

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗЕРНА ТВЕРДЫХ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ, РАЙОНИРОВАННЫХ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Ж.В. Кошак, канд. техн. наук, доцент, Е.М. Минина, аспирантка, А.Э. Кошак, канд. техн. наук (ГГАУ); Н.А. Дуктова, канд. с.-х. наук, доцент (БГСХА)

Аннотация

В статье проведен анализ химического состава зерна твердых сортов пшеницы, выращенных в Республике Беларусь. Определено влияние погодных условий выращивания на питательную ценность твердой пшеницы. Определено содержание белка, крахмала, клетчатки, жира, каротиноидов и зольность в зерне твердых сортов пшеницы белорусской селекции: «Славица», «Вероника» и «Розалия» урожая 2010-2012 годов, сорта «Елена» урожая 2010-2011 годов.

The article analyzes the chemical composition of the grain durum wheat grown in Belarus. The influence of weather conditions on the nutritional value of growing durum wheat is revealed. The content of protein, starch, fiber, fat, and ash content of carotenoids in durum wheat grain of Belarusian selection harvest 2010-2012 are defined.

Введение

В Республике Беларусь сегодня не производится макаронная мука из твердых сортов пшеницы. Однако в настоящее время селекционерами республики выведены и районированы твердые сорта пшеницы. Поэтому возникает необходимость исследования качества и химического состава зерна белорусской твердой пшеницы для возможности использования его при производстве макаронной муки.

На химический состав зерна твердой пшеницы большое влияние оказывает район произрастания, погодные условия года выращивания и сортовые особенности. В связи с этим проведенные исследования твердой пшеницы позволили выявить влияние погодных условий на химический состав твердой пшеницы урожая 2010-2012 годов, районированной в Республике Беларусь.

Основная часть

Зерно твердой пшеницы превосходит мягкую пшеницу по содержанию белка, незаменимых аминокислот, крахмала, сахаров, витаминов группы В, Е, РР и минеральных веществ. Твердая пшеница является единственным сырьем для изготовления макаронных изделий высокого качества. Биологическая и питательная ценность макарон, произведенных из мягкой пшеницы, значительно уступает макаронам из твердой пшеницы [1].

Для анализа химического состава зерна твердой пшеницы взяты сорта «Славица» 2010-2012 годов, «Розалия» и «Вероника» 2011 и 2012 годов и сорт «Елена» 2010 и 2011 годов. Были определены следующие показатели: содержание белка, крахмала, клетчатки, жира, каротиноидов и зольность.

Технологические свойства зерна напрямую связаны с химическим составом. Важнейшим технологическим показателем для оценки мукомольных свойств зерна является стекловидность зерна. Она характеризует степень связи белковых веществ с крахмальными зернами. У стекловидного зерна твердой пшеницы в белково-крахмальном комплексе толстые белковые прослойки и мелкие крахмальные гранулы, поэтому разрушение эндосперма происходит как по белковым прослойкам, так и по крахмальным гранулам с повреждением последних. В зерне с мучнистым эндоспермом больше промежуточного белка, который при размоле легко высвобождается, есть также тонкие белковые прослойки, поэтому разрушение эндосперма происходит именно по ним без повреждения крахмальных гранул. Стекловидный эндосперм обладает большей механической прочностью и в процессе размола в муку образует большое количество крупок, что дает возможность получить макаронную муку крупитчатой структуры [2].

Стекловидность зерна твердой пшеницы исследованных сортов изменялась от 45 % до 82 %. Стекловидность сортов «Вероника», «Розалия» и «Славица» 2012 года была наименьшей по сравнению с другими годами – в среднем 56 %.

Внешний вид стекловидного, мучнистого и частично стекловидного зерна представлен на рис. 1.

На рис. 1 видно, что стекловидное зерно янтарного цвета и прозрачное на свету, мучнистое зерно имеет белую непрозрачную структуру, похожую на мел, а частично стекловидное зерно имеет как мучнистые, так и стекловидные участки.

