2,88 млн одиниць ФЛП і був майже однаковим для обох сортів у межах кожного варіанта удобрення. Проте продуктивність роботи 1 тис. од. ФЛП сорту Командор вища порівняно з сортом Геліос (7,3 і 7,8 кг абсолютно сухої речовини проти 6,9 і 6,1 кг) за вирощування ячменю без мінеральних добрив або за мінімальної їх

доза внаслідок утворення першим сортом відносно більшої кількості побічної продукції (табл. 5). У варіантах із подвійною та потрійною дозою NPK продуктивність роботи одиниці ФЛП у сорту Командор нижча, ніж у сорту Геліос, особливо якщо оцінювати створення посівом всієї надземної фітомаси.

Така залежність під час визначення реакції сортів спостерігається і за коефіцієнтом корисної дії фотосинтетично активної радіації (ККД ФАР) як такої, що надійшла і що поглинута посівом (табл.5).

ККД ФАР, що надійшла, залежно від системи удобрення, за середньозваженими даними 2010–2011 рр., коливалася в межах 1,6–3,2% з розрахунку на створення сухої речовини надземної фітомаси посіву, і в межах 0,8–1,7% – на створення абсолютно сухої маси

зерна повної стиглості; ККД ФАР, що поглинута посівом, становила відповідно 2,2–3,9% і 1,2–2,0 %.

Висновки. Сорти ячменю ярого Геліос і Командор за вирощування в сівозміні після сої без внесення мінеральних добрив формують у середньому за 2010–2011 рр. урожайність абсолютно сухого зерна на рівні 4,3–3,7 т/га.

Кращий біологічний урожай (8 т/га зерна А і 15 т/га всієї сухої фітомаси) сорт ячменю ярого Геліос формує на фоні побічної продукції попередника – сої із застосуванням мінеральних добрив у дозі NPK по 60 кг. д. р. /га .

Для отримання 7,5 т/га зерна ячменю ярого сорту Командор потрібно застосовувати мінеральні добрива в дозі N₉₀P₉₀K₉₀ на фоні післядії побічної продукції попередника сої.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Грицай, А. Д. Влияние технологий выращивания на продуктивность ранних яровых / А. Д. Грицай, И. Н. Свидинюк, Н. Г. Цехмейстпрук, Е. Ф. Дудка // 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 посева и условий минерального питания / М. А. Белоножко, Х. Х. Кусаинова // Совершенствование технологии выращивания зерновых культур: Сб. науч. тр. УСХА. – К.: УСХА. – С. 99–105.