

## ЧОМУ ПРИ ЗБЕРІГАННІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ПОКАЗНИК КЛЕЙКОВИНИ ЗМЕНШУЄТЬСЯ?

Яковенко А.І., канд. техн. наук, доцент; Борга А.В., канд. техн. наук, доцент  
Одеська національна академія харчових технологій

*Робота присвячена питанням дослідження впливу проростання зерна пшениці на особливості зміни біохімічних властивостей при її зберіганні в різних умовах. За результатами досліджень видно, що для прогнозування можливих змін кількості і якості клейковини при зберіганні можна використовувати вміст пророслих зерен, підвищену кислотність по бовтушці та підвищене кислотне число жиру одночасно.*

*Work is devoted by a question of research of influence of germination of grain of wheat on feature of change of biochemical properties during storage in different conditions. From results of experimental researches it is visible, that for forecasting possible changes of quantity and quality gluten at storage it is possible to use the maintenance of the progrown grains, the raised acidity on the talker and the raised acid number of fat simultaneously.*

Ключові слова: пшениця, проросле зерно, сира клейковина, кислотне число жиру.

Зерно являє собою живий організм, у якому протікають різноманітні життєві процеси, інтенсивність яких залежить від умов навколишнього середовища. Відомо, що якість зерна змінюється не тільки в процесі росту, дозрівання і збирання пшениці. Після збирання в ній продовжуються біохімічні перетворення, що полягають у синтезі складних речовин із простих. При дозріванні закінчуються процеси утворення полісахаридів, білків і жирів. Зменшується частка розчинних вуглеводів і небілкового азоту. Білки клейковини ущільнюються, якість її поліпшується. Знижується частка вільних жирних кислот і трохи зростає вміст тригліцеридів та інших ліпідів. При завершенні післязбирального дозрівання зерно вступає в стан спокою. Активність ферментів знижується до мінімального рівня, характерного для добре дозрілого зерна, що повинно гарантувати його зберігання впродовж тривалого часу без зміни якості.

При тривалому збереженні зерна масова частка білка в перерахуванні на суху речовину, його аміно-кислотний склад і кількість сухої клейковини залишаються незмінними. Тому в ДСТУ 3768 "Пшениця. Технічні умови" одним із показників для визначення класу м'якої пшениці прийнятий показник масового вмісту білка, що визначає харчову цінність пшениці. Однак для борошномельних підприємств визначальним показником є не лише кількість білка, але й кількість і якість клейковини.

Виходячи з даних наукових спостережень відомо, що в процесі нормального збереження зерна може спостерігатися збільшення виходу клейковини і поліпшення її якості. Однак при збереженні врожаю останніх 10 років спостерігалось зниження кількості клейковини і зміцнення її пружних властивостей. Це служило причиною переведення пшениці в більш низький клас, які завдавало матеріальної шкоди підприємствам, що зберігають зерно [1, 2].

Починаючи з 1997 року і дотепер у ОНАХТ надходять численні звернення керівників хлібоприймальних підприємств із проханням розібратися в причинах погіршення якості зерна при збереженні. Тільки у 2006 році подібна ситуація складалася на Золотоношському КХП Черкаської області, Добролюбовському елеваторі Полтавської області, Кальчикському елеваторі Донецької області, Людмилівському елеваторі Миколаївської області (табл. 1) та ін. [3].

Вивчення причин зміни якості зерна при збереженні показало, що найважливішими з них були порушення науково обґрунтованих технологій збирання і післязбиральної обробки.

У період збирання врожаю спостерігалися атмосферні опади, сам процес збирання був розтягнутий у часі до 1,5 – 2-х місяців. Таким чином, процес післязбирального дозрівання зерна відбувався на рослині, на хлібоприймальні підприємства пшениця надходила з пророслим зерном, що проростало ще в колосі.

При збиральній вологості такого зерна до 40-45 % проростання може відбутися впродовж доби. Таке явище спостерігалось у всіх регіонах України з півночі до півдня. При цьому на півдні процеси збільшувалися через високу температуру, при якій процес проростання зерна прискорюється.

Сушіння зерна до вологості 13-14,5 % не припиняло процесу проростання і вміст пророслих зерен зростав при зберіганні від 2 до 5 %.

Наступні дослідження (табл. 2) показали, що якщо проросле зерно після сушіння при звичайних режимах до 13,6-14,7 % мало вологість ендосперму 12,6-13,2 %, то вологість зародка складала при цьому 30-76 %. Такі показники не забезпечують стійкого зберігання пророслого зерна.

