

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫЕