

ПРОЦЕСС ШЕЛУШЕНИЯ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ НЕДРОБЛЕНОЙ КРУПЫ И ОЦЕНКА ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТИ

И. С. Косцова, А. И. Лысенкова

Могилевский государственный университет продовольствия, Республика Беларусь

АННОТАЦИЯ

Введение. Тенденция использования твердых сортов пшеницы для получения недробленной крупы актуализирует проблему обеспечения максимальной эффективности технологического процесса, что обусловило цель исследования. Научная задача – оптимизация процесса шелушения твердой пшеницы при получении недробленной крупы и установление критериев оценки его эффективности.

Материалы и методы. Сорта зерна твердой пшеницы Толеса, Владлена, Валента урожая 2018 года. Лабораторный эксперимент с использованием шелушителя УШЗ-1; зерно подвергалось предварительной гидротермической обработке.

Результаты. Динамика изменения выхода ядра, дробленного ядра и муки в процессе шелушения практически одинакова для всех исследуемых сортов. Интенсивное приращение выхода дробленного ядра и муки наблюдается при достижении значений коэффициента шелушения 65–75 %, значение коэффициента целостности ядра возрастает при этом в среднем до 0,85–0,87. Процесс максимально эффективен при степени снижения зольности 0,4–0,5 %.

Выводы. Указанные критерии могут быть рекомендованы для оценки эффективности и управления технологическим процессом шелушения зерна твердой пшеницы при производстве недробленной крупы, а их значения в указанных диапазонах оптимальны, что позволяет значительно увеличить выход готовой продукции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *твердая пшеница; недробленная крупа; процесс шелушения; коэффициент шелушения; коэффициент целостности ядра; степень снижения зольности.*

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Косцова, И. С. Процесс шелушения твердой пшеницы при получении недробленной крупы и оценка его эффективности / И. С. Косцова, А. И. Лысенкова // Вестник МГУП. – 2019. – № 2(27). – С. 58–67.

PEELING PROCESS OF DURUM WHEAT IN THE PRODUCTION OF UNCRUSHED CEREALS AND EVALUATION OF ITS EFFICIENCY

I. S. Kostsova, A. I. Lysenkova

Mogilev State University of Food Technologies, Republic of Belarus

ABSTRACT

Introduction. The tendency to use durum wheat to produce uncrushed cereals actualizes the problem of ensuring maximum efficiency of the technological process. The scientific task is to optimize the process of peeling durum wheat when receiving uncrushed cereals and establishing criteria for evaluating its effectiveness.

Materials and methods. Varieties of hard types of wheat Toles, Vladlen, Valenta harvested in 2018 were used in the study. Laboratory experiment was carried out by means of УШЗ-1 peeling machine. Grain was subjected to preliminary hydrothermal processing.

Results. The dynamics of changes in the yield of the kernel, crushed kernel and meal during the peeling process is virtually the same for all the varieties under study. An intensive increment in the yield of the crushed kernel and meal is observed when the peeling coefficient reaches 65–75 %, while the kernel integrity coefficient increases on average to 0,85–0,87. The most effective process is achieved when ash reduction degree amounts to 0,4–0,5 %.

Conclusions. The specified criteria can be recommended for evaluating the effectiveness and controlling the technological process of peeling durum grain in the production of uncrushed cereals, with their values in the indicated ranges being optimal, which can significantly increase the yield of the finished products.

KEY WORDS: *durum wheat; uncrushed cereals; peeling process; peeling coefficient; kernel integrity coefficient; degree of ash reduction.*

FOR CITATION: Kostsova I. S., Lysenkova A. I. Peeling process of durum wheat in the production of uncrushed cereals and evaluation of its efficiency. *Bulletin of Mogilev State University of Food Technologies.* – 2019. – No. 2(27). – P. 58–67. (in Russian).

