

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ И ДЛИТЕЛЬНОСТИ ОТВОЛАЖИВАНИЯ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗЕРНА ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ

И.С. Косцова, Т.М. Гончаренко

Изучено влияние основных параметров процесса гидротермической обработки (ГТО) на физические показатели качества зерна твердой пшеницы белорусской селекции. Изучен процесс разрыхления эндосперма исследуемого зерна под действием влажности и длительности отволаживания на основании анализа изменения стекловидности, плотности и объема зерна.

Введение

В последние годы селекционерами Республики Беларусь ведется активная работа по созданию собственных сортов зерна твердой пшеницы. Исследование зерна твердой пшеницы как высококачественного сырья для макаронной промышленности является актуальной задачей для отечественной науки. Решение данной проблемы состоит в выявлении технологических особенностей зерна твердой пшеницы, выращенной в условиях нашей страны, установлении рациональных режимов его переработки и получении высококачественного сырья для макаронной промышленности.

Одним из важных этапов подготовки зерна к помолу, определяющим как выход макаронной крупки, так и ее качество, является процесс гидротермической обработки зерна. Главной задачей гидротермической обработки зерна является направленное изменение технологических свойств зерна с целью обеспечения высокой эффективности процесса его размола. Степень направленного воздействия на зерно зависит в первую очередь от исходных показателей качества перерабатываемого зерна [2].

Начало глубоких исследований методов подготовки зерна к помолу было положено работами Я.Н. Куприца, создавшего научные основы гидротермической обработки зерна. Дальнейшее развитие исследований ГТО зерна получено в трудах ученых Н.И. Озолина, Н.И. Лосева, И.И. Ленарского, Е.Д. Казакова, В.Л. Кретовича, Л.Е. Айзиковича, Г.А. Егорова, Б.В. Сенаторского, Н.С. Беркутовой, Т.П. Петренко и многих других. Из зарубежных ученых следует отметить Л. Альтрогге, Г. Нюре, Д. Кемпбелла, Г. Джонса. Исследователями было установлено влияние основных факторов, воздействующих на зерно в процессе ГТО, на изменение его физических, технологических и биохимических свойств при различных методах и режимах гидротермической обработки [4]. Обзор специальной литературы показал, что сведений об изучении влияния основных параметров ГТО на технологические свойства зерна твердой пшеницы, выращенной в Республике Беларусь, нет. Однако известно, что условия произрастания оказывают значительное влияние на технологические свойства зерна, а следовательно, и на оптимальные режимы процессов его переработки. Поэтому целью данной работы является исследование процесса ГТО зерна твердой пшеницы белорусской селекции и, в частности, изучение влияния влажности и длительности отволаживания на его физические свойства.

Результаты исследований и их обсуждение

Для исследования были использованы четыре сорта зерна твердой пшеницы белорусской селекции (Вероника, Славица, Елена и Розалия), полученные с опытных полей УО «БГСХА» урожая 2012 года. Показатели качества исследуемых сортов зерна твердой пшеницы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели качества зерна твердой пшеницы белорусской селекции

Сорт	Натура, г/л	Стекловидность, %	Количество клейковины, %	Качество клейковины, ед. пр. ИДК
Вероника	747	84	26,0	90
Славица	759	88	28,7	82
Елена	772	89	29,3	87
Розалия	773	86	27,5	92

Одним из основных показателей качества зерна является натура. Данный показатель зависит от многих факторов: формы зерна, плотности, крупности и др. Известно, что с увеличением натуры зерна, как правило, повышается выход муки [1]. Анализ качества исследуемых образцов зерна показал, что натура всех образцов зерна достаточно высокая и по данному показателю сорта Елена и Розалия относятся к 1 классу, Вероника и Славица – ко 2 классу (согласно ГОСТ 9353-90).

Важным физическим показателем, определяющим классность зерна твердой пшеницы, является стекловидность. Стекловидность зерна в значительной степени зависит от сортовых особенностей и природно-климатических условий выращивания. С увеличением стекловидности зерна повышается суммарное извлечение круподунстовых продуктов в дражном процессе [1]. В результате исследований было установлено, что все исследуемые сорта твердой пшеницы обладают высокой стекловидностью и соответствуют 1 классу твердой пшеницы по данному показателю.