Химический состав зерна твердой пшеницы главным образом зависит от почвенно-климатических



Рисунок 1. Внешний вид зерна пшеницы:
а) стекловидное; б) мучнистое;
в) частично стекловидное

условий, так как основными районами для их выращивания являются области с сухим климатом. На рис. 2 представлена диаграмма, характеризующая динамику изменения средней температуры воздуха и количество выпавших осадков в летний период в Республике Беларусь за 2010-2012 гг.



Рисунок 2. Динамика изменения средней температуры воздуха и количество выпавших осадков за летний период в Республике Беларусь по годам

На диаграмме рис. 2 видно, что средняя температура воздуха за летний сезон в 2010 году была выше на 1,7 °С, а количество выпавших осадков – на 22 мм меньше по сравнению с 2011 годом. В 2012 году средняя температура воздуха за летний сезон была ниже на 3,1 °С, а количество выпавших осадков было на 39 мм больше по сравнению с 2010 годом и на 1,4 °С ниже, а количество выпавших осадков – на 17 мм больше по сравнению с 2012 годом [3].

Сухое жаркое лето, особенно в период созревания зерна, ведет к относительному повышению содержания белков. Объясняется это тем, что накопление белка происходит в первый период образования зерна, а накопление крахмала, налив зерна происходят в более поздний период созревания [1]. Содержание белка является одним из наиболее важных показателей качества зерна. По литературным данным, среднее содержание белка в зерне твердой пшеницы находится в пределах от 8,0 % до 22,0 % [4].

Содержание белка в представленных сортах твердой пшеницы белорусской селекции 2010-2012 годов определялось по ГОСТ 10846-91 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка» на установке Vapodest 50s с полностью автоматической системой дистилляции со встроенным титрованием от компании Gerhardt.

Изменение содержания белка и крахмала для различных сортов твердой пшеницы и года выращивания представлено на рис. 3.

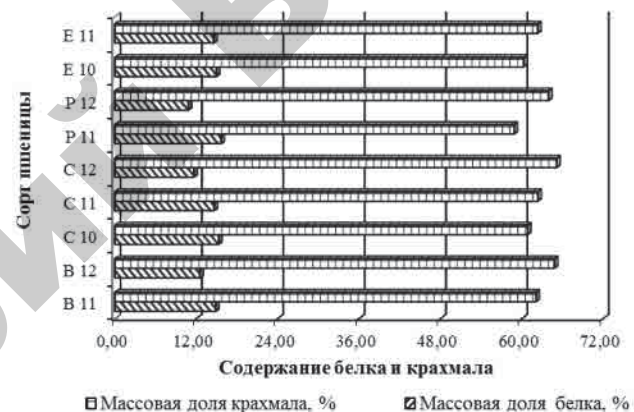


Рисунок 3. Изменение содержания белка и крахмала для различных сортов твердой пшеницы и года выращивания

Для упрощения дальнейшей работы на диаграммах сорта пшеницы различного года выращивания будут представлены в виде следующих обозначений: заглавной буквой будет обозначаться сорт твердой пшеницы, а двумя цифрами – последние две цифры года выращивания этого сорта, например, сорт «Вероника» 2011 года – В 11, сорт «Славица» 2012 года – С 12 и т.д.

На рис. 3 видно, что наибольшее содержание белка наблюдалось в сортах твердой пшеницы 2010 года – в среднем 15,50 %, в 2011 году содержание белка в зерне в среднем составляло 14,70 %. Наименьшее содержание белка было в зерне твердой пшеницы 2012 года – в среднем 11,68 %. Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод, что содержание белка в зерне твердой пшеницы 2010 и 2011 годов находилось практически в одинаковых пределах (разница менее 1 %). Более низкая температура воздуха и большее количество выпавших осадков в летний период 2012 года привело к снижению содержания белка во

всех исследованных сортах твердой пшеницы на 24,6 % по сравнению с 2010 годом.

