

УДК 63311:631.8

О.Д. Черно, кандидат сільськогосподарських наук
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

ФІЗИЧНІ ТА БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА ТРИВАЛОГО УДОБРЕННЯ

Висвітлено результати досліджень впливу тривалого застосування добрив на фізичні і біохімічні показники якості зерна пшениці м'якої озимої в умовах Правобережного Лісостепу України. З'ясовано, що за рахунок добрив можна підвищити врожайність культури, вміст білка і клейковини в зерні. Встановлена тісна кореляційна залежність між кількістю клейковини і вмістом білка в зерні.

Ключові слова: пшениця озима, мінеральні добрива, натура зерна, маса 1000 зерен, склоподібність, білок, клейковина.

Однією з найгостріших проблем сучасності залишається дефіцит білка. За рахунок зернових культур населення забезпечується білком на 50–60 %. До Державного реєстру занесено понад 240 сильних і цінних сортів пшениці м'якої озимої [1]. В Україні останніми роками вирощуються рекордні врожаї її зерна, але, як стверджують експерти, його якість ще досить низька [2, 3]. За останні 15–20 років показники якості зерна пшениці озимої погіршилися і не відповідають сучасним стандартам [4].

С.М. Крамарьов зі співавторами [5] зазначають, що у передвоєнні роки вміст білка у зерні пшениці в Дніпропетровській, Харківській, Полтавській, Запорізькій областях становив 18,5 %, у 1998 р. – 15,5 %, а пізніше знизився до 13,4 %. В останні роки середній вміст білка пшениці озимої м'якої досягає 11–14 %, проте є непоодинокі випадки, коли він варіює в межах 8,0–9,5 %. Отже, тенденція до зниження білка в зерні набуває постійного характеру. Зменшення вмісту білка відмічається також і за кордоном, де застосовують інтенсивні технології вирощування пшениці [6, 7]. Тому проблеми збільшення валового збору зерна і підвищення його якості завжди були й залишаються актуальними. Найбільш діалектично взаємозв'язану інформацію з цих питань забезпечують дані тривалих стаціонарних дослідів.

Мета досліджень – виявлення впливу тривалого (50-річного) застосування різних систем і норм удобрення на врожайність, фізичні та біохімічні показники якості зерна пшениці озимої.

Дослідження проводились у тривалому (з 1964 р.) стаціонарному досліді кафедри агрохімії і ґрунтознавства Уманського НУС (№ реєстрації УААН 094) на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому. Основою дослідів є 10-пільна польова сівозміна (конюшина, пшениця озима, буряки цукрові, кукурудза, горох, кукурудза на силос, пшениця озима, буряки цукрові, ячмінь ярий з підсівом конюшини), яка розгорнута в часі і просторі та реалізується на десяти фонах. Удобрення пшениці озимої наведено в табл. 1.

У досліді вивчали вплив трьох рівнів удобрення за мінеральної, органічної та органо-мінеральної систем удобрення. Дози добрив за мінеральної сис-

теми складала $N_{45}P_{45}K_{45}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$, $N_{135}P_{135}K_{135}$ на 1 га сівозмінної площі (1NPK, 2NPK 3NPK), за органічної – 9,0, 13,5 і 18 т/га гною (1 Гн, 2Гн, 3 Гн), за органо-мінеральної системи удобрення дози гною – 4,5, 9,0 і 13,5 т/га, а загальна кількість внесення основних елементів живлення скоригована до мінеральної системи удобрення додатковим внесенням мінеральних добрив (ОМ1, ОМ2, ОМ3). Добрива вносили диференційовано під кожен культуру сівозміни.

Результати досліджень. Погодні умови в роки проведення досліджень були контрастними (посушливі в 2012 р. та надмірно зволожені в 2014 р.), що, безумовно, впливало на формування врожаю пшениці озимої, попередником якої був горох.

Добрива, що вносились у досліді впродовж 50 років, зумовили створення різних рівнів родючості ґрунту, що позитивно, але неоднаково вплинуло на врожайність пшениці озимої. В середньому за три роки досліджень на ділянці, де добрив не вносили, її врожайність була найменшою. Зі збільшенням норм добрив вона підвищувалась за мінеральної системи удобрення на 1,32–2,61 т/га, органічної – 1,42–2,21 та органо-мінеральної – 1,55–2,85 т/га (табл. 2).

