

### Література

1. Иванова И.С. Разработка технологии биологически активной добавки к пище в виде белково-углеводного концентрата из биомассы хлебопекарных дрожжей: автореф. дис... канд. техн. наук. – М., 2003.
2. Капрельянц Л.В., Иоргачова К.Г. Функциональні продукти. – Одеса: Друк, 2003. – 312 с.
3. Ахмадышин, Р.А. Получение энтеросорбента микотоксинов из дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* [Текст] / Р.А. Ахмадышин // дисс. ... канд. техн. наук : 03.00.23 Всерос. науч.-исслед. и технол. ин-т биол. пром-сти. – Щёлково, 2008. – 163 с.
4. Иванова, И.С. Разработка технологии биологически активной добавки к пище в виде белково-углеводного концентрата из биомассы хлебопекарных дрожжей [Текст] / И.С. Иванова // автореф. дис... канд. техн. наук. – М., – 2003. – 16 с.
5. Доценко, О.Н. Функционально-технологические характеристики белкового продукта дрожжевой биомассы [Текст] / О.Н. Доценко, В.В. Садова // Известия вузов. Пищевые технологии. – 2002. – № 2. – С. 25.
6. Юскина, О.Н. Разработка биотехнологического способа получения препарата белка из биомассы дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* на основе направленного гидролиза клеточных стенок [Текст] / О.Н. Юскина // дисс. ... канд. биол. наук : 03.00.23 Всерос. науч.-исслед. и технол. ин-т биол. пром-сти. – Кашинцево, 2008. – 190 с.
7. Сеницкая, Н.С. Нуклеопротеиновые комплексы дрожжей : Получение и характеристика [Текст] / Н.С. Сеницкая // дисс. ... канд. биол. наук : 03.00.23. – СПб, – 2000. – 132 с.
8. Римарева, Л.В. Использование комплексного препарата Амилопротооризин КФПА для ферментативного гидролиза дрожжевой биомассы [Текст] / Л.В. Римарева, М.Б. Оверченко, Е.М. Серб, Н.И. Игнатова, Т.В. Туляков, Н.А. Фурсова, А.В. Пасхин // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2002. – № 10. – С. 39–41.
9. Бутова, С.Н. Биотехнологическая деградация отходов растительного сырья [Текст] / С.Н. Бутова – М.: Россельхозакадемия, 2004. – 319 с.
10. Парохонский, А.П. Актуальные проблемы рационального питания населения [Текст] / А.П. Парохонский // Современные наукоемкие технологии – 2005. – № 6. – С. 43–44
11. Патент України № 72552 Спосіб визначення біологічної активності об'єктів природного походження [Текст] / Хоміч Г.П., Капрельянц Л.В., Осипова Л.А., Лозовська Т.С. / власник: ОНАХТ; заявл. 11.01.12, опубл. 27.08.12, бюл. № 16.

УДК 664.715.016.8

## ОСОБЕННОСТИ МИКРОСТРУКТУРЫ ЗЕРНА ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ, ВЫРАЩЕННОЙ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Кошак Ж.В., канд. техн. наук, доцент, Минина Е.М., ст. преподаватель,  
Кошак А.Э., канд. техн. наук

УО «Гродненский государственный аграрный университет», г. Гродно, Республика Беларусь  
Дуктова Н.А. канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки,  
Республика Беларусь

Лугин В.Г., канд. хим. наук, доцент

УО «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск,  
Республика Беларусь

*В статье проводится оценка структуры эндосперма, алевронового слоя и оболочек зерна твердой пшеницы белорусской селекции. Анализируется взаимосвязь микроструктуры зерна твердой пшеницы с химическим составом (содержание белка, клетчатки, жира) и основными технологическими показателями (стекловидность, зольность), сравнивается с микроструктурой мягкой пшеницы с высокой стекловидностью.*

*The article assesses the structure of the endosperm, aleurone layer and shells grain durum wheat Belarusian selection. The interrelation of durum wheat grain microstructure with a chemical composition (the content*

of protein, fiber, fat) and the main process parameters (watercore, ash) is compared with the microstructure of a soft wheat with high glassiness.

Ключевые слова: твердая пшеница, мягкая высокостекловидная пшеница, эндосперм, алейроновый слой, химический состав, стекловидность, зольность, содержание белка.

Твердая пшеница является одним из распространенных видов пшеницы, имеющих зерно с высоким содержанием белка и особым качеством клейковины. Мука, произведенная из твердой пшеницы, является наилучшим сырьем для макаронной промышленности.

