

УДК 631.364.6

М.Я. Кирпа, д-р с.-г. наук

Інститут сільського господарства степової зони НААН України

ЯКІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ І ЇЇ ОСНОВНІ ЧИННИКИ

Вступ. Під вирощування зерна озимої пшениці його якість має не менш важливе значення, ніж урожай. Проте якість не завжди збігається з добрим урожаєм. Відомо, що в ряді років при високому врожаї якість була посередньою або ж, навпаки, при нижчому врожаї якість зростала.

Якість зерна прийнято характеризувати комплексом показників, які за призначенням і суттю можна розділити на три основні групи.

Перша включає технологічні показники, до яких належить вологість, колір, запах, смак, засміченість (або ж чистота), зараженість, кількість дрібної фракції зерна. Ці показники свідчать про загальний стан зернової маси, на їх основі виконують збирання і післязбиральну обробку.

Друга група включає показники, що характеризують мукомельні властивості зерна: склоподібність, натуру, масу 1000 зерен, питому масу, вирівняність, зольність, розмелоздібність, типовий склад. Ці показники істотно впливають на якість і вихід борошна, а також на енергетику помелу.

Третя група включає показники хлібопекарських властивостей зерна: вміст і якість клейковини, автолітичну активність зерна (число падання), дисперсний склад муки (розмір часток), газоутворювальну здібність і фізичні властивості тіста, показники пробної випічки хліба.

Окремо виділяють ще групу показників, яка характеризує такі властивості пшениці, як: дисперсний склад борошна, його колір, зольність, вміст і якість клейковини, а також вміст білка, кислотність і фізичні властивості тіста, що впливають на виробництво макаронів.

Із переліченої кількості показників до нормативних, тобто тих, що запроваджено державним стандартом, належать такі: запах і колір, склоподібність, натура, вологість, домішки (зернова і смітна), ступінь ушкодження шкідниками та ураження хворобами, масова частка білка та сирої клейковини, її якість, число падання [1]. На підставі показників якості визначають клас зерна пшениці м'якої і твердої у процесі її заготівлі та переробки. При цьому особливе значення надають показникам вмісту білка і клейковини в зерні, її якості та числу падання, оскільки вони меншою мірою змінюються порівняно з показниками технологічної групи на стадіях приймання і післязбиральної обробки пшениці, але істотно впливають на якість продукції.

Отже, якість поєднує у собі різні показники, залежно від яких зерно пшениці може використовуватися на продовольчі, технічні чи кормові потреби. Зміна показників якості може відбуватися внаслідок впливу погодно-кліматичних умов, головним чином у період формування-дозрівання зерна, його агротехнологічних елементів вирощування, технології збирання, обробки і зберігання [2, 3]. Якість також істотно залежить від сорту, особливо, якщо він належить до сильної чи цінної групи пшениці за хлібопекарськими властивостями.

Незважаючи на тісну залежність показників якості від зазначених агрокліматичних і техніко-технологічних факторів, вплив основних чинників якості досліджено недостатньо. Малодослідженим та суперечливим є також питання про вплив чинників якості у процесі дозрівання-збирання-обробки зерна пшениці. На цих стадіях відбувається змінення всіх показників, що належать до технологічної, мукомельної та хлібопекарської групи.

Мета досліджень. Зважаючи на стан проблеми, метою став аналіз ситуації з виробництвом зерна озимої пшениці у Степу (на прикладі Дніпропетровської області), виявлення впливу агрокліматичних і техніко-технологічних чинників на якість зерна.

Методика досліджень. Стан виробництва зерна пшениці різних років аналізували за період 2001–2012 рр. Якість і класифікацію зерна визначали згідно з вимогами ДСТУ 3768 “Пшениця. Технічні умови”, що був чинним у роки досліджень. Показники хлібопекарських властивостей встановлювали за такими стандартами:

- масову частку білка – за ДСТУ-П-4117;
- кількість і якість клейковини (група і показник ВДК) – згідно з ГОСТ 13586.1 та ДСТУ-П-4117.