ВВЕДЕНИЕ

Каша – основа здорового питания, древнейший продукт, употребляемый человеком в пищу, который обеспечивает организм энергией, придает ему силу, доступный и простой в приготовлении. Традиционно сырьем для получения крупы является: рис, овес, гречиха, просо, ячмень и другие культуры, однако в этом списке, как правило, отсутствует твердая пшеница. Твердая пшеница – это уникальная зерновая культура, новая для Республики Беларусь. В последние годы все больше внимания уделяется селекции и выращиванию этого злака в условиях Беларуси [1–3]. Уже прошли сортоиспытания и внесены в госреестр Республики Беларусь два сорта твердой пшеницы итальянской селекции (Ириде и Меридиано), три сорта твердой пшеницы белорусской селекции (Славица, Розалия, Валента) и три сорта твердой пшеницы российской селекции (Агат Донской, Аксинит, Амазонка) [4]. Таким образом, твердая пшеница активно входит на зерновой рынок республики, однако анализ технологий зерноперерабатывающих производств республики показал, что в Беларуси отсутствуют предприятия, технологии которых позволяют перерабатывать твердую пшеницу. Помимо этого, как показал обзор специальной литературы, твердая пшеница как сырье для производства крупы практически не изучалась, хотя из нее вырабатывают несколько дробленых круп: Манная крупа, Полтавская и Артек, Булгур, Кус-кус [5–9]. Манная крупа – это промежуточный продукт при получении муки. Технология получения крупы Булгур предусматривает процесс варки зерна, сырьем для получения крупы Кус-Кус является манная крупа, и только крупа Полтавская и Артек представляет собой «натуральное» шелушеное и шлифованное дробленое ядро твердой пшеницы различной крупности (ТНПА на данный вид крупы разработан в 1960 г.) [10]. Существующая технология получения крупы Полтавской и Артек достаточно затратна, выход готовой продукции невысок и составляет 60–63 % [9–12]. Существенное дробление и повреждение ядра в процессе шелушения вызывает разрушение мономерной белково-углеводной матрицы эндосперма твердой пшеницы, что вызывает повышение биодоступности крахмальных зерен эндосперма и снижает в целом пищевую ценность крупы. Поэтому создание новой технологии, согласно которой в процессе шелушения максимально сохраняется уникальная особенность микроструктуры эндосперма твердой пшеницы (за счет целостности ядра), позволит получить крупу, которую можно отнести к группе продуктов здорового, диетического питания, это имеет большую практическую и социальную значимость.

В технологии получения крупы, особенно недробленной, процесс шелушения является одним из основных этапов. Он в большей степени определяет выход, качество недробленной крупы и технико-экономические показатели производства крупы в целом. Шелушение зерна – это процесс отделения наружных пленок (для пленчатых культур) или оболочек (для голозерных культур). Он был широко изучен в середине прошлого столетия такими учеными как Манаенко В. В., Зенкова А. Н., Лопатинский С. Н., Мельников Е. М., Павлова Н. С., Чемодурова Е. И., Сахарова Н. А., Чурусов К. А., Бушкова Н. А., Хасанов Х. М., Рахматулин Х. А., Козьмина Е. П., Шухнов А. Ф. и др. [13–17].

В работах авторов приведены исследования данного процесса для пленчатых культур, таких как рис, овес, гречиха, просо, ячмень и др., учитывая, что из твердой пшеницы вырабатывают только дробленые крупы, процессу шелушения в данной технологии не уделяли достаточно внимания. Эффективность процесса оценивали визуально, главная цель была – максимально удалить оболочки. В результате получали до 30 % мучки и только 8 % крупной фракции ядра [10, 11]. Сведения об изучении другими авторами процесса шелушения твердой пшеницы с целью получения из нее недробленной крупы в открытой печати отсутствуют.

Таким образом, при разработке технологии получения недробленной крупы из твердой пшеницы первоочередной задачей является изучение процесса шелушения, а в частности,

влияния интенсивности процесса на выход и качество продуктов шелушения, установление критериев оценки эффективности шелушения при получении пшеничной недробленной крупы и научное обоснование их оптимальных значений. Разработка на основе полученных данных ресурсо- и энергосберегающей технологии получения пшеничной недробленной крупы позволит повысить эффективность использования зерна твердой пшеницы и технико-экономические показатели получения крупы в целом, а также расширить ассортимент вырабатываемых в республике «натуральных» круп высокой пищевой ценности.

Цель исследования – повышение эффективности технологического процесса обработки зерна твердой пшеницы при получении недробленной крупы.

Научная задача – оптимизация процесса шелушения твердой пшеницы при получении недробленной крупы и установление критериев оценки его эффективности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для исследования были взяты три сорта зерна твердой пшеницы урожая 2018 г. (Толеса, Владлена, Валента), выращенные на опытных сортоучастках УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». При исследовании физико-технологических показателей качества зерна применяли стандартные методы анализа.

Шелушение исследуемых образцов осуществляли в лабораторных условиях на лабораторном шелушителе УШЗ-1, рабочими органами которого являются абразивный ротор и ситовая дека. Шелушению подвергали очищенные образцы зерна, предварительно удалялось мелкое зерно проходом сита 1,7×20мм.

Перед шелушением исследуемые сорта твердой пшеницы подвергались гидротермической обработке по оптимальным режимам, ранее установленным авторами [18–20].

