

УДК 664.64.016.8:[631.811.98+631.84]
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.110-1.3>

ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ДІЇ РЕГУЛЯТОРА РОСТУ ТА РІВНЯ АЗОТНОГО ЖИВЛЕННЯ

Білоусова З.В. – к.с.-г.н.,
старший викладач кафедри рослинництва
імені професора В.В. Калитки,
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного

У статті досліджено вплив регулятора росту АКМ та різних рівнів азотного підживлення на показники якості зерна пшениці озимої за вирощування в умовах недостатнього зволоження Південного Степу України. Експериментальну частину роботи проводили в умовах навчально-науково-виробничого центру Таврійського державного агротехнологічного університету (Мелітопольський район Запорізької області) впродовж 2009–2012 рр. Дослід було закладено для сорту пшениці озимої Золотоколоса. Схема досліду включала передпосівну обробку насіння (0,33 л/т) та вегетуючих рослин (0,33 л/га) регулятором росту АКМ (фактор А) та різні норми азоту (N_{26} , N_{34} , N_{48}) для весняного підживлення (фактор В). Контролем виступали варіанти без застосування PPP та азотних підживлень. Результати проведених досліджень показують, що вміст білку коливався від 10,6 до 12,8%, а клейковини – від 22,4 до 28,9%, залежно від дії регулятора росту та різних норм азоту. Застосування азотних добрив лише для ранньовесняного підживлення пшениці озимої не мало суттєвого впливу на вміст білку та клейковини в зерні. Це можна пояснити тим, що азот, внесений на початкових етапах розвитку (III етап органогенезу), більшою мірою використовується рослиною для формування кількості зерна, а не його якості. Найвищий ефект було відмічено за сумісного використання регулятора росту з низькою нормою азоту (N_{26}), коли вміст білка зростав на 21% (відн.), а вміст клейковини – на 26% (відн.), порівняно з варіантом без використання АКМ. Сумісне використання роздрібного азотного підживлення (N_{48}) з регулятором росту АКМ сприяло зростанню вмісту білка на 9% (відн.) за одночасного зменшення вмісту клейковини на 14% (відн.), порівняно з варіантом без PPP. Тобто за поєднання позакореневого підживлення азотом з внесенням препарату АКМ збільшується синтез цитоплазматичних (розчинних білків) і уповільнюється утворення запасних білків клейковини. Натура зерна коливалася від 715 до 786 г/л і більшою мірою залежала від норми азоту для підживлення. Загалом встановлено, що для отримання зерна високої якості потрібно використовувати передпосівну обробку насіння пшениці озимої регулятором росту АКМ сумісно із роздрібним внесенням азотних добрив (N_{48}) у якості підживлення протягом весняної вегетації.

Ключові слова: пшениця озима, регулятор росту, азотні добрива, вміст білку, вміст клейковини.

Bilousova Z.V. Technological properties of winter wheat grain depending on growth regulator and level of nitrogen nutrition

The influence of AKM growth regulator and different levels of nitrogen fertilization on grain quality indicators of winter wheat grown under the conditions of insufficient moisturizing of the Southern Steppe of Ukraine is investigated. The experimental part of the work was carried out at the research-study-production center of Tavria State Agrotechnological University (Melitopol district of Zaporizhia region) in 2009–2012. Field trial was based on Zolotokolosa winter wheat cultivar. The experiment scheme included pre-sowing seed treatment (0.33 l/t) and vegetative plants (0.33 l/ha) with AKM growth regulator (factor A) and various nitrogen rates (N_{26} , N_{34} , N_{48}) for spring fertilization (factor B). Control variant had no AKM and nitrogen fertilization. The results of the research show that protein content in the grain ranged from 10.6 to 12.8%, gluten from 22.4 to 28.9%, depending on the effect of the growth regulator and different rates of nitrogen treatment. Nitrogen fertilizer application only in the early spring had no significant effect on protein and gluten content of winter wheat grain. This can be explained by the fact that nitrogen applied at the initial stages of plant development (third stage of organogenesis) is mostly