Показники технологічних і мукомельних властивостей – вологість, масу 1000 зерен, питому масу зерна і його кислотність – досліджували за загальноприйнятими методами [4]. Фракції пшениці, різні за розміром і масою, отримували просіюванням зерна на лабораторних ситах з довгастими чарунками розміром 1,7–3,0 мм. Вологе зерно пшениці висушували при температурі 38–40, 48–50 і 58–60 °С. Для дослідів із сушіння підбирали зерно з близькою вихідною якістю: вміст білка між варіантами становив 10,0–12,1 %, клейковини – 19,6–22,8 %, показник ВДК – 105–120 од.

Результати досліджень. В дослідях встановлено залежність продовольчої якості зерна пшениці від комплексу факторів, які складаються на стадіях його вирощування, збирання та післязбиральної обробки. Ці фактори мають різний характер і поділяються на ті, що діють незалежно від суб’єктів, і ті, що суб’єкти створюють за допомогою технологічних прийомів.

До факторів незалежного характеру належать погодно-кліматичні умови, які діяли по-різному за період 2001–2012 рр. Аналіз показує, що за цей період лише 40–50 % років були помітно сприятливими як для вирощування, так і формування врожаю високої якості – це 2002, 2005, 2009, 2010, 2011 рр., а також частково 2008 р. (табл. 1). Закономірного зв'язку між якістю і врожаєм не було, він коливався від найбільшого (у 2008 р.) до найменшого (у 2012 р.) незалежно від рівня якості зерна.

Інші роки, а це 50–60 % від досліджуваного періоду, були несприятливими для формування зерна пшениці з високою продовольчою якістю. Надлишок опадів призводило до вилягання рослин, а, посухи вели до призупинення наливу зерна, враження його хворобами і шкідниками. Тому, виходячи на ситуацію, необхідно було вносити корективи у технологію вирощування, вибирати радикальні диференційовані методи збирання і обробки врожаю зерна.

1. Якість і методи обробки зерна пшениці озимої за 2001–2012 рр. (Дніпропетровська обл.)

Роки	Умови формування якості врожаю	Якість і стійкість зерна під час збирання	Методи обробки врожаю
2001, 2004	Несприятливі – зволоження і засмічення під час збирання, пліснявіння, проростання і самозігрівання свіжозібраного зерна	Нестійке, зі слабкою клейковиною і показником ВДК понад 100	Швидке сушіння і очищення
2002, 2005, 2009, 2010, 2011	Сприятливі – зерно сухе і чисте, середньої сухості і чистоти	Стійке, з нормальною клейковиною	Типова технологія
2003	Виключно несприятливі – повне вимерзання	–	–
2006, 2007	Несприятливі – зерно дрібне і щупле, травмоване і перегріте	Середньо-стійке, з міцною клейковиною	Сортування й охолодження
2008	Відносно сприятливі – зерно невіривняне, неоднорідне за крупністю і масою	Відносно стійке, різноякісне	Диференційовані залежно від стану
2012	Особливі – зерно сухе і чисте, дрібне і щупле	Стійке, з нормальною клейковиною	Сортування пофракційне

Так, у 2001 і 2004 рр. внаслідок відносно низьких температур повітря і частих опадів зерно збирали вологим, з підвищеним вмістом органічних і сирих домішок. Свіжозібране зерно було нестійким, воно швидко пліснявіло,

проростало, зігрівалось під час зберігання. Такий стан впливав і на якість зерна, вміст білка становив 10–14 %, але клейковина мала підвищений показник ВДК, тобто була слабкою. Зважаючи на стан врожаю, використали найбільш радикальний метод обробки – негайне очищення та швидке сушіння зерна в потоці зі збиранням, щоб припинити гідроліз хімічних речовин і не допустити погіршення якості зерна.