Фракцию целого ядра отбирали сходом сита \varnothing 2,7 мм, фракцию дробленого ядра проходом сита \varnothing 2,7 и сходом сита 1,0 мм, мучку проходом сита 1,0 мм.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для эффективной переработки зерна в крупу и объективной оценки технологических характеристик процессов большое значение имеют его физико-технологические свойства, основными из которых являются: геометрическая характеристика зерна, натура, стекловидность, масса 1000 зерен и др.

Геометрическая характеристика зерна, которая определяется линейными размерами зерновки, ее сферичностью, а также крупностью и особенно выравненностью зерновой массы [5–8, 21]. Результаты исследования геометрической характеристики исследуемых образцов твердой пшеницы представлены в табл. 1.

Табл. 1. Геометрическая характеристика зерна

Table 1. Geometrical characteristics of grain

Сорт	Длина зерновки, мм	Толщина зерновки, мм	Ширина зерновки, мм	Сферичность	Крупность (остаток на сите 2,5×20), %	Выравненность, %
Толеса	7,6±0,3	2,8±0,2	2,9±0,2	0,59	69,70	70,00
Владлена	7,3±0,3	2,8±0,2	3,1±0,2	0,58	77,56	78,00
Валента	7,2 ±0,3	2,8±0,3	2,9±0,4	0,57	65,00	78,20

Анализ экспериментальных данных, представленных в табл. 1, показывает, что сорта значительно отличаются между собой по линейным размерам. Зерно имеет вытянутую форму. Ширина и толщина примерно одинаковы. Показатель сферичности невысокий в пределах 0,57–0,59, что характерно для твердой пшеницы, вследствие преобладания у всех сортов веретенообразной формы зерновки. Все исследуемые сорта имеют достаточно высокую крупность (свыше 60 %), наиболее крупное зерно сорт Владлена.

При оценке качества крупяного сырья особое значение имеет не столько крупность зерна, а то насколько оно выравнено по крупности [5, 8, 21]. В результате ситового анализа было установлено, что зерно всех исследуемых образцов имеет выравненность по крупности (не менее 70 %) с преобладанием фракций зерна, полученных сходами двух смежных сит с размерами ячеек 2,5×20 и 3,0×20 мм.

Для решения вопроса о возможности использования твердой пшеницы в качестве сырья для крупяной промышленности и переработки ее с высокой эффективностью на крупозаводах республики были изучены физико-технологические свойства трех сортов твердой пшеницы. Результаты исследований основных физико-технологических свойств зерна представлены в табл. 2.

Табл. 2. Физико-технологические свойства качества твердой пшеницы

Table 2. Physical-technological properties of durum wheat

Сорт	Натура, г/л	Стекловидность, %	Масса 1000 зерен, г
Толсса	769,53±2,5	97±1,0	36,01±0,05
Владлена	750,07±3,6	97±2,0	34,70±0,06
Валента	755,09±1,6	98±1,0	35,64±0,08

Натура зерна – один из показателей, который в значительной мере влияет на выход готовой продукции [5, 6]. В результате исследования установлено, что натура всех сортов твердой пшеницы находится на среднем уровне, и все сорта потенциально обладают хорошими крупяными свойствами.

Консистенция эндосперма твердой пшеницы, его стекловидность имеет большое значение при оценке крупяных свойств зерна. Она зависит от формы и расположения белковых веществ, характера и прочности связи между белковым веществом и гранулами крахмала. Характерным признаком для твердой пшеницы является ее высокая стекловидность. Данный показатель оказывает существенное влияние на выход и качество крупы [5, 6, 22]. Установлено, что представленные образцы зерна характеризуются очень высокой стекловидностью, что положительно скажется как на выходе, так и на качестве крупы.

Показатель массы 1000 зерен связан со степенью зрелости зерна, плотностью его тканей и количеством содержащегося в зерне эндосперма. Масса 1000 зерен исследуемых сортов твердой пшеницы находится на уровне средних значений данного показателя, имеющих в литературе [7, 22–25].

Таким образом, исследования физико-технологических свойств представленных сортов твердой пшеницы показали, что все зерно высокостекловидное, крупное и достаточно выравненное. Натура и масса 1000 зерен находятся на среднем уровне для твердой пшеницы, выращенной в традиционных регионах возделывания. Зерно обладает хорошими крупяными свойствами, имеет высокий технологический потенциал и относится (согласно ГОСТ 9353–90) к твердой пшенице 2 класса, полностью удовлетворяет требованиям к качеству крупяного сырья.