used to form the amount of grain, rather than its quality. The highest effect was observed with the use of a growth regulator with low nitrogen doses (N_{26}), when protein content increased by 21% (rel.) and gluten content by 26% (rel.), compared to the variant without AKM application. Combined use of fractional nitrogen fertilization (N_{48}) and AKM growth regulator contributed to a 9% (rel.) increase in protein content while reducing gluten content by 14% (rel.) compared to non-AKM variant. That is, when combining foliar nitrogen application with AKM application, synthesis of cytoplasmic (soluble) proteins is increased and formation of spare proteins of gluten is slowed. Grain-unit ranged from 715 to 786 g/l and depended mostly on the amount of nitrogen fertilization. It was determined that in order to achieve high quality grain, it is necessary to use pre-sowing AKM treatment combined with fractional nitrogen application (N_{48}) during spring vegetation.

Key words: winter wheat, growth regulator, nitrogen fertilizers, protein content, gluten content.

Постановка проблеми. Застосування інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур на сучасному етапі можливе лише за умови раціонального використання добрив. В Україні середні показники внесення мінеральних добрив під польові культури, починаючи з 1990-х років, значно скоротилися [1]. І хоча з 2013 року спостерігається тенденція до підвищення обсягів їх внесення, вони все ще залишаються суттєво меншими від тих, що зафіксовані у розвинених країнах світу [2]. Так, за даними Держкомстату, станом на 2018 рік в Україні в середньому на 1 га удобреної посівної площі пшениці озимої вносилося 149 кг/га д.р. добрив, з них 107 – азотних, 24 – фосфорних і 18 калійних [3]. На Півдні України склалася дещо гірша ситуація із застосуванням мінеральних добрив. Так, в середньому по південним областям (Запорізька, Херсонська, Одеська, Миколаївська) під урожай пшениці озимої в 2018 році було внесено 136 кг/га д.р. добрив, з них 97 – азотних, 23 – фосфорних і 16 калійних [3].

Ефективність використання добрив в Україні також знаходиться на низькому рівні. Так, за даними Всесвітньої організації ФАО, прибавка врожаю зернових культур від застосування 1 кг азоту в Німеччині становить 20,3, Франції – 21,2, Великій Британії – 24,3 кг, тоді як в Україні цей показник не перевищує 12,2 кг [4; 5]. Частково це можна пояснити несприятливими ґрунтово-кліматичними умовами, але основною причиною залишається недосконалість системи живлення рослин. Тому на цей час дуже важливим є питання розробки високопродуктивних технологій підвищення ефективності засвоєння елементів живлення рослинами пшениці озимої, що відповідали б фізіологічним потребам певного сорту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У процесі життєдіяльності пшениця озима споживає багато макро- і мікроелементів, потреба в яких збільшується з підвищенням урожаю. Функції кожного елемента живлення суворо специфічні, і ні один з них не може бути замінений іншим [6]. Винятково велике значення для формування величини та якості врожаю пшениці має своєчасне забезпечення її азотом.

Азот є одним із основних елементів живлення пшениці озимої, який входить до складу білкових речовин і багатьох природних життєво важливих для рослин органічних сполук: білків, фосфатидів, нуклеопротейдів, багатьох ферментів, хлорофілу, алкалоїдів [6]. Він надходить в рослину з перших днів росту до молочного стану та повної стиглості. Тому оптимальне азотне живлення має першочергове значення під час вирощування продовольчого зерна, оскільки без нього урожайність та якість зерна значно знижуються.

Загалом що стосується доз і строків внесення азотних добрив, то серед учених на цей час немає єдиної точки зору. Результати зарубіжних [7] і вітчизняних [8]

досліджень показують, що застосування азотних добрив виправдано за низького його вмісту в ґрунті, а одноразове внесення високих норм (180–240 кг/га) в якості підживлення є неефективним [9]. Найбільша віддача від добрив спостерігається за низьких норм їх внесення, а в міру збільшення – віддача на кожен додатково внесений кілограм зменшується [10]. Проте низькі норми не дають можливості реалізувати потенціал продуктивності сорту, тому потрібно застосовувати винятково оптимальні дози азоту, розраховані для конкретних умов вирощування. Для підвищення ефективності засвоєння рослинами елементів живлення із добрив перспективним є застосування різних рівнів азотного живлення та регуляторів росту.