Для оценки технологических свойств зерна твердой пшеницы как сырья для производства муки для макаронных изделий большое значение имеет такой показатель качества, как выход сырой клейковины. Данный показатель один из определяющих при заготовке твердой пшеницы [5]. Из таблицы видно, что выход сырой клейковины в исследуемых образцах несколько ниже средних значений данного показателя для зерна твердой пшеницы, выращенной в зонах традиционного возделывания. Особенно низкое содержание сырой клейковины у сорта Вероника. По содержанию клейковины сорта Славица, Розалия и Елена можно отнести к зерну твердой пшеницы 1 класса, сорт Вероника – ко 2 классу. Качество клейковины всех исследуемых образцов соответствует II группе (удовлетворительно слабая), что удовлетворяет требованиям макаронной промышленности.

Таким образом, анализ качества исследуемых образцов твердой пшеницы показал, что по комплексу показателей сорта Елена и Розалия можно отнести к зерну твердой пшеницы 1 класса, а сорта Вероника и Славица – 2 класса (согласно ГОСТ 9353-90).

На первом этапе работы проводили исследование влияния влажности и длительности отволаживания на изменение стекловидности и плотности зерна твердой пшеницы.

При ГТО под воздействием влажности с течением времени развиваются сложные процессы физико-химической и биохимической природы, которые приводят к усилению максимально возможной степени различия в прочности оболочек и эндосперма, – прочность эндосперма снижается, а прочность оболочек повышается. Снижение прочности эндосперма происходит вследствие его разрыхления под влиянием внутреннего переноса влаги.

Разрыхление эндосперма обусловлено образованием микротрещин, набуханием биополимеров и биохимическими процессами. В результате наблюдается снижение стекловидности и плотности зерна, а также его прочности, благодаря чему оно легче разрушается при механическом воздействии в процессе помола.

Наблюдать за процессом разрыхления эндосперма можно непосредственно, путем регистрации образующихся микротрещин, или же косвенно, на основе определения стекловидности, плотности или же объемных изменений (контракции) зерна [3,5].

На рисунках 1 и 2 представлены графики изменения стекловидности и плотности зерна твердой пшеницы белорусской селекции в зависимости от влажности зерна при длительности отволаживания 12 часов.

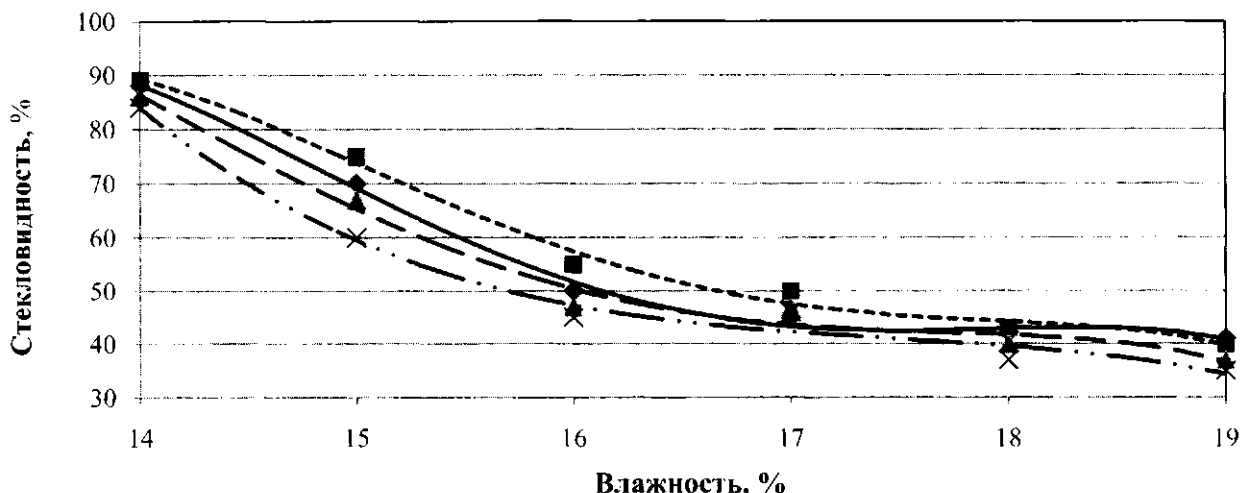


Рисунок 1 – Изменение стекловидности зерна твердой пшеницы белорусской селекции в зависимости от влажности при длительности отволаживания 12 часов