При изучении процесса шелушения была поставлена задача – проанализировать изменения выхода продуктов шелушения при повышении интенсивности процесса (путем увеличения длительности шелушения). В результате исследования получены зависимости выходов: целого ядра, дробленого ядра и мучки от длительности шелушения твердой пшеницы при получении крупы недробленой. Зависимости представлены на рис. 1, 2, 3.

Анализ полученных данных показывает, что с увеличением времени шелушения выход целого ядра снижается (рис. 1), выхода дробленого ядра и мучки (рис. 2 и 3) возрастают. Однако необходимо отметить, что прирост мучки проходил более интенсивно, чем дробленого ядра, так за каждые 10 секунд прирост дробленого ядра в среднем составил от 0,3 до 1 %, а мучки от 0,8 до 2,3 %. При этом после 40 секунд шелушения прирост мучки проходил более интенсивно (так за каждые от 10 до 50 секунд прирост мучки составил в среднем 1 %, а после 50 секунд – 2 %). Это обусловлено предложенным способом шелушения зерна.

Анализируя в целом изменения выхода продуктов шелушения в зависимости от длительности шелушения разных сортов твердой пшеницы, следует отметить, что динамика изменения выхода ядра, дробленого ядра и муки практически одинакова для всех исследуемых сортов. Это объясняется близкими физико-технологическими свойствами изучаемых сортов твердой пшеницы (табл. 1 и 2).

Одним из параметров оценки эффективности процесса шелушения в технологии крупяного производства является коэффициент шелушения (Кш), отражающий количественную оценку процесса и представляющий собой относительное количество шелушенных зерен за один пропуск через шелушильную машину [5, 7].

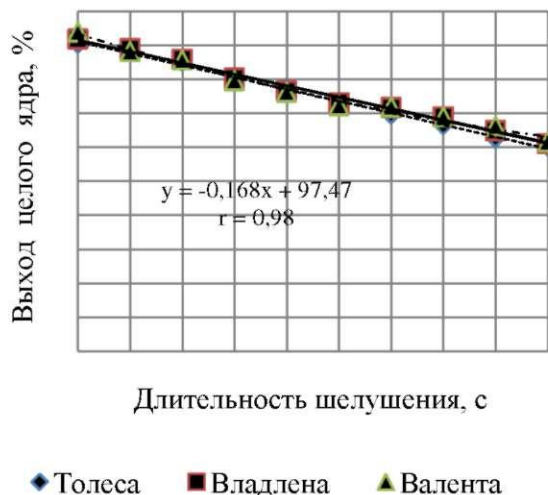


Рис. 1. Динамика изменения выхода целого ядра в зависимости от длительности шелушения

Fig. 1. Dynamics of changes in the yield of the whole kernel depending on peeling time

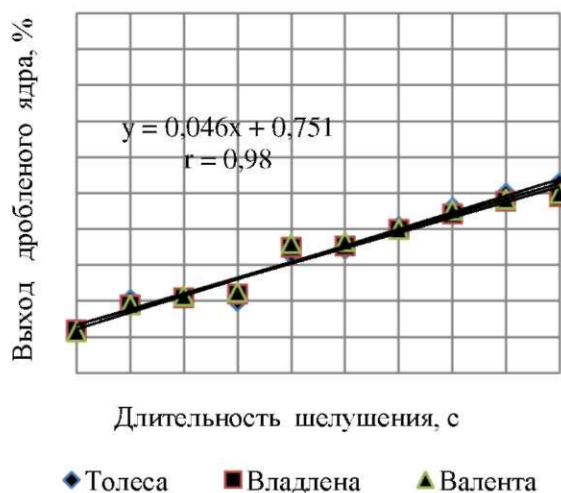


Рис. 2. Динамика изменения выхода дробленого ядра в зависимости от длительности шелушения

Fig. 2. Dynamics of changes in the yield of crushed kernel depending on peeling time