Постановка завдання. Метою дослідження було визначити ефективність впливу регулятора росту та різних рівнів азотного підживлення на показники якості зерна пшениці озимої в умовах недостатнього зволоження Південного Степу України.

Експериментальну частину роботи проводили в умовах навчально-науково-виробничого центру Таврійського державного агротехнологічного університету впродовж 2009–2012 рр.

Дослід було закладено для сорту Золотоколоса. Попередник – чорний пар. Обробіток ґрунту та підготовку поля до сівби здійснювали за схемою, загальноприйнятою для зони Південного Степу України. Насіння висівали в першій декаді жовтня в добре підготовлений ґрунт звичайним рядковим способом, глибина загорання – 5–6 см, норма висіву – 5,0 млн насінин на 1 га. У фазу кущіння вносили гербіцид з діючою речовиною трибенурон-метил в кількості 20 г/га. У фазу виходу в трубку рослини оброблялися фунгіцидом з діючою речовиною карбендазим в кількості 0,5 л/га. Для захисту від шкідників використовувався інсектицид з діючою речовиною диметоат в кількості 1,5 л/га.

Схема дослідю включала: фактор А – регулятор росту (контроль без регулятора росту, PPP АКМ); фактор В – норма азоту для підживлення (контроль без підживлення, N_{26} , N_{34} , N_{48}). Розміщення дослідних ділянок систематичне, повторність – чотириразова.

Передпосівну обробку насіння проводили за 1–2 дні до посіву методом інкрустації з розрахунку 10 л робочого розчину на 1 т насіння. Норма використання регулятора росту АКМ становила 0,33 л/т насіння. В період вегетації рослини обробляли у фазу виходу в трубку та під час наливу зерна препаратом АКМ (0,33 л/га) із розрахунку 200 л/га робочого розчину. Для підживлення використовували рідке азотне добриво КАС 32. N_{26} та N_{34} було внесено в підживлення по мерзлоталому ґрунту, N_{48} – вносили вроздріб: в підживлення по мерзлоталому ґрунту (N_{34}) та в позакореневе підживлення у фазу виходу в трубку (N_7) та наливу зерна (N_7).

Лабораторні та польові досліді проводили за Методикою державного сортопробування сільськогосподарських культур [11]. Вміст білку визначали за методом К'ельдаля [12], кількість клейковини – методом відмивання з подальшим оцінюванням її розтяжності, гідратаційної здатності та деформації на приладі ИДК-1М [12], натуру – за допомогою пурки [12].

Виклад основного матеріалу дослідження. Основними речовинами, які визначають поживну цінність зерна пшениці озимої, є білки і вуглеводи [13], вміст яких залежить від сорту, погодних умов періоду вегетації рослин та особливостей технології вирощування. Своєю чергою білкові речовини зерна (проламіни і глютеліни) під час взаємодії з водою утворюють клейковину, високий вміст та гарна якість якої є головною умовою добрих хлібопекарських якостей майбутнього борошна [14].

Результати проведених досліджень показують, що використання регулятора росту АКМ у технології вирощування пшениці озимої сорту Золотоколоса сприяло зростанню показників якості зерна (табл. 1). Так, вміст білку у варіантах із застосуванням РРР був у середньому на 8% (відн.), а клейковини – на 4% (відн.) вище порівняно із контролем. Разом з тим якість клейковини була вищою в контрольних варіантах – в середньому на 14 у.о. більше порівняно із варіантами використання РРР. Тобто в складі клейковини контрольних варіантів переважав гідратований глютенін, який характеризується високою пружністю, тоді як застосування АКМ зростав вміст гідратованого гліадину, що і спричинило формування сильно розтяжної клейковини [15].

Застосування азотних добрив лише для ранньовесняного підживлення пшениці озимої не мало суттєвого впливу на вміст білку та клейковини в зерні. Це можна пояснити тим, що азот, внесений на початкових етапах розвитку (III етап органогенезу), більшою мірою використовується рослиною для формування кількості зерна, а не його якості.

Таблиця 1

Якість зерна пшениці озимої сорту Золотоколоса залежно від дії регулятора росту та рівня азотного живлення, середнє за 2010–2012 рр.

