

## Післязбиральна обробка зерна пшениці та методи підвищення його якості

М.Я. Кирпа, доктор сільськогосподарських наук  
Н.О. Пашенко, кандидат сільськогосподарських наук  
Інститут зернового господарства УААН, м. Дніпропетровськ

*Обговорюються фактори, які формують якість зерна дiяx його вирощування, збирання, обробки і зберігання. До заходів, що покращують продовольчу якість пшениці, належать пофракційне сепарування, диференційоване сушіння та активне зберігання з урахуванням вмісту і стану клейковини. Забезпечення зерносховищами в достатніх об'ємах сприятиме надійному зберіганню зібраного врожаю зерна.*

Ефективність виробництва зерна, його якість і збереження пов'язані з комплексом організаційно-економічних, техніко-технологічних і нормативно-правових питань, що накопичились у галузі післязбиральної обробки і зберігання врожаю.

Реалізація подібних завдань показує, що вони повинні вирішуватися на науково обґрунтованій основі, з використанням наукових розробок та їх виробничої перевірки на справжність. У наших попередніх дослідженнях зроблена спроба оцінити сучасний стан такої важливої галузі, як обробка і зберігання зерна, намічені перспективи її розвитку [1, 2]. Проте ефективність виробництва зерна стосується всієї низки питань, починаючи з його вирощування. Тому **метою** цієї роботи було проаналізувати стан виробництва зерна пшениці як основної продовольчої зернової культури, встановити основні техніко-технологічні прийоми, від яких залежить якість і збереження врожаю на стадіях його вирощування і обробки.

**Методика досліджень.** Аналіз якості зерна пшениці виконували 2001–2008 рр., враховуючи вимоги ДСТУ 3768:2004 “Пшениця. Технічні умови” [3]. Окремі показники хлібопекарських властивостей вивчали за такими стандартами:

- масова частка білка – ДСТУ-П-4117;

- кількість і якість клейковини (група і показник ВДК) згідно з ГОСТ 13586.1 та ДСТУ-П-4117.

Крім того, досліджували показники технологічних властивостей: вологість, масу 1000 зерен, питому масу зерна і його кислотність за загальноприйнятими методами. Фракційний склад зернової маси визначали на лабораторних ситах з довгастими чарунками розміром 1,7–2,5 мм. Вологе зерно пшениці висувували в сушарках за температури 38–40, 48–50 і 58–60 °С. Для сушіння підбирали зерно з близькою вихідною якістю: вміст білка

між варіантами становив 10,0–12,1 %, клейковини – 19,6–22,8 %, число ВДК 105–120 одиниць.

**Результати досліджень.** Встановлена залежність формування продовольчої якості зерна пшениці від впливу різних факторів на стадіях його вирощування, збирання та післязбиральної обробки. Ці фактори можна розділити на такі, що мають незалежний від технології характер, а також на керовані за допомогою технологічних прийомів.

До факторів незалежного характеру відносимо погодно-кліматичні умови, які складаються під час вирощування і збирання врожаю зерна. Їх вплив стає все більш помітним, оскільки комплекс технологічних прийомів, необхідних для вирощування високоякісного зерна, скорочується. Крім того, погодно-кліматичні умови дедалі стають жорсткішими, включають різке коливання гідротермічного режиму, що також негативно впливає на якість. Наприклад, з досліджуваних чотири роки були різко протилежними для отримання високоякісного продовольчого зерна пшениці (табл. 1).

### ***1. Вплив умов вирощування і збирання на якість зерна озимої пшениці, Дніпропетровська обл.***

Рік	Умови вирощування і збирання пшениці	Якість зерна
2001, 2004	Підвищене зволоження посівів, збирання і обробка вологого та смітного зерна з домішками органічного характеру. Пліснявіння, проростання і самозігрівання свіжозібраної зернової маси.	Зерно продовольче зі слабкою клейковиною і числом ВДК більше 100.
2002, 2005	Умови відносно сприятливі для отримання врожаю.	Зерно продовольче, кормове; насіння нормальної якості.
2003	Виключно несприятлива зима, практично повне вимерзання озимих культур.	
2006, 2007	Посилена посуха, перестій пшениці на корені. Збирання смітного зерна з зерновою домішкою та високою температурою.	Значна різноякісність по білку, клейковині, числу ВДК.
2008	У збиранні два неадекватних періоди: – перший – з опадами, затримкою досягання, унаслідок чого пліснявіння, проростання і фізіологічне ушкодження зерна; – другий – посушливий, зі значним ушкодженням клопом-черепашкою.	Значна різноякісність зерна; вміст в ньому білка 7–15 %, клейковини 16–23 %, число ВДК 100 і більше.