У 2006 і 2007 рр., навпаки, через високу температуру повітря і жорстку засуху, зерно збирали невиповненим, щуплим, з низькою вологістю в межах 10–12 %. Під час збирання і складування надто сухої пшениці зростав вміст битого і травмованого зерна. Високою була також температура зерна, яка на поверхні буртів з пшеницею досягала 48–53 °С. Внаслідок таких умов свіжозібране зерно характеризувалось як нестійке під час зберігання, містило міцну короткорвучу клейковину. Ураховуючи стан і якість зерна, його негайно охолоджували і очищали від зернових домішок і битого зерна, що було найбільш ефективним для обробки врожаю.

У 2008 р. склалися неадекватні умови, які змінювалися під час вирощування, дозрівання і збирання зерна пшениці, особливо у західних і північно-західних областях України. В них можна було виділити два періоди. Перший супроводжувався інтенсивними опадами, які призводили до зволоження посівів, фізіологічних ушкоджень і виснаження зерна (стікання). Зерно дозрівало вологим, швидко пліснявіло, проростало, погіршувалися його хлібопекарські якості.

Другий період, який припадав на збирання, виявився посушливим, особливо у південних областях, супроводжувався значним ушкодженням зерна клопом-черепашкою.

Такі різні погодно-кліматичні умови привели до заготівлі зерна різної якості та відносно стійкого. Аналіз якості пшениці показав, що вміст білка в зерні коливався в межах 7–15 %, сирої клейковини – 10–23 %. Переважна кількість проаналізованих партій мала великий показник ВДК – на рівні 100–110 од. Тому врожай зерна необхідно було обробляти диференційовано, з урахуванням стану і якості кожної партії.

Вкрай неадекватними були умови для вирощування і формування врожаю зерна у 2012 р. Через несприятливі умови перезимівлі на значній частині площ сходів не отримали, або ж вони були зріджені і підлягали пересіву. Проте на тих площах, де попередником був чорний пар, збирали низький урожай зерна, але нормальної якості – вміст білка становив 12–15 %, клейковини – до 28–30 %, ІДК – 50–80 од., незважаючи на низьку масу 1000 зерен. Зважаючи на стан і якість зерна, найбільш ефективним під час доробки врожаю у цьому році виявилось його очищення й пофракційне сортування з

виділенням крупніших фракцій з кращими продовольчими і насіннєвими якостями.

Незважаючи на фактори незалежного характеру і негативний вплив агрокліматичних умов, все ж можна навести приклади заготівлі високоякісного зерна пшениці навіть у несприятливі роки. Це відбувалося тоді, коли дотримувалися всіх техніко-технологічних норм вирощування, збирання, обробки і зберігання врожаю з обов'язковим врахуванням його стану і якості.

Науково обґрунтовані заходи націлені на виробництво високоякісного зерна пшениці з високими мукомельними і хлібопекарськими властивостями [5]. На стадії вирощування продовольчого зерна заходи включали:

- обов'язкове протруєння насіннєвого матеріалу – це значно підвищує польову схожість насіння, запобігає розвитку різних хвороб, особливо сажки;
- сівбу по кращих для пшениці попередниках – чорний пар, горох, бобові трави;
- внесення достатньої кількості мінеральних добрив та підживлення рослин азотом;
- хімічний захист посівів, в першу чергу, від клопа-черепашки;
- збирання врожаю після досягнення зерном фази повної стиглості, проведення збирання у стислі строки.

На стадіях обробки і зберігання техніко-технологічні заходи включали:

- вхідний контроль врожаю зерна за показниками якості і залежно від цього вибір оптимальних режимів обробки;
- у разі надходження дефектного зерна його окреме розміщення і індивідуальну обробку;
- сепарування в режимі пофракційного сортування, у тому числі за ознакою питомої маси;
- сушіння в режимі індивідуальної сортової теплостійкості і за показниками вмісту і якості клейковини;
- зберігання нестійкого зерна в режимі вентилявання-охолодження.

Особливе значення для отримання високоякісного зерна мають режими сепарування, сушіння і зберігання свіжозібраного врожаю. За допомогою цих операцій зерно доводять до безпечного стійкого стану, поліпшуючи при цьому його якість і хлібопекарські властивості.