Під дією внесених органічних і мінеральних добрив покращувалась і якість зерна пшениці озимої, зокрема такі її фізичні показники, як натура, маса 1000 зерен, склоподібність.

Як відомо, найбільшу масу 1000 зерен формують рослини, вирощувані у сприятливих метеорологічних умовах упродовж періоду наливу і достигання зерна. За рівної кількості стебел і озерненості колоса врожай вищий там, де більша маса 1000 зерен [8]. На думку автора, маса зерна при врожайності 70–90 ц/га повинна бути в межах 45–55 г. У нашому досліді найвищі якісні показники – масу 1000 зерен, натуру зерна – одержано за сприятливіших погодних умов 2013 р. Зі збільшенням норм добрив маса 1000 зерен дещо зменшувалась, проте суттєвої різниці між показниками у різних варіантах не спостерігалось (табл.2).

За надмірного зволоження 2014 р. маса 1000 зерен була найменшою, а вплив добрив був більш істотним. При їх застосуванні маса зерна збільшувалась і найвищою вона була за внесення потрійних норм за усіх систем удобрення. В середньому за роки досліджень маса 1000 зерен була

Удобрення пшениці озимої в досліді

Варіант досліду (насиченість 1 га площі сівозміни)	Основне удобрення	Доза внесення азоту добрив	
		напровесні	у фазу виходу в трубку
Без добрив (контроль)	–	–	–
$N_{45}P_{45}K_{45}$	$P_{45}K_{45}$	22,5	22,5
$N_{90}P_{90}K_{90}$	$P_{90}K_{90}$	45	45
$N_{135}P_{135}K_{135}$	$N_{45}P_{135}K_{135}$	45	45
Гній 9 т/га	–	–	–
Гній 13,5 т/га	–	–	–
Гній 18 т/га	–	–	–
Гній 4,5 т/га + $N_{22,5}P_{33,7}K_{18}$	$P_{22,5}K_{22,5}$	–	22,5
Гній 9 т/га + $N_{45}P_{67,5}K_{36}$	$P_{45}K_{45}$	22,5	22,5
Гній 13,5 т/га + $N_{67,5}P_{101,2}K_{54}$	$P_{67,5}K_{67,5}$	33,7	$N_{33,7}$

Таблиця 2.

Вплив тривалого удобрення на урожайність та фізичні показники якості зерна пшениці озимої

Варіант досліду	Урожайність, т/га (середня за 2012–2013 рр.)	Маса 1000 зерен, г			Натура зерна, г/л			Склоподібність, %		
		Рік								
		2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
Без добрив (контроль)	4,65	43,0	49,7	28,9	773	770	708	79	70	42
M1	5,97	43,8	53,6	31,1	777	851	723	82	75	45
M2	6,94	39,9	52,1	36,4	799	840	732	85	77	48
M3	7,26	35,2	51,9	39,8	804	848	728	87	80	45
O1	6,07	43,8	52,0	31,6	779	816	722	84	74	39
O2	6,64	44,5	51,4	37,9	783	823	744	85	75	40
O3	6,86	43,0	50,2	40,5	776	816	731	88	79	46
OM1	6,20	42,6	52,8	31,4	769	848	730	82	77	46
OM2	7,09	40,6	52,5	36,7	791	820	748	86	80	47
OM3	7,50	39,4	50,3	40,0	805	815	733	89	81	48
НІР ₀₅		2,1	2,6	1,6	32	36	28	2,1	2,6	1,8

високою (більше 40 г) і збільшувалась на 1,8–2,3 г за мінеральної, 2,0–4,1 – за органічної і на 1,8–2,8 г за органо-мінеральної систем удобрення.

Натуру зерна можна розглядати як ознаку, що вказує на борошномельні його властивості. Зерно з високою натурою має потенційно більший вихід борошна.