Так, у 2001 і 2004 роках унаслідок відносно низьких температур повітря і частих опадів зерно збирали вологим, з підвищеним вмістом органічних сирих домішок. Потрібно було провести негайне очищення та сушіння зерна в потоці зі збиранням, інакше воно втрачало якість із-за гідролізу хімічних речовин, пліснявіння, проростання, самозігрівання. Щодо якості, то зерно містило достатню кількість білка, але клейковина мала підвищене число ВДК, тобто була слабкою.

У 2006 і 2007 роках, навпаки, із-за жорсткої посухи зерно збирали невиповненим, щуплим, з вологістю 10–12 %. Особливістю була незвичайно висока температура зерна, яка на поверхні буртів з пшеницею досягала 48–53 °С. Таке зерно потрібно було негайно охолоджувати і очищувати від зернових домішок і битого зерна.

Неадекватні умови складались у 2008 р. як по регіонах вирощування зерна, так і по його окремих періодах. Наприклад, у західних і північно-західних областях України достигання і початок збирання пшениці супроводжувалися інтенсивними опадами. Відбулося зволоження посівів, фізіологічне ушкодження і виснаження зерна (стікання). Зерно на стадіях збирання і обробки було вологим, швидко пліснявіло, проростало, втрачало хлібопекарські якості.

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

Сукупність таких різних погодно-кліматичних умов призвела до формування зерна різної якості. І все ж, незважаючи на несприятливі умови, можна навести непоодинокі приклади одержання в підсумку високоякісного зерна. Це відбувається тоді, коли дотримуються всіх техніко-технологічних регламентів вирощування, збирання, обробки і зберігання врожаю з обов'язковим урахуванням його стану і особливостей року.

Кращі результати давало впровадження рекомендацій, розроблених Інститутом зернового господарства УААН, з виробництва високоякісної продукції зернових культур [3]. На стадії вирощування продовольчого зерна пшениці рекомендації включали такі заходи:

- обов'язкове протруєння насіннєвого матеріалу – це значно підвищує польову схожість і попереджує розвиток різних хвороб, особливо сажки;
- сівба по кращих 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 у разі досягнення зерном фази повної стиглості, проведення збирання у стислі строки.

На стадіях обробки і зберігання техніко-технологічний регламент включає:

- ◆ швидкий вхідний контроль показників якості зерна та залежно від
- ◆ цього вибір оптимальних режимів обробки;
- ◆ у разі надходження дефектного зерна його окреме розміщення і індивідуальна обробка;
- ◆ сепарування в режимі пофракційного сортування, у тому числі за ознакою питомої маси;
- ◆ сушіння в режимі індивідуальної сортової теплостійкості, властивій певній культурі;
- ◆ зберігання в режимі регулярного вентилявання – охолодження.

Особливе значення у формуванні якості і збереженні зерна мають режими його сепарування, сушіння і зберігання. На цих операціях виділяють основне зерно, доводять його до безпечного стійкого стану та забезпечують якість. Сепарування, як найбільш застосовуваний прийом первинної обробки зернової маси, виконується з метою виокремлення від основного зерна різних домішок. Проте в дослідях сепарування вивчали не тільки в режимі очищення, а й сортування на фракції.

Суть пофракційного сепарування полягає в тому, що зернову суміш розділяють на фракції за розміром, питомою масою зернівки, а також за хімічним складом.

## 2. Технологічні показники продовольчого зерна різних сортів озимої пшениці при збиранні

Сорт	Маса 1000 зерен, г	Кислотність, град	Питома маса, г/см <sup>3</sup>	Фракції (%) сходом з решіт, мм		
				2,2	2,0	1,7
Скіфянка	38,9	1,92	1,36	89,3	6,9	2,2
Лузанівка	39,6	2,00	1,39	86,1	8,7	2,6
Лада Одеська	37,5	1,80	1,36	83,8	10,5	3,5
Лада Одеська	38,6	1,95	1,36	85,2	10,3	2,8

Встановлено, що навіть така культура, як озима пшениця з відносно вирівняним зерном, має різний фракційний склад (табл. 2). Він змінювався залежно від сорту пшениці, навіть у межах одного сорту. Ще більшою мірою змінювалися фракційний склад та вміст повноцінних фракцій по роках.