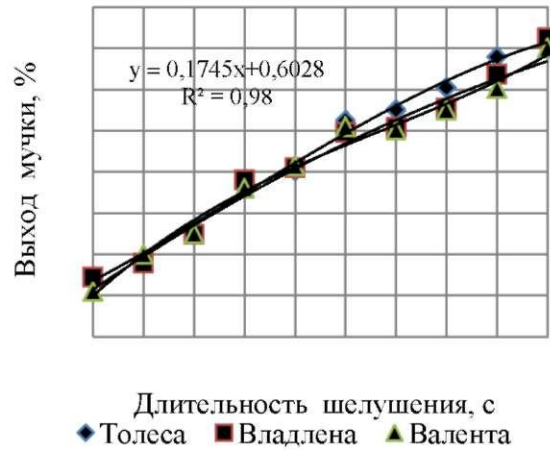


Рис. 3. Динамика изменения выхода муки в зависимости от длительности шелушения

Fig. 3. Dynamics of changes in the yield of meal depending on peeling time

Однако, известно, что коэффициент шелушения определяют в основном при шелушении пленчатых культур, при получении дробленых круп, в том числе при шелушении пшеницы его не определяют, т.к. сложно визуально отличить шелушенные и нешелушенные зерна [5, 7, 12]. Учитывая, что для изучения процесса шелушения K_{III} несет важную информацию, в работе K_{III} был определен. Для определения количества нешелушеного ядра использовали метод окрашивания ядра перманганатом калия. Зёрна, которые содержали меньше 1/3 оболочек, относили к шелушеному ядру. На рис. 4 представлена полученная зависимость коэффициента шелушения исследуемых сортов твердой пшеницы от длительности шелушения.

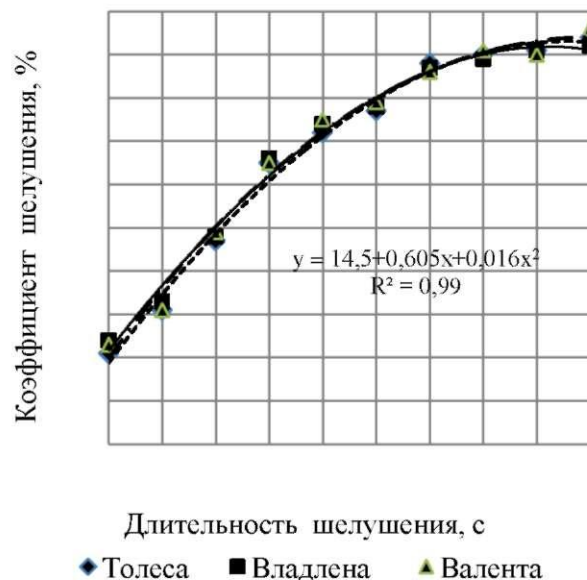


Рис. 4. Зависимость коэффициента шелушения от длительности шелушения

Fig. 4. Dependence of peeling coefficient on peeling strength

Анализ рис. 4 показывает, что с увеличением длительности шелушения K_{III} возрастает и достигает своего максимального значения. Учитывая, что при получении недробленой крупы основной задачей шелушения является удаление оболочки зерна при максимальном сохранении целостности ядра и, принимая во внимание вышеприведенные зависимости (рис. 1–3), проводить процесс шелушения, доводя коэффициент шелушения до 100 %, нецелесообразно,

т.к. при увеличении интенсивности шелушения увеличивается количество нежелательных продуктов шелушения (дробленого ядра и мучки). Возникает вопрос выбора оптимального значения коэффициента шелушения, при котором бы решалась основная задача процесса шелушения – это отделение семенных и плодовых оболочек, частично зародыша у зерна, при минимальном дроблении ядра и выходе мучки. Для ее решения были получены зависимости приращения дробленого ядра и мучки от Кш, которые представлены на рис. 5.

Установленные зависимости (рис. 5.) показывают, что приращение дробленого ядра и мучки в начале протекает с небольшой интенсивностью, а при достижении коэффициентом шелушения значений 65–75 % интенсивность образования мучки и дробленого ядра резко возрастает, что свидетельствует о нецелесообразности дальнейшего шелушения ни с технологической, ни с экономической точки зрения. Таким образом, значение коэффициента шелушения на уровне 65–75 % можно считать оптимальным для твердой пшеницы при получении крупы недробленой.

Для оценки качественной составляющей процесса шелушения был рассчитан коэффициент целостности ядра, представляющий собой отношение извлеченного целого ядра по отношению к суммарному количеству продуктов, извлеченных в шелушильной машине [5, 7].

Данный коэффициент указывает, с какой степенью точности проведено шелушение. Чем выше выход целого шелушеного ядра и меньше дробленых ядер и мучки, тем лучше проведено шелушение зерна [5–7]. График зависимости коэффициента целостности ядра от интенсивности процесса шелушения представлен на рис.6.