Основными районами возделывания твердой пшеницы на территории бывшего Советского Союза являются Российская Федерация, Казахстан и Украина. Однако в последние годы потепление климата на территории Республики Беларусь дает возможность выращивать твердую пшеницу, не уступающую по качеству зерну, выращенному в областях с наиболее благоприятными для этого климатом.

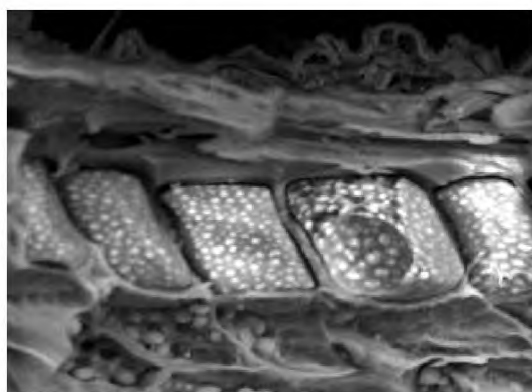
Структура зерна пшеницы, его химический состав и распределение химических веществ по сечению зерна и анатомическим частям в значительной мере определяют технологические свойства зерна. Зерно пшеницы с более развитыми оболочками содержит меньше эндосперма, который труднее от них отделить, а зерно с клетками алейронового слоя примерно одинаковыми по форме и размерам (особенно толщине) хорошо вымалывается. Толщина плодовых и семенных оболочек пшеницы находится в пределах 50-78 мкм, толщина алейронового слоя – от 30 до 70 мкм [1].

На рисунке 1 приведены микрофотографии, полученные на сканирующем электронном микроскопе JSM-5610 LV с системой химического анализа EDX JED-2201 (JEOL, Япония), поперечных срезов зерна твердой и мягкой высокостекловидной пшеницы.

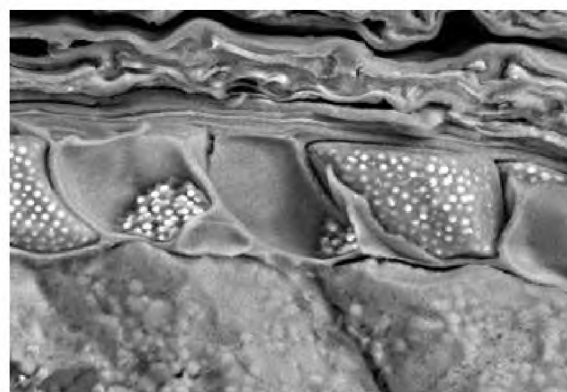
На рисунке 1 видно, что толщина оболочек твердой пшеницы (в среднем 22 мкм) меньше, чем толщина оболочек мягкой высокостекловидной пшеницы (в среднем 30 мкм) на 27 %. Толщина алейронового слоя зерна твердой и мягкой высокостекловидной пшеницы белорусской селекции в среднем одинаковая и составляет 31 мкм, при изменениях от 30 мкм до 34 мкм. Толщина оболочек зерна связана с зольностью и содержанием клетчатки, так как клетчатка входит в состав цветочных пленок и семенных оболочек.

Более ровная граница между клетками алейронового и субалейронового слоя мягкой высокостекловидной пшеницы связано с ее высокими мукомольными свойствами, а небольшое различие между размерами клеток алейронового слоя твердой пшеницы и внедрение отдельных клеток этого слоя в субалейроновый слой приводят к недостаточной вымалываемости зерна и для увеличения выхода и качества муки процесс размола усложняется.

Толщина алейронового слоя связана с основным технологическим показателем - зольностью. Наибольшая зольность в зерне твердой пшеницы (около 60 % всей золы) наблюдается у алейронового слоя, поэтому при помоле необходимо максимально его отделить от внутренней части эндосперма. Клетки алейронового слоя наполнены белковыми веществами и богаты жиром [2].



Мягкая высокостекловидная пшеница сорта «Стымул»



Твердая пшеница сорта «Розалия»

**Рис. 1 – Поперечные срезы зерна твердой и мягкой высокостекловидной пшеницы белорусской селекции**

В зерне твердой пшеницы белорусской селекции сорта «Розалия» 2013 года и мягкой высокостекловидной пшеницы сорта «Стымул» 2012 года был определен химический состав и получены результаты, приведенные в таблице 1. Влажность зерна пшеницы была примерно одинаковая (около 10 %).