В інтервалі маси 1000 зерен пшениці від 15 до 40 г існує тісний зв'язок між її показниками та натурою зерна. Збільшення маси 1000 зерен від 40 до 60 г практично не впливає на натуру [9]. Подібний зв'язок спостерігався і в деякі роки наших досліджень. За посушливих умов 2012 р. маса 1000 зерен

зменшувалась з 43,0 г (на ділянках без добрив) до 35,2 (у варіанті $N_{135}P_{135}K_{135}$), а натурна маса – збільшувалась і становила 773 та 804 г/л відповідно. Найвищою натурою зерна була у більш сприятливому 2013 р. Тіснота зв'язку за коефіцієнтом кореляції між масою 1000 зерен і натурою зерна була помірною ($r = 0,48$), а між масою 1000 зерен і урожайністю – значною ($r = 0,64$).

Склоподібність зерна – один із головних показників його якості. З ним, зазвичай, пов'язують вихід борошна та його хлібопекарські властивості. Доведено, що найважливішими умовами, які визначають склоподібність зерна пшениці, є ґрунтова й

повітряна волога та наявність елементів живлення [4–6]. У роки проведення наших досліджень погодні умови по-різному впливали на склоподібність зерна. У 2014 р. зерно можна вважати напівсклоподібним, а в 2012 і 2013 рр. – склоподібним. Удобрення сприяло деякому збільшенню склоподібності зерна (на 5–13 %) залежно від норми.

Біохімічні показники якості характеризують харчову цінність зерна. Білок – одна з його складових. Уміст білка в зерні (борошні) є одним із найважливіших критеріїв оцінки якості зерна пшениці в світовій практиці. Якщо в зерні 9–10 % білка, то про задовільну якість борошна з такого врожаю говорити не варто. Мінімум вмісту білка в зерні пшениці для забезпечення задовільної якості має становити 12 % [4, 10].

Результатами досліджень встановлено, що в роки проведення досліджень погодні умови і добрива суттєво впливали на вміст білка. У фазу наливу зерна при температурах біля 31°C та відсутності опадів проходить збільшення вмісту як білка, так і клейковини, що і відбувалось у більш посушливому 2012 р., коли вміст білка був вищим, порівняно з його показниками в інші роки досліджень (табл. 3).

Посушливі умови певною мірою гальмували фотосинтетичні процеси, а дихання рослин підсилювалось і збільшувались витрати вуглеводів. За цієї причини переважало накопичення білків.

На ділянках без добрив уміст білка був найменшим. При застосуванні різних норм і систем удобрення він збільшувався на 2,5–4,1 абс. %. Переваги тієї чи іншої системи удобрення не було виявлено. При застосуванні подвійних і потрійних норм добрив за всіх систем удобрення, згідно ДСТУ 3768-2010, було одержано зерно 1 класу. Слід зазначити, що в 2012 р. з підвищенням норм добрив уміст білка істотно збільшувався. Аналогічна закономірність спостерігалась і в наступному 2013 р. Натомість у 2014 р. упродовж квітня-червня випало 299 мм опа-

дів, що на 109 мм більше середніх їх багаторічних показників. Рослини пшениці озимої були сильно загущені, перерослі, уражувались хворобами і вилягали, що, в свою чергу, вплинуло на якість зерна і призвело до зниження вмісту білка. Практично за всіх норм і систем удобрення зерно відповідало 3 класу. Серед варіантів із системами удобрення найнижчий вміст білка був за мінеральної системи удобрення (11,8 %), особливо за внесення потрійних норм, а найвищий – за орґано-мінеральної, проте показники за всіх систем удобрення істотно не відрізнялись.

Відомо, що вміст клейковини в зерні пшениці озимої і фізичні властивості, що характеризують її якість, можуть значно варіювати. Як правило, вміст клейковини добре корелює з вмістом білка. Проте, є випадки, коли під дією певних факторів білок клейковини може змінювати свої фізико-хімічні властивості, через що може зменшуватись міцна гідратована маса сирої клейковини і, відповідно, спостерігається зменшення виходу клейковини при дещо більшому вмісті білка в зерні. Це явище, в першу чергу, може зумовлюватись надлишковою кількістю опадів [4, 8]. Аналогічне явище ми спостерігали у 2014 р., коли практично за однакового вмісту білка, особливо на ділянках із високими нормами добрив, був дещо нижчим вміст клейковини (табл.4).