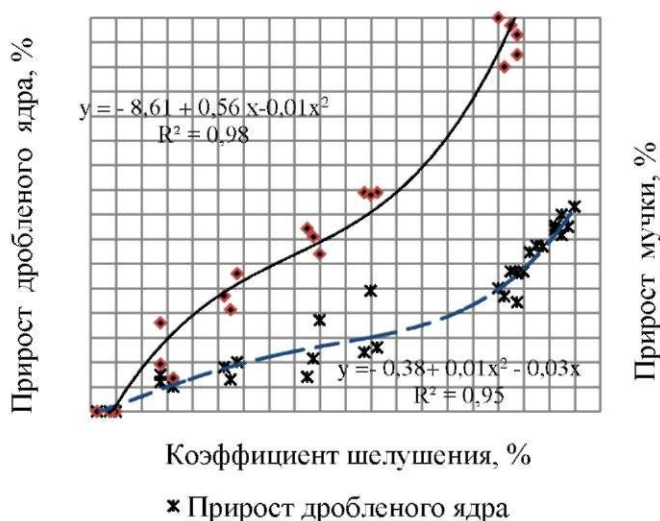


Рис. 5. Зависимость выхода дробленого ядра и мучки от коэффициента шелушения, %

Fig. 5. Dependence of the yield of crushed kernel and meal on peeling coefficient, %

Установленная зависимость (рис. 6) показала, что значение коэффициента целостности ядра возрастает в среднем до 0,85–0,87 при длительности шелушения 40–50 с, при дальнейшем увеличении интенсивности шелушения коэффициент целостности ядра снижается. Интенсивность шелушения на уровне 40–50 с соответствует коэффициенту шелушения зерна 65–75 %. Эти значения оценки эффективности процесса шелушения можно считать оптимальными.

При исследовании процесса шелушения помимо изменения выхода продуктов шелушения очень важно изучить качественные изменения, происходящие в зерне, т.е. степень удаления поверхностных слоев зерна в зависимости от интенсивности проведения шелушения. Для оценки интенсивности воздействия процесса шелушения на поверхность зерна изучали поверхность ядра (под увеличением) и определяли зольность ядра. На рис. 7 представлены результаты исследования изменения зольности ядра в зависимости от интенсивности шелушения.

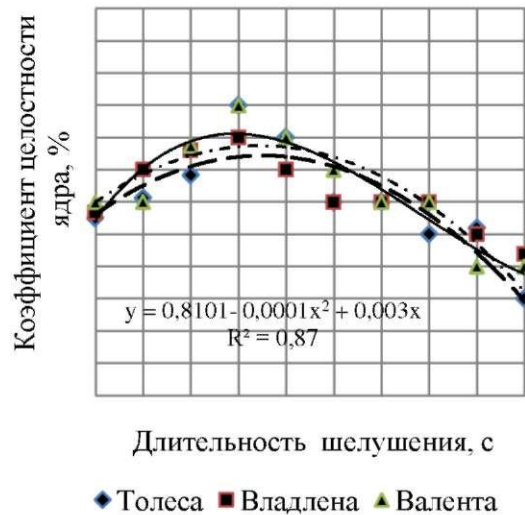


Рис. 6. Зависимость коэффициента целостности ядра в зависимости от длительности шелушения

Fig. 6. Dependence of the yield of kernel integrity in terms of peeling time

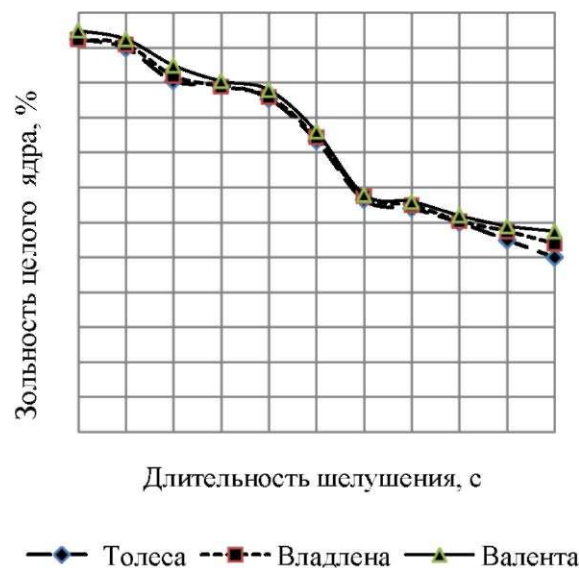


Рис. 7. Изменение зольности целого ядра в зависимости от длительности шелушения

Fig. 7. Changes in ash content of the whole kernel depending on peeling time

Анализ данных, представленных на рис. 7, показывает, что с увеличением интенсивности шелушения динамика изменения зольности ядра различна. Так, при шелушении до 30 секунд снижение зольности ядра происходит достаточно равномерно и не превышает 0,25 %, далее в интервале 40–60 секунд наблюдается резкое падение зольности во всех исследуемых сортах твердой пшеницы до уровня в среднем 1,4 %, при дальнейшем увеличении длительности обработки интенсивность снижения зольности уменьшается и при 80–100 секунд выравнивается, достигая в конечной точке в среднем по всем образцам 1,10–1,15 %. Визуальный анализ изменения поверхности ядра при повышении интенсивности шелушения показал, что при шелушении до 40 секунд с поверхности зерна удалена большая часть оболочек и зародыша, в интервале 50–60 секунд уже затрагивается эндосперм и частично удаляется его периферийная часть (алейроновый слой), поэтому на данном этапе наблюдается резкое снижение золь-