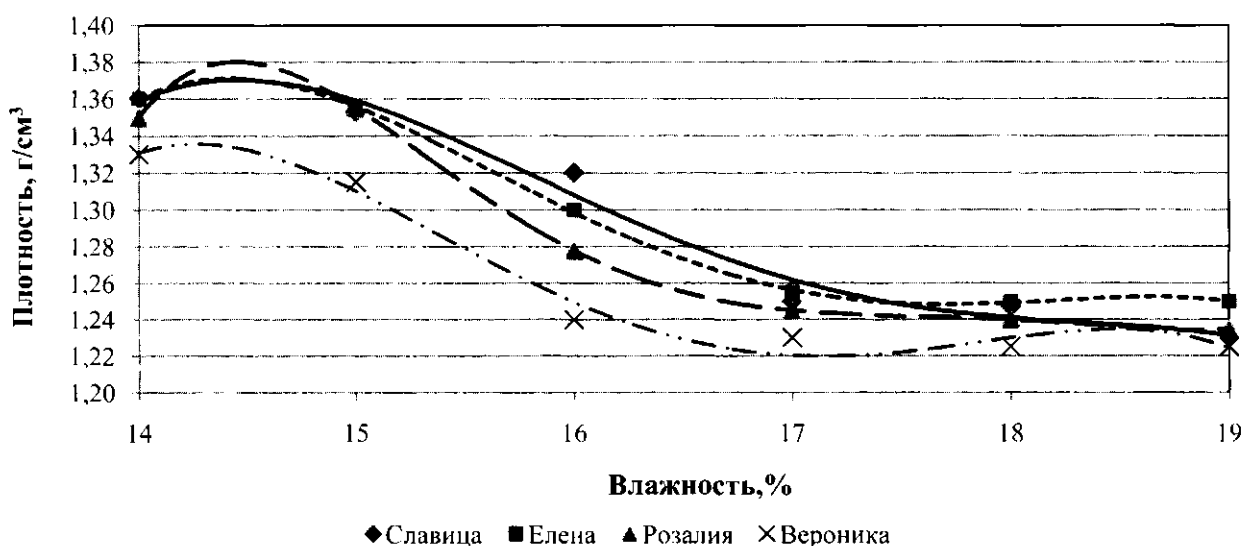


Рисунок 2 – Изменение плотности зерна твердой пшеницы белорусской селекции в зависимости от влажности при длительности отволаживания 12 часов

Результаты исследований показали, что с увеличением влажности зерна стекловидность его снижается. Наиболее интенсивное снижение стекловидности наблюдается при увеличении влажности до 17 %. Это обусловлено тем, что с повышением влажности зерна интенсифицируется процесс разрушения структуры эндосперма микротрещинами. При дальнейшем увеличении влажности интенсивность изменения стекловидности снижается.

Данные, характеризующие изменение плотности зерна исследуемых образцов, показали, что темп снижения плотности зависит от достигнутой влажности. Так, на участке изменения влажности от 14 до 15 % плотность зерна изменяется незначительно, на участке изменения влажности от 15 до 17 % происходит интенсивное снижение плотности, а после 17 % влажности изменение плотности замедляется. Изменение плотности служит показателем интенсивности происходящих в зерне физико-химических процессов, а участок на оси изменения влажности (15 % – 17 %), характеризующийся наиболее резким снижением плотности, соответствует максимальной степени разрыхления эндосперма.

Таким образом, изучение динамики изменения стекловидности и плотности зерна при увлажнении показала, что при влажности 15 % – 17 % наблюдается наиболее интенсивное изменение плотности, что может косвенно характеризовать наибольшую степень разрыхления эндосперма.

Следующим этапом работы было изучение динамики изменения стекловидности и объема зерновки твердой пшеницы, увлажненной до 16 %, в зависимости от времени отволаживания. Результаты исследования представлены на рисунках 3 и 4.

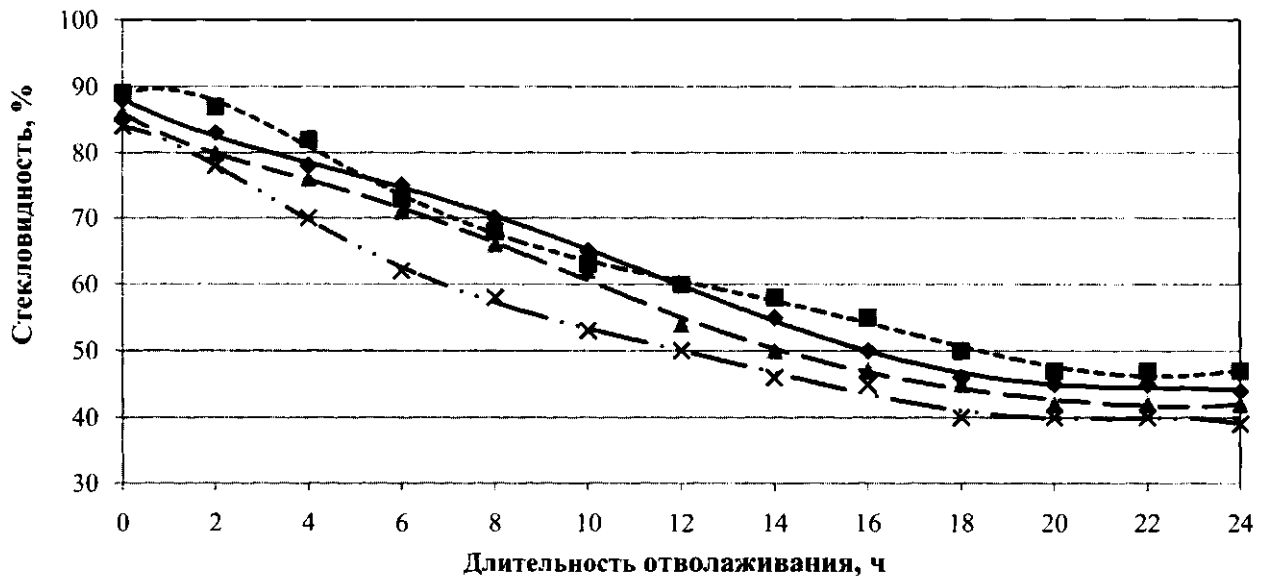


Рисунок 3 – Изменение стекловидности зерна твердой пшеницы белорусской селекции в зависимости от длительности отволаживания (влажность зерна 16 %)