В середньому за роки досліджень, добрива сприяли підвищенню вмісту клейковини на 2,3–4,5 абс.% за мінеральної, 2,3–5,0 за орґанічної та 2,5–5,3 абс. % за орґано-мінеральної систем удобрення. На ділянках без добрив та при застосуванні $N_{45}P_{45}K_{45}$ зерно відповідало 3 класу, при застосуванні вдвічі та втричі вищих норм за всіх систем удобрення – 2 класу. Вміст клейковини тісно корелював із вмістом білка ($r=0,98$).

Якість клейковини оцінюють за її кольором, розтяжністю, еластичністю, пружністю, розпливанням кульки у часі. Нами встановлено, що добрива, підвищуючи вміст клейковини, впливали на її якість по-

Таблиця 3.

Вміст білка в зерні пшениці озимої за тривалого застосування добрив

Варіант досліджу	Вміст білка			Середній за три роки	Умовний вихід білка, кг/га
	2012 р.	2013 р.	2014 р.		
Без добрив (контроль)	11,0	11,4	11,3	11,6	464
M1	13,5	11,9	11,8	12,4	637
M2	14,4	12,5	11,9	12,9	772
M3	14,9	13,5	11,8	13,4	837
O1	13,4	12,1	11,9	12,5	651
O2	14,3	12,4	12,2	13,0	740
O3	14,9	13,6	12,3	13,6	800
OM1	13,3	12,0	12,0	12,5	665
OM2	14,5	12,6	12,4	13,1	801
OM3	15,1	13,7	12,6	13,8	893
HP ₀₅	0,54	0,50	0,41	–	–

Якісні показники клейковини за тривалого удобрення

Варіант досліджу	Вміст клейковини, %			Розтяжність, см			ІДК, од.		
	Показники в роки досліджень								
	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
Без добрив (контроль)	21,4	22,7	21,9	18	25	31	68	79	80
M1	26,5	23,6	22,9	16	25	32	65	75	78
M2	28,7	24,8	23,4	17	26	33	62	80	80
M3	30,0	26,4	23,2	17	28	33	60	82	86
O1	26,7	23,2	23,0	15	24	28	58	72	76
O2	28,2	24,7	23,9	16	26	28	60	70	77
O3	30,2	27,0	23,7	17	26	29	63	73	76
OM1	26,1	23,9	23,4	15	24	29	64	72	82
OM2	28,9	24,1	23,8	16	27	30	60	75	80
OM3	30,3	26,6	24,9	16	27	30	58	75	85
НІР ₀₅	1,12	1,10	1,06	–	–	–	–	–	–

різному, залежно від погодних умов у період наливу, дозрівання і збирання зерна.

У посушливому 2012 р. за розтяжністю клейковина відносилась до середньої, у 2013, 2014 рр. – була довгою і коливалась в межах 26–31 см. В середньому за три роки досліджень розтяжність клейковини у варіанті без добрив становила 25 см. Внесення високих норм мінеральних добрив сприяло деякому збільшенню цього показника в межах тієї ж групи.

У 2012 р. за спекотної, сухої погоди і недостатньої забезпеченості рослин вологою в період дозрівання зерна відбувалось утворення більш міцної та пружної клейковини і, відповідно, менш розтяжної. Якість її була доброю і вона відповідала I групі. Застосування добрив зумовило деякі зміни показника ІДК, але він залишався в межах тієї ж групи. Дощова погода при дозріванні та збиранні врожаю 2014 р. призвела до суттєвого погіршення якості клейковини і в усіх варіантах досліджу вона була задовільно слабкою.

У середньому за 2012–2014 рр. на ділянках без добрив клейковина пшениці озимої була задовільно слабкою і відповідала II групі якості, а на удобрених ділянках за всіх систем удобрення вона була доброю, оскільки індекс її деформації коливався в межах 69–73 од., що відповідало I-й групі якості.