РРР (фактор А)	Норма азоту для підживлення (фактор В)	Вміст білку, %	Вміст клейковини, %	ІДК, у.о.	Натура, г/л
контроль (без РРР)	N ₀ (контроль)	11,3	22,4	90	715
	N ₂₆	10,6	22,9	49	735
	N ₃₄	11,2	23,0	87	737
	N ₃₄ + N ₇ + N ₇	11,5	26,9	72	776
Середнє (А)		11,2	23,8	75	741
АКМ	N ₀ (контроль)	11,5	22,8	100	726
	N ₂₆	12,8	28,9	92	738
	N ₃₄	11,5	24,2	75	749
	N ₃₄ + N ₇ + N ₇	12,5	23,0	89	786
Середнє (А)		12,1	24,7	89	750
Середнє (В)	N ₀ (контроль)	11,4	22,6	95	721
	N ₂₆	11,7	25,9	71	737
	N ₃₄	11,4	23,6	81	743
	N ₃₄ + N ₇ + N ₇	12,0	25,0	81	781
НІР ₀₅ А		0,2	1,5	7	3
НІР ₀₅ В		0,1	0,3	2	3

Джерело: розроблено автором

Роздрібне підживлення азотними добривами (на III, V і VIII етапах органогенезу) нормою N₄₈ сприяло зростанню вмісту білку на 5% (відн.), а вмісту клейковини – на 11% (відн.), порівняно з варіантом без підживлення. Незначне зростання вмісту білка за даного варіанту підживлень можна пояснити тим, що додаткове підживлення рослин пшениці азотними добривами в період наливу зерна за умов

достатнього вологозабезпечення сприяє зростанню біомаси рослин, інтенсивності фотосинтезу та вмісту азоту, а старіння листків гальмується [16]. Але одночасно з цим зменшується інтенсивність реутилізації азоту, тобто формування білку в зернівці за такої обробки відбувається зазвичай за рахунок поглинання азотистих речовин із ґрунту [17]. Тому значного зростання білковості і не було відмічено.

Застосування регулятора росту АКМ сумісно з азотними добривами сприяло кращому засвоєнню та реутилізації азоту, що проявилось в збільшенні вмісту білку та клейковини. Найвищий ефект було відмічено за сумісного використання регулятора росту з низькою нормою азоту (N_{26}), коли вміст білка зростав на 21% (відн.), а вміст клейковини – на 26% (відн.), порівняно з варіантом без використання АКМ.

Сумісне використання роздрібного азотного підживлення (N_{48}) з регулятором росту АКМ сприяло зростанню вмісту білка на 9% (відн.) за одночасного зменшення вмісту клейковини на 14% (відн.), порівняно з варіантом без PPP. Тобто за поєднання позакореневого підживлення азотом з внесенням препарату АКМ збільшується синтез цитоплазматичних (розчинних білків) і уповільнюється утворення запасних білків клейковини [18].

Статистичний аналіз отриманих даних показав, що на вміст білку в зерні пшениці озимої найбільш сильний вплив мають регулятор росту (48%) та сумісне використання азотних добрив з PPP (36%). На вміст клейковини суттєво впливають азотні підживлення (31%) та їх сумісне використання з регулятором росту АКМ (60%) порівняно з вкладом цих факторів в синтез білків.

Окрім біохімічних властивостей зерна, придатність його до переробки на борошно характеризують і фізичні властивості зернової маси. Одним із основних показників вказаної групи є натура зерна, яка визначає вихід борошна під час його помолу, оскільки із високонатурного зерна можна отримати більше борошна і менше висівок [14].

Результати проведених досліджень показують, що застосування PPP АКМ у технології вирощування пшениці озимої сорту Золотоколоса значного впливу на зростання натури зерна не мало (рис. 1). Разом з тим використання азотних підживлень сприяло стабільному збільшенню вказаної величини на 2–8% залежно від варіанту досліді порівняно з контролем (без підживлень).

За поєднання в технології вирощування пшениці озимої азотних підживлень та регулятора росту відбулося подальше зростання натури в середньому на 4% порівняно із відповідними варіантами без PPP. Окрім того, слід відмітити, що лише за роздрібного використання азотних добрив (N_{48}), як окремо, так і з АКМ, було отримано високу натуру зерна, тоді як за внесення N_{26} та N_{34} – середню, а в контролі – низьку [19].