ности, а при дальнейшем шелушении происходит более глубокое воздействие рабочих органов шелушителя на внутренние части зерновки с захватом крахмалистой части эндосперма и интенсивность снижения зольности падает, что весьма нежелательно при получении недробленой крупы. Интенсивность шелушения 40–60 секунд соответствуют установленным ранее оптимальным значениям коэффициента шелушения и коэффициента целостности ядра.

Таким образом, учитывая, что определение данных коэффициентов в условиях производства трудоемко, длительно и во многом субъективно, то в качестве критерия оценки эффективности процесса шелушения твердой пшеницы при получении недробленой крупы целесообразно рекомендовать степень снижения зольности ядра в процессе шелушения и, если степень снижения зольности составила 0,4–0,5 %, то процесс шелушения твердой пшеницы при получении недробленой крупы можно считать эффективным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлен и обоснован объективный параметр процесса шелушения при переработке твердой пшеницы в недробленую крупу – степень снижения зольности – при оптимальном значении 0,4–0,5 %, позволяющий обеспечить выполнение главной задачи процесса шелушения при получении крупы недробленой из твердой пшеницы – качественное удаление оболочек при максимальном сохранении целостности ядра.

Выявлены динамика и закономерности изменения выхода продуктов шелушения (ядра, дробленого ядра и мучки) от интенсивности процесса. Установлены и обоснованы оптимальные показатели эффективности процесса (величины коэффициента шелушения на уровне 65–75 % и коэффициента целостности ядра – 0,85–0,87 %).

Полученные результаты расширяют сведения о технологических свойствах твердой пшенице, районированной в Республике Беларусь, как сырья для крупяной промышленности, а также позволяют повысить эффективность технологии ее переработки в недробленую крупу.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Дуктова, Н. А. Твердая пшеница – новая зерновая культура в Беларуси: проблемы и перспективы / Н. А. Дуктова, В. П. Дуктов, В. В. Павловский // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. – 2015. – № 3. – С. 85–91.
- 2 Павловский, В. В. Озимая твердая пшеница (*triticum durum* desf.) – новая продовольственная культура для Республики Беларусь: сб. науч. ст. / Научный поиск молодежи XXI века. – Горки, 2011. – С.15–17.
- 3 Дуктова, Н. А. Влияние метеорологических факторов на качество зерна яровой твердой пшеницы / Н. А. Дуктова, Е. А. Волконович // Современные технологии сельскохозяйственного производства: материалы XII Международной научно-практической конференции / Гродненский государственный аграрный университет. – Гродно, 2009. – С. 182–183.
- 4 Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Республики Беларусь, Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений. – Минск, 2019. – С. 18.
- 5 Гинзбург, М. Е. Технология крупяного производства / М. Е. Гинзбург. – 4-е изд., доп. и перераб. – М.: Колос, 1981. – 208 с.
- 6 Егоров, Г. А. Технология муки. Технология крупы. / Г. А. Егоров. – М.: Колос, 2005. – 296 с.
- 7 Чеботарев, О. Н. Технология муки, крупы и комбикормов / О. Н. Чеботарев, А. Ю. Шаззо, Я. Ф. Мартыненко. – Москва: ИКЦ «МарТ», Ростов – н/Д.: Издательский центр «МарТ», 2004. – 688 с.
- 8 Мельников Е. М. Технология крупяного производства. – М.: Агропромиздат, 1991. – 207 с.
- 9 Сычева, Д. М. Технология крупяного производства. Методические указания к практическим занятиям / Д. М. Сычева. – Могилев, 2012. – 33с.
- 10 ГОСТ 276-60. Крупа пшеничная (Полтавская, Артек), Технические условия. – Изменение 4. – Взамен ГОСТ 276-60 Крупа пшеничная; Введ. с1997-01-01. – Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1997. – 6 с.
- 11 Правила организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях/ М: ВНПО «Зерно-продукт», 1990, Ч. 1. – 81 с.; Ч. 2 – 97 с.
- 12 Егоров, Г. А. Практикум по технологии муки, крупы, комбикормов / Г. А. Егоров и др. – М.: Агропромиздат, 1991. – 208 с.
- 13 Зенкова, А. Н. Влияние фракционирования зерна на эффективность его шелушения при переработке овса в крупу/ А. Н. Зенкова, С. Н. Лопатинский, В. В. Манаснко, Е. М. Мельников, Н. С. Павлова, Е. И. Чсмодурова, Н. А. Сахарова // Труды ВНИИЗ. – 1984. – № 106. – С. 104–113.
- 14 Манаснко, В. В. Совершенствование подготовки зерна овса к шелушению при производстве круп и муки: автореф. дисс. на соиск. уч. ст. к.т.н.: / В. В. Манаснко; Московский ордена Трудового Красного Знамени тех-

нологический институт пищевой промышленности. – Москва, 1982.