Висновки. Погодні умови вегетаційного періоду пшениці озимої, особливо під час формування зерна, істотно впливали на якісні показники. Кращими вони формуються за помірного забезпечення рослин вологою і гіршими – за надмірного зволоження. Найвищі показники якості забезпечило застосування високих норм добрив ($N_{135}P_{135}K_{135}$) – 13,4–13,8 % білка та 26,5–27,3 % клейковини I групи якості. За вирівняності норм N, P_2O_5, K_2O в складі мінеральної, органічної та органо-мінеральної систем удобрення істотних відмінностей не виявлено.

Література

1. Матвієць В. Г. Проблема якості зерна пшениці м'якої озимої системний підхід до вирішення / В. А. Лісничий, О. В. Горлачова, Н. М. Матвієць // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. – 2011. – Вип. 10. – С. 151–159.
2. Бурденюк-Тарасевич Л. В. Пшеница. Глубина генетического потенциала / Л. В. Бурденюк-Тарасевич // Зерно. – 2010. – № 4 (48). – С. 49–51.
3. Стратієвський Д. Вирости продовольчу пшеницю / Д. Стратієвський // Агроном. – 2009. – № 2. – С. 72–73.
4. Черенков А. В. Якість зерна озимої пшениці на півдні України та шляхи її підвищення / А. В. Черенков, М. С. Шевченко, О. Л. Романенко, А. С. Бондаренко // Бюлетень Інституту зернового господарства. – 2009. – № 37. – С. 25–30.
5. Крамарьов С. М. Продуктивність та якість зерна пшениці м'якої озимої залежно від мінерального живлення в умовах Лівобережного Лісостепу України / С. М. Крамарьов, Г. П. Жемела, С. М. Шакалій // Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. – 2014. – № 6. – С. 61–67.
6. Черныш П. Г. Как повысить класс пшеницы / П. Г. Черныш, С. М. Каленская // Зерно. – 2009. – № 2 (4). – С. 72–74.
7. Майданюк В. В. Урожайність та якість пшениці озимої у північному Лісостепу залежно від технології вирощування / В. В. Майданюк / Збірник наукових праць ННЦ "Інститут землеробства НААН". – 2011. – Вип. 1–2. – С. 103–108.
8. Лихочвор В. Оптимальні параметри структури врожаю озимої пшениці / В. Лихочвор // Агробізнес сьогодні. – 2012. – № 23(246). [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.agro-business.com.ua/component/content/article/1376.html?ed=74>.

9. Квасніцька Л. С. Формування показників якості зерна пшениці озимої в польових сівозмінах Поділля / Л. С. Квасніцька // Вісник Житомирського національного агроекологічного університету. – 2012. – №1 (30). – Т.1.– С. 149 – 156.

10. Жемела Г. П. Вплив мінерального живлення на елементи продуктивності та якість зерна пшениці озимої / Г. П. Жемела, С. М. Шакалій // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2012.– № 4. – С. 14–16.

Черно Е.Д.

Физические и биохимические показатели качества зерна пшеницы озимой при длительном применении удобрений

Освещены результаты исследований влияния длительного применения удобрений на физические и биохимические показатели качества зерна пшеницы озимой в условиях Правобережной Лесостепи Украины. Установлено, что за счет удобрений можно повысить урожайность культуры, содержание белка и клейковины в зерне. Установлена тесная корреляционная зависимость между количеством клейковины и белка в зерне.

Ключевые слова: пшеница озимая, минеральные удобрения, натура зерна, масса 1000 зерен, стекловидность, белок, клейковина.

Cherno O.D.

Physical and biochemical properties of the quality of winter wheat under long-term fertilization

The results of the influence of long-term fertilization on the physical and biochemical properties of grain quality of winter wheat on the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine are presented. It is proved that fertilization can increase crop capacity, protein and gluten contents. The correlation dependence between gluten content and protein content in grain is found.

Keywords: winter wheat, mineral fertilizers, grain unit, weight per 1000 grains, grain hardness, protein, gluten.

Рецензенти

Вишнівський П.С. – д. с.-г. н.

Юла В.М. – к. с.-г. н.

Стаття надійшла до редакції 19.02.2015 р.