Проанализировав изменение содержания белка в пределах сорта, можно сделать вывод, что наиболее подвержен изменению погодных условий сорт «Розалия» – содержание белка в зерне 2012 года снизилось на 30,8 % по сравнению с 2011 годом. Наименьшее изменение содержания белка наблюдалось в зерне сорта «Вероника» 2012 года – на 15,8 % по сравнению с урожаем 2011 года. Проанализировав содержание белка в зерне твердой пшеницы 2010 и 2011 годов выращивания (сорта «Славица» и «Елена»), можно сделать вывод, что снижение содержания белка в зерне 2011 года составило в среднем 3,6 % по сравнению с 2010 годом.

Проведенные исследования показывают, что при незначительных погодных изменениях в температуре воздуха за летний период 2010 и 2011 годов, содержание белка в зерне твердой пшеницы в пределах каждого сорта практически не изменяется. Если для сравнения взять сорт твердой пшеницы итальянской селекции «Ириде», где содержание белка составляет в среднем 14,3 % [5], то можно сделать вывод, что все исследованные сорта твердой пшеницы урожая 2010 и 2011 годов не уступают по содержанию белка, а некоторые и превосходят этот итальянский сорт.

До 60 % в составе зерна приходится на долю углеводов, которые являются основным источником энергии. В зерне пшеницы углеводы в основном представлены крахмалом, который сосредоточен в эндосперме – в среднем 54 %, при колебаниях от 48 % до 63 % [4].

Содержание крахмала в представленных сортах твердой пшеницы определялось по ГОСТ 10845-98 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала» поляриметрическим методом. Увеличение содержания крахмала в зерне 2011 года по сравнению с 2010 годом в среднем составило 1,4 %, что является незначительным. Увеличение содержания крахмала в зерне твердой пшеницы 2012 года по сравнению с 2010 годом в среднем составило 6,3 %.

Наибольшее увеличение содержания крахмала в 2012 году наблюдается в зерне сорта «Розалия» – 7,9 % по сравнению с 2011 годом. Наименьшее увеличение содержания крахмала (2,4 %) наблюдается в зерне твердой пшеницы сорта «Славица» урожая 2011 года по сравнению с 2010 годом. В результате исследований, установлено, что наилучшим сортом твердой пшеницы в соотношении «белок/крахмал» является сорт «Розалия», однако зерно этого сорта наиболее подвержено ухудшению погодных условий выращивания, вследствие чего происходит резкое снижение содержания белка и увеличение содержания крахмала.

Анализируя полученные данные, можно видеть, что снижение содержания белка и увеличение содержания крахмала в твердой пшенице 2011 года объясняется менее жарким летом по сравнению с 2010 годом, но сравнительно большим количеством выпавших осадков.

Прохладная погода с большим количеством осадков летом 2012 года привела к снижению стекловидности, а, следовательно, и содержанию белка в зерне. При этом ухудшение погодных-климатических условий выращивания твердой пшеницы (снижение температуры воздуха и увеличение количества осадков) оказывает более существенное влияние на содержание белка, чем на содержание крахмала. При выращивании твердой пшеницы в условиях повышенных температур и недостаточной обеспеченности влагой приводит к увеличению содержания клейковинных белков.

В требованиях действующего на территории Республики Беларусь ГОСТ 9353-90 «Пшеница. Требования при заготовках и поставках» ограничений по содержанию белка в зерне твердой пшеницы нет. В действующем на территории России ГОСТ Р 52544-2006 «Пшеница. Технические условия» массовая доля белка в зерне твердой пшеницы в зависимости от класса должна составлять 10,0-13,5 %. Все исследованные сорта твердой пшеницы, выращенные на территории Республики Беларусь, соответствуют предъявляемым требованиям ГОСТ Р 52544-2006 и могут использоваться для производства макаронной муки.

Кроме крахмала, в зерне пшеницы имеются и другие углеводы. Например, клетчатка. Ее содержание в зерне твердой пшеницы находится в диапазоне от 2,08 % до 3,00 %. Клетчатка входит в состав цветочных пленок и семенных оболочек [4]. Мелкое и шуплое зерно обычно содержит больше клетчатки, поэтому выход муки из такого зерна меньше, чем из крупного и хорошо выполненного. В зерне исследованных сортов твердой пшеницы определяли содержание клетчатки по ГОСТ 13496.2-91 методом определения массы остатка после удаления кислотоустойчивых веществ, условно принимаемого за клетчатку.