При зберіганні пшениці, що при заготівлі містила до 3 % пророслих зерен і мала вологість 14,5 % (що відповідає нормам ДСТУ), також спостерігалися процеси подальшого збільшення кількості пророслих зерен. Мається на увазі те, що така пшениця не піддавалася сушінню, тому що її вологість відповідає вимогам ДСТУ, але потенційно пророслі зерна, що знаходяться в ній (тобто зерна, у яких паросток ще не вийшов назовні), проростали при зберіганні.

Що ж відбувається із зерном при проростанні? По-перше, зростає активність ферментів, при цьому спостерігається посилення дихання зернівки, супроводжуване значним виділенням енергії і втратою маси сухої речовини в результаті біохімічного розпаду речовин зерна і переходу крохмалю в більш прості сполуки. При сильному проростанні може початися розпад клейковинних білків і відбуватися перекисне окиснювання ліпідів. Установлено, що зерно жита протягом доби втратило 0,7 % сухої речовини, трьох – 2,3 %, п'яти – 4,4%, при цьому суха речовина, що залишилася, зазнала значних змін.

При цьому варто враховувати, що характер та інтенсивність фізіологічних процесів, що відбуваються у пшениці при зберіганні, залежать не тільки від активності ферментативного комплексу зерна – вони визначаються цілою низкою інших факторів. Найважливішими з них є температура і вологість. Дозрівання зерна відбувається тільки тоді, коли синтетичні процеси переважають над гідролітичними, а це можливо тільки при низькій вологості, при цьому в результаті біохімічних процесів поліпшуються технологічні властивості зерна. При високій вологості мають перевагу гідролітичні процеси, що сприяють подальшому росту фізіологічної активності, і дозрівання не відбувається.

Так що ж відбувається з клейковиною при зберіганні пшениці? За нашими спостереженнями, протягом 1997-2008 рр. зменшення виходу клейковини і зміцнення її якості спостерігалися тільки в тих партіях, у яких були пророслі зерна, причому проростання відбувалося в колосі до збору врожаю і процеси післязбирального дозрівання порушувалися. Підвищена активність ферментів, характерна для пророслого зерна, визначала зниження виходу клейковини і поліпшення її якості. У такому зерні, як згадувалося вище, вологість ендосперму і зародка сильно відрізняються, подальше його проростання впливало на спрямованість біохімічних процесів у бік розщеплення, що й приводило в остаточному підсумку до зміни кількості та якості клейковини.

Були проведені дослідження з метою виявлення показників якості пшениці, що давали б можливість прогнозувати подібні процеси до закладання зерна на зберігання. Наявність таких показників давала б можливість вчасно використовувати технологічні методи (сушіння, охолодження, аерація й ін.) для стабілізації якості зерна, або вказувала – зберігати зерно не можна, його необхідно відразу використовувати.

Інструкція зі зберігання зерна регламентує можливість зберігання зерна з різними видами дефектності. Партія зерна пшениці, що містить проросле зерно, належить до дефектного зерна. Однак, деякі фахівці вважають, що якщо в стандарті на пшеницю для окремих класів допускається вміст пророслих зерен до 3 %, то таке зерно можна зберігати, при цьому не враховується, що ці норми відносяться до технологічних властивостей зерна, тобто з такого зерна можна одержати стандартну за якістю продукцію, що зовсім не означає, що таке зерно можна успішно зберігати при звичайних умовах. Варто не забувати, що в партії зерна, у якій проростання відбулося в колосі, крім невеликої кількості явно пророслих зерен, міститься зерно, у якому почалися процеси проростання, і його потрібно враховувати, як потенційно проросле. Крім того, при визначенні якості пшениці не враховується ступінь проростання зерна, що важливо для стійкості зерна при зберіганні.

Наводимо перелік показників якості зерна, що могли б дати можливість прогнозувати зміни кількості та якості клейковини при зберіганні: число падіння, кількість пророслих зерен, ступінь проростання, кислотність зерна і кислотне число жиру.

Досвід показує, що число падіння не завжди може бути використане для прогнозування, тому що при визначенні якості зерна перед закладанням на зберігання (за умови проростання в колосі) невідомо, яке число падіння було в зерна до проростання. Спостереження показали, що зміни кількості та якості клейковини можливі і при стандартних значеннях числа падіння, однак, якщо число падіння низьке, то в такому зерні при зберіганні обов'язково будуть змінюватися кількість і якість клейковини.