З-поміж інших операцій сепарування є найбільш поширеним прийомом первинної обробки зернової маси, його здійснюють для відбору від основного зерна різних домішок. Проте в досліджах сепарування вивчали не тільки для очищення, а й сортування пшениці на різні фракції. Суть

пофракційного сепарування полягала в тому, що зернову суміш розподіляли на фракції за розміром, питомою масою, хімічним складом зернівки.

В дослідях встановлено різний фракційний склад зерна пшениці залежно від її сорту, а також року вирощування (табл. 2). Залежно від сорту фракційний склад значно змінювався, проте основна частина зерна виділялася сходом з решіт 2,2 x 2,0 мм, вміст такого зерна становив 81,4–90,1 %. Залежно від року фракційний склад змінювався відповідно до маси 1000 зерен: зі збільшенням маси зростав вміст крупної фракції.

2. Технологічні показники продовольчого зерна озимої пшениці залежно від сорту і року вирощування

Сорт	Рік	Маса 1000 зерен, г	Кислотність, град	Питома маса, г/см ³	Фракції (%) сходом з решіт, мм			Відхід, %
					2,2	2,0	1,7	
Скіф'янка	2007	38,9	1,92	1,36	89,3	6,9	2,2	1,6
Лузанівка	2007	39,6	2,00	1,39	86,1	8,7	2,6	2,6
Лада Одеська	2007	37,5	1,80	1,36	83,8	10,5	3,5	2,2
Лада Одеська	2008	38,6	1,95	1,36	85,2	10,3	2,8	1,7
Подольянка	2007	36,2	1,85	1,35	81,4	10,1	4,5	4,0
	2008	39,8	2,03	1,37	87,9	7,6	2,7	1,8
	2009	40,4	1,81	1,39	90,1	6,5	2,1	1,3

Найдрібніша фракція виділялась такими решетами: проходом крізь 1,7–х 20 мм і сходом 1,0 x 20 мм, її вміст становив 1,3–4,0 %. Цю фракцію вважали відходом, вона належала до зернової домішки.

Особливий фракційний склад зерна пшениці озимої отримано у 2012 р. порівняно з попереднім (табл. 3).

3. Фракційний склад насіння пшениці озимої врожаю за 2011–2012 рр.

Сорт	Репродукція	Рік врожаю	Фракція, % виділення на ситах			
			3,0 x 20	2,5 x 20	2,2 x 20	2,0/1,7 x 20
Куяльник	еліта	2011	9,9	65,6	22,7	1,8
		2012	7,8	57,7	29,8	4,7
Литанівка	еліта	2011	4,1	67,6	26,9	1,4
		2012	2,4	62,4	32,0	3,2
Антонівка	еліта	2012	3,3	67,9	25,8	3,0
Благодарка	с/еліта	2012	15,4	61,1	20,9	2,6

Виявлено, що основна маса насіння концентрується на ситах 2,5 x 20 і 2,2 x 20 мм, але з різним співвідношенням між ними залежно від року вирощування. Так, під час сепарування сортів Куяльник і Литанівка у 2012 р. зменшувалася частина насіння, виділеного на ситах 2,5 x 20 мм (на 5,2–7,9 %) і фактично на цю ж величину вона збільшувалась на ситах 2,2 x 20 мм (на 5,1–7,1 %) порівняно з 2011 р. Найбільш крупна (схід 3,0 x 20) і дрібна (2,0/1,7 x 20) фракції теж були пов'язані між собою оберненою залежністю.

Характеризуючи основні фракції, необхідно перш за все визначити масу 1000 насінин, що входять до цих фракцій. Виявлено, що насіння, виділене на ситах 2,5 x 20 мм характеризувалось масою, вищою на 8,5–11,4 г порівняно із фракцією 2,2 x 20 мм. Маса насіння, вирощеного у 2011 р., була вищою на 1,8–4,4 г порівняно з насінням у 2012 р.