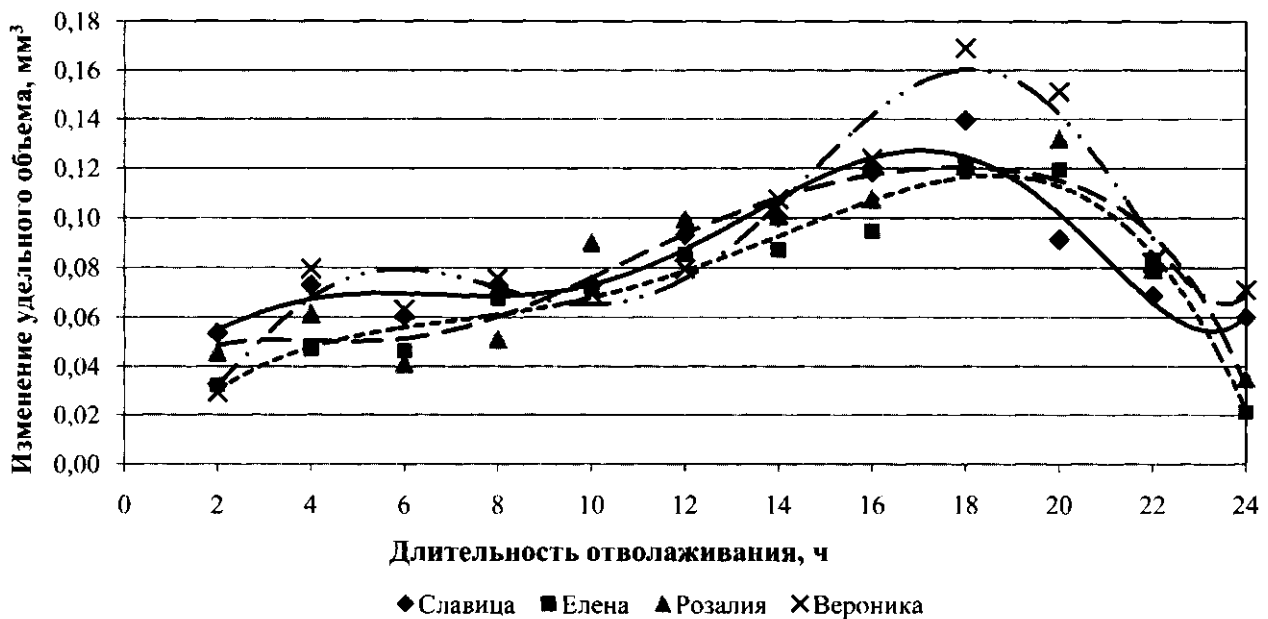


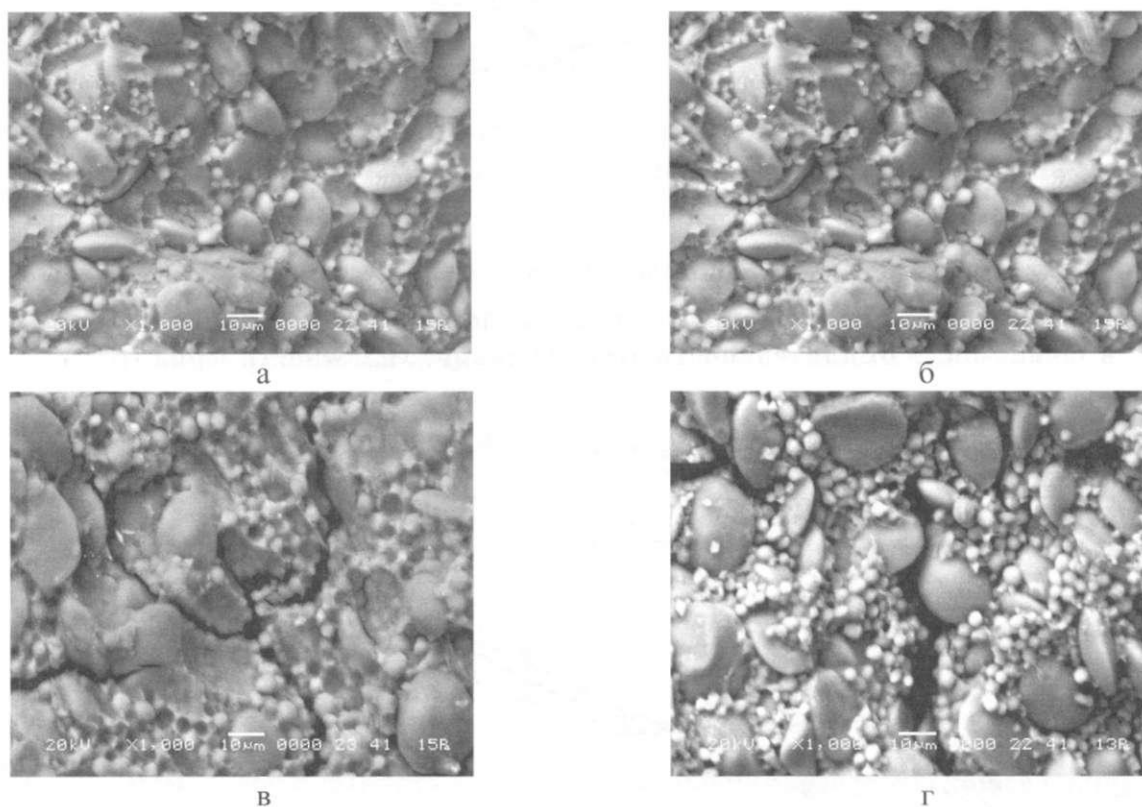
Рисунок 4 – Изменение удельного объема зерна твердой пшеницы белорусской селекции в зависимости от длительности отволаживания (влажность зерна 16 %)

Из рисунка 3 видно, что при увеличении времени отволаживания зерна твердой пшеницы значительно снижается его стекловидность. Наиболее интенсивное снижение стекловидности наблюдается в период от 2 до 18 часов отволаживания. Очевидно, что в этот период в результате переноса влаги из поверхностных слоев внутрь эндосперма в зерновках твердой пшеницы идет процесс интенсивного образования микротрещин, что и приводит к снижению стекловидности зерна до 45 % – 55 %. Далее процесс замедляется и после 20 часов отволаживания стекловидность практически не изменяется.

При исследовании влияния длительности отволаживания на изменение свойств зерна наи-

более наглядным является изучение кривых приращения удельного объема зерна, суммарно отражающих степень разрыхления эндосперма (рисунок 4). Волнообразный характер развития кривых указывает на сложность происходящих в зерне процессов. Максимального значения величина приращения удельного объема зерна достигает через 18–20 часов в зависимости от сорта зерна. Далее для всех образцов процесс разрыхления замедляется, величина приращения удельного объема снижается. Положение максимумов на кривых разрыхления эндосперма определяет протяженность периода активного разрыхления эндосперма.

Интенсивность образования микротрещин в процессе отволаживания изучали с помощью сканирующего электронного микроскопа JEOL JSM-5610 LV. Результаты исследования представлены на рисунке 5.