Дослідження на модельних дослідах (табл. 3) і у виробничих умовах показали, що для прогнозування можливих змін кількості та якості клейковини при зберіганні можна використовувати облік трьох показників (одночасно) – вміст пророслих зерен, кислотність по бовтанці і кислотне число жиру.

Якщо в партії свіжозібраного зерна відбулося проростання в колосі і вміст пророслих зерен більше 1,5 %, кислотність по бовтанці більше 3 градусів, а кислотне число жиру більше 15 мг КІН/м жиру, то в такому зерні при зберіганні може відбутися зменшення виходу клейковини і зміцнення її якості, що, відповідно, вплине на клас зерна, як правило, у бік зниження.

За наявності в партіях свіжозібраного зерна пророслих у колосі зерен у кількості менше 1,5 % однозначно відповісти на запитання про можливу зміну кількості та якості клейковини при зберіганні, за кислотним числом жиру, кислотністю зерна по бовтанці та кількістю пророслих зерен, у даний час не уявля-

ється можливим. Це питання потребує подальшого вивчення, тому що в цьому випадку значення може мати не тільки кількість пророслих зерен, але й ступінь їхнього проростання.

Ці висновки треба розуміти, як результати пошукових досліджень. Для остаточного твердження необхідні широкі дослідження із включенням усіх кліматичних зон України і всіх сортів пшениці, вирощуваної в Україні.

Починаючи з 2002 року, з'явилися свідчення про зміну кількості та якості клейковини в борошні, що була виготовлена із зерна пшениці зі вмістом пророслих зерен від 1 до 3 % (тобто в межах вимог ДСТ). Пояснити це можна тими самими процесами, що відбуваються в зерні при зберіганні, тільки в борошні ці процеси значно підсилюються, тому що збільшується доступ повітря до зруйнованих клітин і тому окисні й гідролітичні процеси значно інтенсифікуються. Так, у борошні протягом 5-10 днів може відбутися значна зміна кількості та якості клейковини.

Виходячи з вищевикладеного, із всією очевидністю постає завдання, як виявити зерно, що може змінювати свої якості при зберіганні, які технологічні прийоми використовувати, щоб стабілізувати його стан, за яких умов і на який термін його можна закладати на зберігання.

Для того щоб розробити чіткі рекомендації, що робити, щоб якість зерна при зберіганні не погіршувалася, необхідне проведення подальшої роботи в цьому напрямку.

Цілком імовірно, у ДСТУ для приймання зерна на зберігання повинні бути введені показники, що характеризують ступінь проростання зерна, показники рівня його ферментативної активності. Необхідно також розробити нові режими сушіння для зерна, що містить пророслі зерна.

Усе це вимагає проведення широкомасштабних досліджень і, відповідно, вкладення необхідних коштів. У таких дослідженнях повинні бути зацікавлені як держава, так і приватні підприємства, що часто несуть великі збитки в результаті зниження якості зерна при зберіганні. Координатором і замовником цієї роботи може стати Зернова спілка України, а виконавцем – Одеська національна академія харчових технологій, що вже має досвід подібної роботи.

Поки що можна тільки рекомендувати не закладати на зберігання зерно, яке містить пророслі зерна, а відразу його використовувати. Борошно, виготовлене з такого зерна, також не підлягає зберіганню, а повинно бути негайно реалізоване, у противному випадку погіршення його якості відбудеться в порівняно короткий термін.

**Таблиця 1 – Зміна якості зерна пшениці при зберіганні (врожай 2006 р.)**

Найменування зразка	Вміст, %		Кислотність по бовтанці, градус		Кислотне число жиру, мг КОН/г		Вміст сирової клейковини, %	
	пророслих зерен	вологість	до	після	до	після	до	після
			зберігання 4 міс.		зберігання 4 міс.		зберігання 4 міс.	
<b>Людмилівський елеватор</b>								
Пшениця, 6 клас	1,6	12,86	2,62	3,20	18,34	22,34	17	15
Пшениця, 4 клас	1,6	13,03	3,01	3,70	17,58	21,05	19	17
Пшениця, 4 клас	0,26	10,95	2,70	3,01	14,97	15,02	20	18
Пшениця, 4 клас	0,18	11,80	3,00	3,21	14,70	15,01	21	20,5
Пшениця, 4 клас	0,58	10,63	3,14	3,35	14,19	14,90	21	20,1
<b>Кальчикський елеватор</b>								
Пшениця, 4 клас	4,5	14,01	3,3	4,5	17,19	22,85	24,05	21,05
<b>Добропільський КХП</b>								
Пшениця, 4 клас	1,16	13,3	–	3,13	–	13,4	21,60	19,20