Фракції пшениці розрізнялися між собою не тільки за розміром і масою зернівки, а й за хімічним складом і хлібопекарськими якостями. Так, внаслідок сепарування зерна крізь решето типорозміром 2,8 x 20 мм отримували дві приблизно однакові за кількістю, але різні за якістю фракції (табл. 4). Кращою за якістю була фракція, яка виділялася сходом з указанного решета, її можна віднести до третього класу. Під час сепарування на дві фракції більшою мірою змінювалася клейковина, вміст білка залишався фактично без змін.

4. Якість зерна пшениці сорту Красуня залежно від фракційного складу

Фракція	Типорозмір фракції, мм	Білок, %	Клейковина	
			%	од. ВДК
Контроль	Несепароване	11,36	17,0	75
1	Схід з решета 2,8 x 20 мм	11,18	18,6	70
2	Прохід з решета 2,8 x 20 мм	11,40	16,8	85

Під час сепарування пшениці на чотири фракції різниця між ними була більш помітною як по клейковині, так і по білку (табл. 5). Характеристика фракцій, отриманих сходом з решіт 1,7–3,0 мм, була така: у міру зростання крупності зерна вміст клейковини підвищувався від 16,0 до 20,0 %, а вміст білка, навпаки, знижувався від 12,76 до 11,73 %, але починаючи від певної фракції. Такою фракцією виявився схід з решіт 1,7 x 20 мм, тобто найбільш дрібне зерно. Такі особливості можна пояснити тим, що у зв'язку із зміненням крупності зернівки змінюється її структурний і хімічний склад. Наприклад, у міру зростання крупності зернівки в ній зменшується

відношення оболонки до ядра, а це у свою чергу призводить до підвищення вмісту клейковини та зниження вмісту білка в зерні.

5. Характеристика та якість зерна пшениці сорту Подолянка залежно від режимів сепарування

Фракція	Характеристика фракції (схід з решіт, мм)		Білок, %	Клейковина	
	параметри решіт, мм	вихід, %		%	одиниць ВДК
1	Схід 3,0 x 20	20,1	11,73	20,0	105
2	3,0 x 20/2,6 x 20	50,6	12,54	19,6	97
3	2,6 x 20/2,2 x 20	15,8	12,76	18,0	92
4	2,2 x 20/1,7 x 20	13,5	11,49	16,0	90

Отже, сепарування є тим технологічним прийомом, за допомогою якого можна не тільки отримувати чисті фракції зерна, а й впливати на їх хімічний склад. Як показали наші дослідження та роботи інших авторів, шляхом пофракційного сепарування можна сформувати фракції з певним вмістом клейковини чи білка, підвищити їх клас [6].

Наступним прийомом, який значною мірою впливав на якість свіжозібраного зерна пшениці, було термічне сушіння. Вплив прийому залежав від вологості зерна та його хімічного складу, у першу чергу вмісту білкових речовин. Із раніше проведених досліджень відомо, що сушіння по-особливому впливає на зерно зі слабкою клейковиною, певні режими можуть приводити до її зміцнення.

В наших дослідженнях встановлено складну залежність між вологістю зерна пшениці, його температурою нагріву, вмістом та якістю клейковинних білків (табл. 6). Клейковинний комплекс більшою мірою змінювався в разі сушіння вологого зерна при підвищеній температурі. Так, при температурі 58–60 °С у зерні зі слабкою клейковиною підвищувався її вміст на 2,6–4,2 % порівняно із контролем (зерно до сушіння). Також при цій температурі поліпшувався показник ВДК – на 21–27 од., що свідчить про зміцнення клейковини внаслідок інтенсивного сушіння. Температури в межах 38–50 °С фактично не впливали на клейковинний комплекс або лише незначною мірою поліпшували його якість.

6. Якість зерна пшениці сорту Подолянка залежно від вологості і температурного режиму сушіння за 2009–2010 рр.