а) длительность отволаживания 4 часа; б) длительность отволаживания 10 часов;
в) длительность отволаживания 16 часов; г) длительность отволаживания 20 часов

Рисунок 5 – Изменение микроструктуры центральной части эндосперма зерна твердой пшеницы белорусской селекции в процессе отволаживания (сорт Славица)

Анализ фотографий наглядно показывает, что при отволаживании в течение 4 часов влага проникает в периферийную часть эндосперма, образуя радиальные микротрещины вдоль стенок его клеток вследствие неравномерного набухания межклеточных и внутриклеточных веществ, имеющих различную биохимическую природу и свойства. На данном этапе центральная зона эндосперма сохраняет монолитную структуру благодаря наличию более плотных частиц промежуточного белка между гранулами крахмала. С увеличением длительности отволаживания до 10 часов влага проникает и в центральные слои эндосперма. При этом в структуре эндосперма происходят сдвиги в результате возникших напряжений из-за неравномерности набухания белковой матрицы и зерен крахмала, в результате чего появляются воздушные полости. Дальнейшее отволаживание приводит к увеличению размеров микротрещин вследствие нарушения природных связей белка с зернами крахмала. После 20 часов отволаживания в уже нарушенной структуре клеток эндосперма хорошо различимы все

структурные элементы: крупные чечевицеобразные зерна крахмала, мелкие зерна крахмала сферической формы и набухшая белковая матрица. Данные преобразования свидетельствуют о прекращении процесса разрыхления эндосперма зерна.

Таким образом, в результате исследования влияния влажности и длительности отволаживания на степень разрыхления эндосперма зерна исследуемых образцов (посредством регистрации образующихся микротрещин, изменения плотности, стекловидности и удельного объема) было установлено, что максимальная степень разрыхления эндосперма наблюдается при влажности зерна 16 % – 17 % и длительности отволаживания 18–20 часов.

Для хлебопекарных помолов пшеницы период активного разрыхления может быть принят за необходимую продолжительность отволаживания зерна при кондиционировании. Однако при макаронных помолах твердой пшеницы, целью которого является максимальное получение макаронной крупки, а не муки, наоборот не следует допускать значительного размягчения эндосперма. Оптимальные режимы процесса ГТО при макаронных помолах подбирают так, чтобы в процессе размола получить максимальных выход макаронной крупки наилучшего качества, т.е. с наименьшей зольностью [3,5]. Поэтому на следующем этапе работы будет проведена оптимизация процесса гидротермической обработки зерна с целью установления оптимальных режимов кондиционирования.

Заключение

Анализ качества зерна твердой пшеницы белорусской селекции показал, что твердая пшеница, выращенная в условиях Республики Беларусь, по показателям качества соответствует твердой пшенице, полученной в зонах традиционного возделывания. По комплексу показателей сорта Елена и Розалия можно отнести к зерну твердой пшеницы 1 класса, а сорта Вероника и Славица – 2 класса (согласно ГОСТ 9353-90). Динамика изменения стекловидности и плотности зерна твердой пшеницы белорусской селекции у всех исследуемых сортов идентична. Можно предположить, что наибольшая степень разрыхления эндосперма зерна наблюдается при влажности 15 % – 17 %. Характер изменения кривых разрыхления эндосперма также одинаков для всех исследуемых образцов. Максимальные значения удельного объема зерна при длительности отволаживания 18–20 часов косвенно характеризуют наибольшую степень разрыхления эндосперма.

Литература

- 1 Егоров, Г.А. Технология муки, крупы и комбикормов / Г.А. Егоров, Е.М. Мельников, Б.М. Максимчук. – М. : Колос, 1984. – 376 с.
- 2 Егоров, Г.А. Управление технологическими свойствами зерна / Г.А. Егоров. – М. : Издательский комплекс МГУПП, 2005. – 292 с.
- 3 Козьмина, Н.П. Новое в изучении твердой пшеницы и производство макаронной муки за рубежом: обзорная информация / Н.П. Козьмина. – М. : ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1973. – 32 с.
- 4 Мерко, И.Т. Совершенствование технологических процессов сортового помола пшеницы / И.Т. Мерко. – М. : Колос, 1979. – 191 с.
- 5 Сенаторский, Б.В. Новое в изучении подготовки твердой пшеницы к макаронному помолу: обзорная информация / Б.В. Сенаторский. – М. : ЦНШТЭИ Минзага СССР, 1977.

Поступила в редакцию 16.12.2013