**Таблиця 2 – Вологість анатомічних частин зерна пшениці**

Склад №	Сектор №	Культура	Пророслих зерен, %	Вологість зерна, %	Вологість ендосперму, %	Вологість зародка %
10	4	Пшениця	9,8	13,6	12,6	46
10	3	Пшениця	8,1	14,7	12,8	76
10	2	Пшениця	7,04	13,7	13,2	30
5	2	Пшениця	1,6	13,7	12,8	42

Таблиця 3 – Зміна якості зерна пшениці у процесі зберігання (модельні дослідження)

Зразок	Термін зберігання, міс.	Вологість, %	Кислотність, град.		"Сира" клейковина, %	"Суха" клейковина, %	Якість клейковини, од. ІДК	Характеристика клейковини
			по бовтанці	по водній витяжці				
Красуня, вихідне зерно	0	10,5	2,8	2,5	23,0	9,36	75	добра
	3	10,8	3,2	2,7	22,9	9,28	71	добра
	6	11,0	3,3	2,8	23,0	9,32	74	добра
Красуня, 12 годин. пророст.	0	9,9	5,2	4,8	22,3	7,84	86	задов. слаб.
	3	11,1	9,7	6,4	20,0	7,72	80	задов. слаб.
	6	12,2	11,8	10,24	18,7	7,64	70	добра
Красуня, 18 годин. пророст.	0	10,0	5,9	4,6	20,8	7,60	87	задов. слаб.
	3	10,0	11,4	10,7	19,4	7,24	80	задов. слаб.
	6	10,5	13,45	11,59	17,0	6,92	75	добра
Красуня, 24 годин. пророст.	0	10,1	6,3	5,1	20,70	7,44	96	задов. слаб.
	3	10,4	13,01	11,2	18,30	6,80	80	задов. слаб.
	6	10,8	14,36	12,85	15,08	6,16	85	задов. слаб.
Українка, висхідне зерно	0	9,9	6,49	4,19	23,20	10,56	75	добра
	3	10,0	6,55	4,25	22,78	10,48	75	добра
	6	9,8	6,58	4,28	22,96	10,40	75	добра
Українка, 12 годин. пророст.	0	10,2	6,67	4,75	22,48	10,28	75	добра
	3	10,5	9,2	7,4	20,0	8,00	70	добра
	6	11,0	10,74	8,78	18,8	8,56	60	добра
Українка, 18 годин. пророст.	0	10,4	6,84	4,9	22,16	9,40	65	добра
	3	10,7	10,3	8,4	19,28	8,40	65	добра
	6	11,8	11,01	9,01	18,88	8,60	60	добра
Українка, 24 годин. пророст.	0	10,3	7,03	5,18	21,64	8,52	77	добра
	3	10,5	11,0	8,9	18,6	8,00	75	добра
	6	11,5	11,32	9,58	18,24	8,32	70	добра

**Література**

1. Кузьміна Н. П. Биохимия зерна и продуктов его переработки. – М.: Колос, 1976. – 375 с.
2. Казаков Е. Д., Кретович В. Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки. – М.: ВО Агропромиздат, 1989. – 368 с.
3. Яковенко А.І., Борта А.В. Вплив проростання зерна пшениці на її якість // Хранение и переработка зерна. – 2007. – № 10. – С. 17–19.

УДК 636.085. 55.

**ТЕРМИЧЕСКАЯ И ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА ЗЕРНА**

Лебедев Д.П., д-р техн. наук, Карташов С.Г., кандидат технических наук

Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства, г. Москва

*Рассматриваются методы и технические параметры тепловой обработки зерна с использованием ИК-излучения и обогревом пара.*

*Рассматриваются методы и технические параметры тепловой обработки зерна с использованием ИК-излучения и обогревом пара. Перевести на англ.*

Ключевые слова: термическая обработка зерна, микронизация, тепловая обработка комбикормов.

Для получения животноводческой продукции России все большее место занимает хозяйства с фермами средних и малых размеров. При этом возникают особые требования к получению экологически чистых зерновых компонентов.