Таблица 1 – Химический состав зерна твердой и мягкой высокостекловидной пшеницы белорусской селекции

Показатель	Значение показателя	
	Твердая пшеница сорта «Розалия» 2013 года	Мягкая высокостекловидная пшеница сорта «Стымул» 2012 года
Средняя толщина оболочек, мкм	22	30
Зольность, % на а.с.в.	2,10	1,77
Средняя толщина алейронового слоя, мкм	31	31
Содержание жира, % на а.с.в.	2,15	1,56
Содержание клетчатки, % на а.с.в.	1,5	2,8

При сравнении данных, полученных при изучении структуры зерна (рис. 1) и химического состава (таблица 1) твердой пшеницы, можно сделать следующие выводы. Большая толщина плодовых и семенных оболочек зерна мягкой высокостекловидной пшеницы привела к увеличению клетчатки зерна, которая входит в состав оболочек. При примерно одинаковой толщине алейронового слоя зерна твердой и мягкой высокостекловидной пшеницы, зольность твердой пшеницы больше по сравнению с мягкой, что связано с высокой зольностью алейронового слоя зерна твердой пшеницы, в следствие этого мука, полученная из твердой пшеницы имеет большую зольность, а отруби являются низкозольными.

Важным показателем, характеризующим структуру зерна пшеницы и ее мукомольные свойства, является стекловидность. Стекловидные и мучнистые зерна отличаются количеством, свойствами, размерами и формой крахмальных зерен и белковых веществ, а также характером и прочностью связи между ними [2].

В эндосперме зерна пшеницы крахмал находится в виде гранул размерами от 3 до 50 мкм, которые соединены между собой белковыми прослойками. В зерне пшеницы белок находится в виде частичек и комочков размерами 2-3 мкм [3].

В стекловидном зерне твердой пшеницы белорусской селекции преобладает прикрепленный белок, который прочно связан с крахмальными гранулами, обволакивая их и соединяя в монолитную стекловидную массу (рис. 3 б). В мучнистом эндосперме пшеницы преобладает промежуточный белок, который слабо связан с зернами крахмала в виде отдельных перемычек с наличием воздушных включений, что обуславливает рыхлость эндосперма и его пониженную прочность (рис. 3 а).

Стекловидность твердой пшеницы напрямую связано с содержанием белка в зерне. На рис. 2 представлена зависимость содержания белка от стекловидности зерна для твердой и мягкой высокостекловидной пшеницы белорусской селекции.

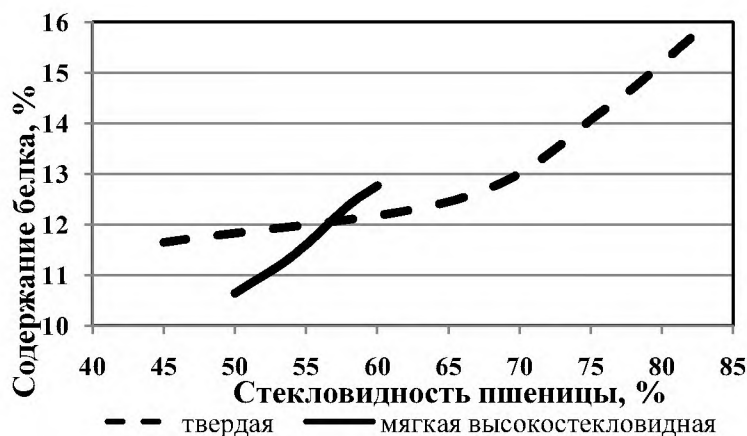


Рис. 2 – Зависимость содержания белка от стекловидности зерна

На диаграмме (рисунок 2) видно, что стекловидность зерна твердой пшеницы изменяется от 45 % до 82 %, при этом содержание белка в зерне изменяется от 11,65 % до 15,68 %. Из этого следует, что стекловидность зерна твердой пшеницы находится в прямой зависимости от содержания белка: с увеличением стекловидности содержание белка увеличивается. Стекловидность зерна мягкой высокостекловидной пшеницы изменяется от 50 % до 60 %, при этом содержание белка изменяется от 10,64 % до 12,77 %. Из

приведенных данных видно, что низко стекловидное зерно твердой пшеницы содержит больше белка, чем зерно мягкой высокостекловидной пшеницы, что связано с присутствием в эндосперме мягкой высокостекловидной пшеницы между крахмальными гранулами воздушных прослоек, не заполненных белком. При одинаковой стекловидности зерна у твердой пшеницы количество белка выше в среднем на 7,8 % по сравнению с высокостекловидной мягкой пшеницей.