Содержание клетчатки напрямую связано с зольностью зерна – содержанием минеральных веществ. Зольность зерна твердой пшеницы находится в пределах от 1,32 % до 3,04 % (в среднем 2,20 %). Наибольшая зольность (около 60 % всей золы) наблюдается у алейронового слоя, около 25 % минеральных веществ находится в эндосперме, около 10 % – в зародыше со щитком [6]. Зольность в зерне исследованных сортов твердой пшеницы определяли по ГОСТ 10847-74 «Зерно. Метод определения зольности» путем сжигания навески размолотого зерна с последующим количественным определением несгораемого остатка.

На рис. 4 представлено изменение содержания клетчатки и зольности зерна для различных сортов твердой пшеницы и года выращивания.

На рис. 4 видно, что чем выше содержание клетчатки в зерне, тем выше его зольность. Наименьшее количество клетчатки наблюдалось в зерне твердой пшеницы 2010 года – в среднем 2,2 %, содержание клетчатки в зерне 2011 года составило в среднем 2,5 %, а наибольшее количество клетчатки было в твердой пшенице 2012 года – 2,7 %.

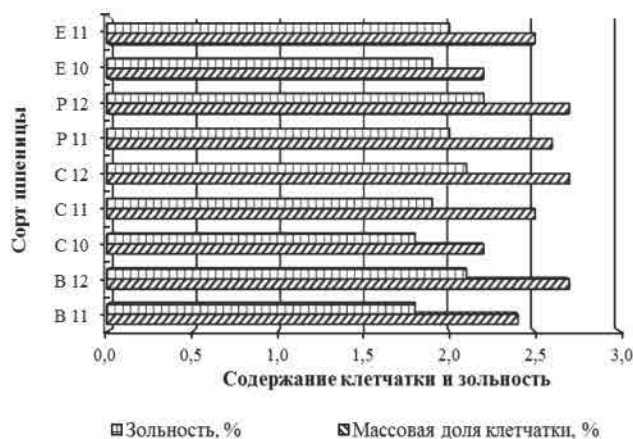


Рисунок 4. Изменение содержания клетчатки и зольности для различных сортов твердой пшеницы и года выращивания

Из полученных данных можно сделать вывод, что на количество клетчатки погодные условия выращивания твердой пшеницы оказывают существенное влияние: снижение температуры воздуха и увеличение количества осадков приводит к увеличению содержания оболочек и снижению количества эндосперма в зерне. Наибольшее изменение содержания клетчатки наблюдается в зерне сорта «Славица» 2012 года – увеличение на 18,5 % по сравнению с 2010 годом. Наименьшее – 5 % – в зерне твердой пшеницы сорта «Елена» 2011 года по сравнению с 2010 годом. Ухудшение погодных условий выращивания зерна твердой пшеницы сорта «Розалия», как наилучшего по содержанию белка, не оказывает существенного влияния на содержание клетчатки в зерне. В наибольшей степени погодные условия выращивания оказывают влияние на содержание клетчатки в зерне твердой пшеницы сортов «Елена», «Вероника» и «Славица» – среднее увеличение содержания клетчатки на 14,8 % при ухудшении погодных условий.

Средняя зольность зерна твердой пшеницы исследованных сортов 2010-2012 годов составила 2,0 % при колебаниях от 1,8 % до 2,2 %. Наибольшая зольность наблюдается в зерне сортов твердой пшеницы урожая 2012 года (2,1-2,2 %), для которых характерно высокое содержание клетчатки (2,7 %). Клетчатка сосредоточена в основном в оболочках и алейроновом слое, при этом большая часть минеральных веществ (зола) сосредоточена в алейроновом слое и зародыше. Ухудшение погодных условий выращивания зерна в 2012 году привело к увеличению содержания клетчатки и зольности зерна твердой пшеницы урожая 2012 года вследствие относительного увеличения толщины оболочек, которые практически не содержат жира, поэтому зерно 2012 года содержит жира меньше, чем зерно других годов выращивания (в среднем 1,5 %). Зольность твердой пшеницы исследованных сортов находится в пределах, характерных для данной культуры (1,32-3,04 %), что свиде-

тельствует о том, что твердая пшеница белорусской селекции является низкозольной, что позволит получить макаронную муку с низкой зольностью. Наименьшие колебания по зольности зерна, в зависимости от года выращивания, характерны для твердой пшеницы сорта «Розалия».