Різні фракції пшениці розрізнялися між собою не тільки розміром і масою зернівки, а й за хімічним складом і продовольчою якістю. Так, унаслідок сепарування зерна крізь решето типорозміром 2,5 мм отримували дві фракції з різним вмістом клейковини (табл. 3). Кращою за хлібопекарськими властивостями була фракція, яка виділялася сходом з цього решета, вміст клейковини в ній був вищим на 2,8 % порівняно з дрібною фракцією. Характерним було те, що вміст білка між фракціями практично не змінювався.

## 3. Якість зерна пшениці сортів Красуня і Подолянка за сепарування на дві фракції

Фракція	Типорозмір фракції, мм	Білок, %	Клейковина	
			%	од. ВДК
<b>Сорт Красуня</b>				
Контроль	Не сепароване	10,36	18,0	75
1	Схід з решета 2,5 мм	10,18	19,6	70
2	Прохід з решета 2,5 мм	10,40	16,8	85
<b>Сорт Подолянка</b>				
1	2,5	11,73	20,0	115
2	2,2	12,44	19,6	118
3	2,0	12,76	18,0	120
4	1,7	13,49	16,0	120

У разі сепарування пшениці на чотири фракції посилювалася різниця між ними щодо хімічного складу (табл. 3). Характеристика фракцій розміром 1,7–2,5 мм була така: зі зростанням крупності зерна вміст клейковини підвищувався на 2–4 %, а вміст білка, навпаки, знижувався на 0,71–1,76 %. Причина цієї особливості пов'язана з відомими залежностями: зі збільшенням крупності зернівки змінюється її структурний і хімічний склад. Наприклад, крупне зерно має меншу оболонку відносно ядра, а це підвищує в ньому вміст клейковини та знижує вміст білка.

Отже, сепарування є технологічним прийомом, за допомогою якого можна не тільки очищувати зернову масу, а й тим самим поліпшувати її фізичний стан, впливати на хімічний склад зерна, безпосередньо на його хлібопекарські властивості. Шляхом пофракційного сепарування в певному режимі вдається відібрати фракції з більшим вмістом клейковини чи білка.

Прийомом, який значною мірою впливав на хлібопекарські властивості зерна пшениці, було й термічне сушіння. Його дія посилювалася з підвищення вологості зерна, тобто насамперед пов'язувалася зі зміною вмісту і якості білкових речовин під дією температурного фактора. Адже звісно, що особливо ефективним є сушіння зерна зі слабкою клейковиною, за певних режимів вона може зміцнюватися [4].

У наших дослідах встановлена складна залежність між вологістю зерна, його температурою нагріву та якістю клейковинних білків (табл. 4). Клейковинний комплекс помітно змінювався в разі інтенсивного сушіння зерна підвищеними температурами. Так, за температури 58–60 °С у зерні зі слабкою клейковиною її вміст підвищувався на 2,6–4,2 % порівняно з даними контролю, число ВДК зростало на 21–27 од. Температура 38–50 °С практично не впливала на клейковинний комплекс.

На відміну від клейковини вміст білка в зерні пшениці не змінювався під впливом температури сушіння. У середньому по всіх варіантах дослідження вміст білка становив до сушіння 11,54 %, після сушіння – 11,62 %, його варіювання складало в межах 0,1–0,8 %. Ці результати співпадають з даними, одержаними нами раніше на кукурудзі [5]. Але співвідношення між окремими фракціями білка змінювалося: зменшувалася частка розчинних білків і збільшувалася нерозчинних.

#### **4. Вплив температурних режимів сушіння на вміст білка і якість клейковини сорту Подолянка**

Вологість зерна, %	Температура, °С	Вміст, %				Якість клейковини, од. ВДК	
		білка		клейковини		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	22,6	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

Формування якості зерна, що відбувається в процесі первинної обробки врожаю, не закінчується на стадії його зберігання. Борошномельні, хлібопекарські та посівні властивості можуть під час зберігання змінюватися, тобто поліпшуватися чи погіршуватися. Тому зберігання має бути не

пасивним, а вестися в активному режимі з урахуванням стану і призначення продукції: її вентилявання з метою охолодження, переміщення, хімічна обробка зернової маси.