Статистична обробка отриманих результатів підтверджує вагомий вплив азотних підживлень (95%) на формування натури зерна пшениці озимої сорту Золотоколоса. Разом з тим було виявлено кореляційну залежність середньої сили ($r = 0,41$) між вмістом білку і натурою зерна, оскільки білкові речовини характеризуються високою щільністю і за рахунок цього можуть збільшувати ваговитість зернової маси [19].

Висновки. Встановлено, що на вміст білку та кількість і якість клейковини в зерні пшениці озимої суттєвий вплив відіграють як застосування регулятора росту та азотних підживлень, так і їх сумісне внесення. На ваговитість зерна переважаючий вплив мало використання різних рівнів азотних підживлень. Зерно найвищої якості було отримано за сумісного застосування регулятора росту АКМ та роздрібного внесення азотних добрив для підживлення пшениці озимої сорту Золотоколоса.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Балюк С.А. Ґрунтові ресурси України: стан і заходи їх поліпшення. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 6. С. 5–10.
2. Филлипп С., Нортон Р. Производство зерна пшеницы и применение минеральных удобрений в мире. *Питание растений*. 2012. № 4. С. 2–5.
3. Внесення мінеральних та органічних добрив під урожай с/г культур у 2018 році: статистичний бюлетень / Державна служба статистики України. Київ, 2019. 52 с.
4. Моргун В.В., Швартау В.В., Киризий Д.А. Физиологические основы формирования высокой продуктивности зерновых злаков. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2010. Т. 42, № 3. С. 371–392.
5. Положение дел в области продовольствия и сельского хозяйства / Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций. Рим, 2012. 182 с.
6. Фізіологія рослин / Макрушин М.М. та ін. Вінниця : Нова Книга, 2006. 416 с.
7. Cao P., Lu Ch., Yu Zh. Historical nitrogen fertilizer use in agricultural ecosystems of the contiguous United States during 1850–2015: application rate, timing, and fertilizer types. *Earth System Science Data*. 2018. № 10. P. 969–984. <https://doi.org/10.5194/essd-10-969-2018>.
8. Філоненко Т.А. Забезпеченість сільськогосподарських культур елементами живлення та їх урожайність залежно від застосування зростаючих доз азотних добрив. *Вісник ХНАУ*. 2015. № 1. С. 130–137.
9. Гасанова І.І. Бондаренко А.С., Пороцька Л.П., Гирка А.Д. Вплив заходів агротехніки на якість зерна озимої пшениці в північному Степу. *Бюлетень інституту зернового господарства ВААН*. 2006. № 26-27. С. 95–98.
10. Нетіс І.Т. Пшениця озима на Півдні України : монографія. Херсон : Олді Плюс, 2011. 401 с.
11. Методика державного сорто випробування сільськогосподарських культур. Вип. 2. Зернові, круп'яні та зернобобові культури / за ред. В.В. Волкодава. Київ : Держ. коміс. України по випробуванню та охороні сортів рослин, 2001. 65 с.
12. Методика державної науково-технічної експертизи сортів рослин. Методи визначення показників якості продукції рослинництва / за ред. Ткачик С.О. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 160 с.
13. Справочник по качеству зерна / Г.П. Жемела и др. Киев : Урожай, 1988. 216 с.
14. Егоров Г.А. Технологические свойства зерна. Москва : Агропромиздат, 1985. 334 с.
15. Вакар А.Б. Клейковина пшеницы. Москва : Из-во академии наук СССР, 1961. 254 с.
16. Gyuga P., Demagante A.L., Paulsen G.M. Photosynthesis and grain growth of wheat under extreme nitrogen nutrition regimes during maturation. *Journal of Plant Nutrition*. 2002. Volume 25. № 6. P. 1281–1290.
17. Gooding M.J. Gregory P.J., Ford K.E., Ruske R.E. Recovery of nitrogen from different sources following applications to winter wheat at and after anthesis. *Field Crops Research*. 2007. № 2–3. P. 143–145.
18. Павлов А.Н. Накопление белка в зерне пшеницы и кукурузы. Москва : Наука, 1967. 150 с.
19. Личко Н.М. Стандартизация и подтверждение соответствия сельскохозяйственной продукции Учебник для вузов. Москва : ДеЛи плюс, 2013. 512 с.