Жиры и липиды составляют в зерне пшеницы в среднем 2,1 % при колебаниях от 0,6 до 3,04 %. Жиры в зерне пшеницы сосредоточены преимущественно в зародыше и алейроновом слое и влияют отрицательно на сохранность зерна, поскольку они неустойчивы при хранении [4]. Однако они являются источником энергии для человека и играют важную роль в физиолого-биохимических процессах.

Содержание жира в зерне исследованных сортов твердой пшеницы определялось по ГОСТ 29033-91 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения жира» путем экстракции по Сокслету. На рис. 5 представлено изменение содержания жира для различных сортов твердой пшеницы и года выращивания.

Из диаграммы рис. 5 видно, что наибольшее количество жира было в сортах твердой пшеницы 2011 года (в среднем – 2,2 %), наименьшее – в сортах урожая 2012 года (в среднем – 1,5 %), а содержание жира в зерне твердой пшенице 2010 года в среднем составляет – 1,9 %.

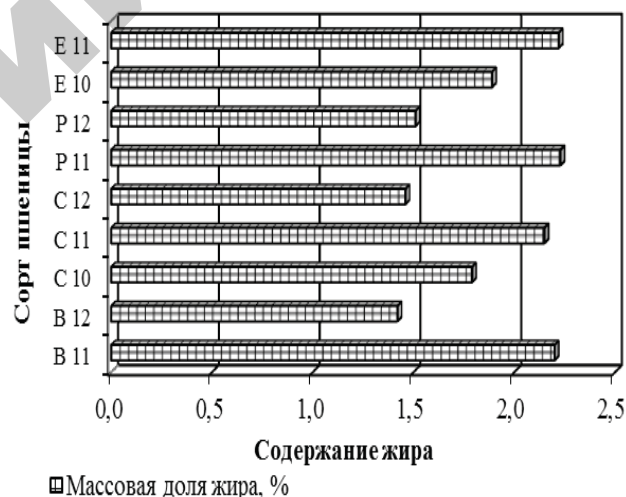


Рисунок 5. Изменение содержания жира для различных сортов твердой пшеницы и года выращивания

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что высокие значения содержания жира в зерне твердой пшеницы 2011 года связаны с наиболее развитым зародышем зерна и более крупными клетками алейронового слоя. Алейроновый слой пшеницы состоит из одного ряда крупных клеток с сильно утолщенными стенками, которые наполнены белковыми веществами и богаты жиром [6]. Низкие значения содержания жира в твердой пшенице 2012 года свидетельствуют об относительно небольшом по массе зародыше и о более мелких клетках алейронового слоя.

Вещества, которые придают макаронным изделиям янтарно-желтый цвет, называются каротиноидами. В муке из твердой пшеницы содержится каротиноидов до 5 мг/кг и выше. В состав каротиноидов входит ряд пигментов: ксантофилл, эфиры ксантофилла и каротин, который биологически активен как провитамин А. В свободном виде каротиноидные пигменты – нестойкие вещества, разлагающиеся на неокрашенные продукты под действием света и фермента липоксигеназы в присутствии влаги и кислорода воздуха [7]. В зерне исследованных сортов твердой пшеницы белорусской селекции содержание каротиноидов находилось в пределах 1,2-2,6 мг/кг.

Все каротиноиды нерастворимы в воде, но растворимы в органических растворителях – бензоле, хлороформе, эфире, ацетоне. Определить содержание каротиноидов можно хроматографическим или спектрофотометрическим методом. В работе определение концентрации каротиноидов проводилось на спектрофотометре по оптической плотности. Содержание каротиноидов определялось по уравнению Хольма-Веттштейна [8].