15 Чурусов, К. А. Зависимость эффективности шелушения зерна ячменя от дифференцированного распределения в нем влаги / К. А. Чурусов, Е. М. Мельников, Н. А. Бушкова // Труды ВНИИЗ. – 1989. № 113. – С. 83–90.

16 Способ выработки перловой крупы: патент RUS 733723 / С. Н. Лопатинский, А. Н. Зенкова, Н. С. Павлова, И. П. Леонов, И. А. Ковась, Л. Я. Папе. – Оpubл. 30.12.1977.

17 Хасанов, Х. М. Исследование влияния газохимической обработки зерна риса на процесс шелушения и шлифования / Х. М. Хасанов, Х. А. Рахматулин, Е. П. Козьмина, А. Ф. Шухнов // Хранение и переработка зерна. Серия: Мукомольно-крупяная промышленность. – 1973. – № 5. – С. 20–22.

18 Косцова, И. С. Кондиционирование твердой пшеницы при получении пшеничной недробленной крупы / И. С. Косцова, А. И. Лысенкова // Инновационные процессы в пищевых технологиях: наука и практика: сб. ст. по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Всероссийского научно-исследовательского института зерна и продуктов его переработки (ВНИИЗ), г. Москва, 19–20 февраля 2019г. / ВНИИЗ – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» Российской Академии наук: редкол.: Мелешкина Е. П. [и др.]. – Москва, 2019. – С. 202–208.

19 Косцова, И. С. Изучение и установление оптимальных режимов процесса шелушения при получении недробленной крупы из твердой пшеницы белорусской селекции / И. С. Косцова, А. И. Лысенкова, Е. Г. Сенокосова // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов XI Международной научно-технической конференции, 20–21 апреля 2017 г., г. Могилёв / Учреждение образования «Могилёвский государственный университет продовольствия»; редкол.: А. В. Акулич [и др.]. – Могилёв, 2017. – С. 130.

20 Лысенкова А. И., Изменение выхода продуктов шелушения зерна твердой пшеницы при получении недробленной крупы / А. И. Лысенкова, Е. В. Годун // Инновации. Образование. Энергоэффективность: сб. мат. XII Междунар. науч.–практ. конф., Могилёв, 25–27 октября 2018 г. / ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ»; редкол.: С. В. Сплошнов [и др.]. – Минск, 2018. – С. 135–136.

21Малин, Н. И. Теоретические основы технологических процессов переработки зерна. – М.: Хлебпродинформ, 2001. – 109 с.

22 Хосни, Р. К. Зерно и зернопереработка / К. Р. Хосни: пер. с англ. Под общ. Ред. Н. П. Черняева. – СПб: Профессия, 2006. – 336 с.

23 Казаков, Е. Д. Методы оценки качества зерна / Е. Д. Казаков. – М.: Агропромиздат, 1987. – 215 с.

24 Козьмина, Н. П. Новое в изучении твердой пшеницы и производство макаронной муки за рубежом: обзорная информация / Н. П. Козьмина – М.: ЦНИИТЭИ Минзгана СССР, 1973. – 32 с.

25 Мелешкина, Е. Твердая пшеница в России / Е. Мелешкина, Т. Леонова //Хлебопродукты. – 2008. – № 4. – С. 58.

Поступила в редакцию 18.11.2019 г.

ОБ АВТОРАХ:

Ирина Сергеевна Косцова, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии хлебопродуктов, Могилевский государственный университет продовольствия, e-mail: kosiab3@mail.ru.

Алеся Ивановна Лысенкова, аспирант кафедры технологии хлебопродуктов, Могилевский государственный университет продовольствия, e-mail: lysenkovaalesya@mgup.by.

ABOUT AUTHORS:

Irina. S. Kostsova, PhD (Engineering), Associate Professor, Head of the Department of Grain Products Technology, Mogilev State University of Food Technologies, e-mail: kosiab3@mail.ru.

Alesya I. Lysenkova, PhDstudent, Mogilev State University of Food Technologies, e-mail: lysenkovaalesya@mgup.by.