На рис. 3 представлены микрофотографии структуры эндосперма зерна твердой пшеницы со стекловидностью 45 % и содержанием белка 11,65 % (рис. 3 а) и структуры эндосперма зерна твердой пшеницы со стекловидностью 76 % и содержанием белка 14,28 % (рис. 3 б).

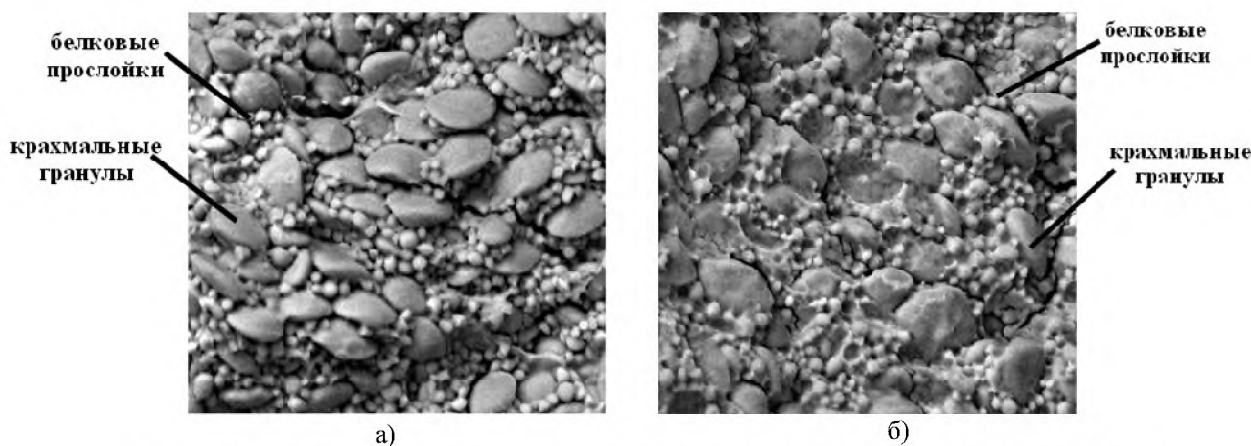


Рис. 3 – Структура эндосперма: а) мучнистый эндосперм, б) стекловидный эндосперм

На рис. 3 видно, что в стекловидном эндосперме белок плотно прилегает к крахмальным гранулам, которые утоплены в белковую матрицу, в мучнистом эндосперме крахмальные гранулы уложены свободно и не связаны друг с другом. В мучнистом эндосперме размер крахмальных гранул варьирует от 8 мкм до 25 мкм. В эндосперме стекловидного зерна эндосперме размер крахмальных гранул варьирует от 17 мкм до 27 мкм, но преобладают крупные крахмальные гранулы с диаметром около 24 мкм. Из полученных данных следует, что содержание белка в зерне твердой пшеницы возрастает при увеличении среднего размера крахмальных гранул, т.е. с увеличением их крупности.

#### Выводы

Результаты исследований микроструктуры зерна твердой пшеницы показали, что твердая пшеница белорусской селекции обладает хорошими технологическими свойствами, позволяющими получить макаронную муку высокого качества. Расположение клеток алейронового слоя зерна твердой пшеницы характеризует хорошую вымалываемость эндосперма, что позволит сократить технологическую схему помола и снизить энергозатраты при производстве макаронной муки.

#### Литература

1. Егоров, Г.А. Технология муки. Технология крупы / Г.А. Егоров. – М.: Колос, 2005. – 296 с.
2. Казаков, Е.Д. Зерноведение с основами растениеводства / Е.Д. Казаков. – М.: Колос, 1973. – 288 с.
3. tinref.ru – библиотека онлайн [Электронный ресурс] / Белки – Режим доступа: [http://tinref.ru/000\\_uchebniki/04200produkti/001\\_tehnologia\\_makaron\\_proizvodstva/005.htm](http://tinref.ru/000_uchebniki/04200produkti/001_tehnologia_makaron_proizvodstva/005.htm) – Дата доступа 04.05.2014.

УДК 613.292:582.741:581.141

## ХАРЧОВА ТА БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ НАСІННЯ ЛЬОНУ

Слободянюк Н.М., канд. с.-г. наук, доцент, Сухенко Ю.Г., д-р техн. наук, професор,  
Веретинська І.А., аспірант  
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

*У статті вивчено харчову та біологічну цінність насіння льону, вирощеного в Центральному регіоні України. Як свідчать результати експериментальних досліджень, піддослідне насіння льону характери-*