Вологість зерна, %	Температура, нагріву °С	Вміст білка, %		Вміст клейковини, %		Якість клейковини, одиниць ВДК	
		до сушіння	після сушіння	до сушіння	після сушіння	до сушіння	після сушіння
22–24	38–40	11,8	11,9	21,2	21,0	110	113
		11,3	11,2	22,0	22,0	105	105
	48–50	12,0	12,1	22,0	23,6	105	91
		12,1	11,9	22,8	23,0	114	95
	58–60	11,3	11,0	21,4	24,0	110	85
		10,9	11,1	20,6	24,8	120	93
17–19	38–40	12,1	12,2	21,5	21,8	120	115
		11,8	11,6	21,4	21,2	105	110
	48–50	10,0	10,8	20,2	20,8	112	103
		11,9	12,1	21,5	24,0	110	102
	58–60	11,8	11,9	21,4	25,0	120	95
		11,5	11,6	19,6	23,4	110	89

На відміну від клейковини, на вміст білка в зерні пшениці не впливала температура сушіння, в тому числі висока. В середньому по всіх варіантах дослідів вміст білка становив до сушіння 11,54 %, після сушіння – 11,62 %, його варіювання становило 0,1–0,8 %. Ці результати збігаються з нашими дослідженнями, проведеними раніше на іншій культурі – кукурудзі, де також температури в межах 30–80 °С фактично не впливали на вміст загального білка в зерні [7]. Отже, сушіння свіжозібраного зерна пшениці при підвищених температурах, не впливаючи на загальний вміст білка, може призводити до змін його фракційного складу, тобто співвідношення клейковинних білків і їх якості.

Висновки. Якість зерна пшениці озимої є інтегральною ознакою, яка визначається групою технологічних, мукомельних і хлібопекарських показників залежно від напрямку використання врожаю. До основних

чинників якості належать погодно-кліматичні й техніко-технологічні умови вирощування, збирання, обробки та зберігання зерна.

Незважаючи на різні, у тому числі несприятливі умови вирощування, якість може бути досягнута за рахунок диференційованої обробки свіжозібраного зерна з урахуванням його стану, ступеня стійкості і групи технологічних показників. До радикальних методів обробки належать очищення, пофракційне сепарування, термічне сушіння зернових мас.

Очищення з дальшим пофракційним сепаруванням дає змогу оптимізувати якість, передусім за вмістом клейковини і білка, підвищувати клас зерна. Серед досліджуваних сортів пшениці найбільш якісною виявилась фракція, сформована проходом з решета 3,0 x 2,0 мм і сходом 2,2 x 20 мм.

Сушіння зерна, насамперед зі слабкою клейковиною, після нагріву до температури 58–60 °С вело до підвищення вмісту клейковини та сприяло її зміцненню на 21–27 од. ВДК. Не встановлено негативного впливу зміни температурних режимів сушіння в межах 38–60 °С на вміст загального білка в зерні.

Бібліографічний список: 1. Пшениця. Технічні умови: ДСТУ 3768:2010. – [Чинний від 2010-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2010. – 30 с. 2. Жемела Г.П. Агротехнічні умови підвищення якості зерна / Г.П. Жемела, А.Г. Мусатов. – К.: Урожай, 1989. – 158 с. 3. Якість зерна озимої пшениці на півдні України та шляхи її підвищення / А.В. Черенков, М.С. Шевченко, О.Л. Романенко, А.С. Бондаренко // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва. – Дніпропетровськ, 2009. – № 37. – С. 8–12. 4. Казаков Е.Д. Методы оценки качества зерна / Е.Д. Казаков. – М.: Агропромиздат, 1987. – 215 с. 5. Рекомендації по виробництву високоякісної продукції зернових культур. – Дніпропетровськ, 2003. – 40 с. 6. Фракціювання дозволить правильно використати технологічний потенціал зерна / О.І. Шаповаленко, Є.А. Дмитрук, Т.В. Коряк [та ін.] // Хранение и переработка зерна. – 2010. – № 6. – С. 49–50. 7. Кирпа Н.Я. Качество и особенности послеуборочной обработки зерна в заготовках / Н.Я. Кирпа, Н.А. Пащенко // Наукові праці ОНАХТ. – Одеса, 2008. – Вип. 34. – Т. 1. – С. 59–69.