Сучасні зерносховища України можуть забезпечити надійне активне зберігання до 30 млн т зернових культур. Ці зерносховища знаходяться в системі елеваторів і хлібоприймальних підприємств. У господарств-виробників зерна є сховища місткістю до 8 млн т, але вони мало пристосовані для тривалого зберігання врожаю. Зазначимо, що для частини зерна тривале зберігання в заготівельній системі непотрібне, оскільки воно відправляється на переробку до борошномельних заводів або на експорт. Отже, дефіцит зерносховищ досить значний і становить, за нашими підрахунками, 8–10 млн т відносно врожаю 2008 року.

Не вирішеним питанням у зберіганні є рівень матеріально-технічного оснащення сховищ. Число сховищ з активним режимом зберігання не перевищує 40 %, до них слід віднести силосні споруди та наземні зерносклади, обладнані примусовою вентиляцією.

Проблемним залишається і правильне використання зерносховищ. Вони повинні відповідати особливостям культури, її фізико-механічному та фізіологічному стану. Наприклад, для культур з підвищеною фізіологічною стійкістю і низьким коефіцієнтом дихання (пшениця, ячмінь, жито, овес) можна використовувати закриті сховища силосного типу з підвищеною місткістю. Менш стійкі культури (кукурудза, зернобобові, соняшник), для яких потрібні достатні об'єми кисню, зберігають у відкритих сховищах – підлогових зерноскладах. Особливої уваги потребує зберігання продукції у металевих зерносховищах, які останнім часом широко використовуються. Нашими дослідженнями встановлено, що в таких зерносховищах складається нестабільний режим зберігання, тому їх потрібно додатково теплоізулювати для згладження коливань навколишньої температури і відносної вологості повітря [6].

### **Висновки**

*1. Формування продовольчої якості зерна, зокрема пшениці, треба розглядати комплексно на різних стадіях його виробництва: вирощування, збирання, обробка і зберігання. Нехтування вимогами будь-якої стадії призводить до отримання зерна низької якості. До найбільш важливих факторів належать агротехнічні умови, конкретизовані для певної культури і сорту: вибір кращого насіння і попередника, мінеральне живлення і хімічний захист посівів, вчасне збирання врожаю, його очищення, сушіння та зберігання з урахуванням стану і призначення продукції.*

*2. На стадії післязбиральної обробки для збереження й підвищення якості продовольчого зерна пшениці рекомендується сепарування на фракції з різним вмістом білка і клейковини. У разі обробки вологого зерна пшениці зі слабкою клейковиною потрібно сушіння за підвищених температур, яке зміцнює клейковину і підвищує її вміст.*

3. *Забезпечення зерносховищами в достатніх об'ємах сприятиме надійному зберіганню зібраного врожаю зерна, зниженню втрат, створенню його запасів, стабілізації зернового і цінового ринків в умовах непередбачуваних геокліматичних і соціально-економічних змін сьогодення.*

### **Бібліографія**

1. *Шемавньов В.І.* Сучасні норми і технології зберігання та обробки зерна в Україні / В.І. Шемавньов, М.Я. Кирпа // Вісник Дніпропетровського ДАУ, 2006. – № 2. – С. 11–18.

2. *Кирпа Н.Я.* Тепловые технологии и перспективы энергосбережения в зерновом хозяйстве Украины / Н.Я. Кирпа // Труды конференции “СЭТТ-2008”. – М., 2008. – т. 1. – С. 381–387.

3. Рекомендації по виробництву високоякісної продукції зернових культур / Ін-т зернового господарства, Ін-т захисту рослин. – Дніпропетровськ: Нова ідеологія, 2003. – 40 с.

4. *Козьмина Н.П.* Биохимия зерна и продуктов его переработки / Н.П. Кузьмина. – М.: Колос, 1976. – 375 с.

5. *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. 62–65.

6. *Кирпа М.Я.* Зберігання зерна в металевих сховищах / М.Я. Кирпа // Вісник Дніпропетровського ДАУ, 2008. – № 1. – С. 23–26.