Чтобы определить способность каротиноидов зерна твердой пшеницы сохранять свои свойства при хранении (не разрушаться), рассмотрим динамику изменения содержания каротиноидов в процессе хранения на примере сорта твердой пшеницы «Славица» урожая 2010 года, представленную на рис. 6.

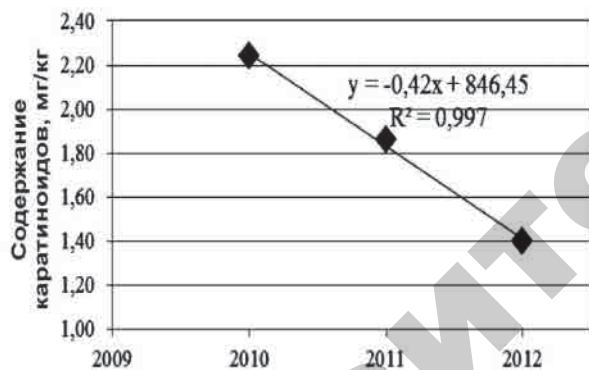


Рисунок 6. Динамика изменения содержания каротиноидов в процессе хранения для сорта твердой пшеницы «Славица» урожая 2010 года

Содержание каротиноидов в зерне твердой пшеницы сорта «Славица» уменьшилось на 37,5 % при хранении зерна в течение трех лет.

Исследования химического состава зерна твердой пшеницы, выращенной в Республике Беларусь, показали, что наибольшее влияние погодные условия выращивания зерна оказывают на соотношение в зерновке белка, крахмала и жира. Белок в зерне твердой пшеницы белорусской селекции содержится в количестве, достаточном для получения муки крупитчатой структуры. На содержание клетчатки погодные условия выращивания зерна оказывают незначительное влияние. Твердая пшеница белорусской селекции

является низкозольной, что позволит получать макаронную муку высоких сортов (крупка).

Заключение

В процессе проведения работы определен химический состав зерна твердой пшеницы белорусской селекции, районированной в Республике Беларусь в 2010-2012 годах, а именно: содержание белка, крахмала, жира, клетчатки, каротиноидов и зольность.

Установлено, что погодные условия выращивания оказывают влияние на химический состав зерна, в частности на содержание белка, крахмала, жира, клетчатки и на зольность зерна. Исследованные сорта твердой пшеницы белорусской селекции, независимо от года выращивания, обладают хорошими технологическими свойствами и являются перспективными для переработки в макаронную муку, однако ухудшение погодных условий выращивания зерна может привести к незначительному снижению качества зерна, что не скажется негативно на получении макаронной муки необходимого качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зерно пшеницы [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://hlebopechka.ru/>. – Дата доступа: 22.07.2013.
2. Качество зерна мутантных форм яровой твердой пшеницы [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://agrosbornik.ru/agrosbornik4/6-2011-09-09-14-44-01.html>. – Дата доступа: 22.07.2013.
3. Климатические характеристики [Электронный ресурс]. – 2013 / Республиканский гидрометеоцентр. – Режим доступа: <http://www.pogoda.by/>. – Дата доступа: 15.08.2013.
4. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://www.pravo.by/>. – Дата доступа: 22.05.2013.
5. Культура: пшеница твердая яровая [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://sorttest.by/d/306784/d/pshenica-tverdaya-yarovaya.pdf>. – Дата доступа: 22.07.2013.
6. Казаков, Е. Д. Зерноведение с основами растениеводства / Е.Д. Казаков. – М.: Колос, 1973. – 288 с. ил.
7. Качество муки для производства макарон [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://www.product-expo.ru/>. – Дата доступа: 22.07.2013.
8. Третьяков, В.В. Практикум по физиологии растений / В.В. Третьяков. – М.: Агропромиздат, 1990. – 189 с.
9. Производство высококачественного зерна яровой твердой пшеницы в Среднем Поволжье: науч.-практ. руковод. / С.Н. Шевченко [и др.]. – Самара: СамНЦ РАН, 2010. – С. 71-73.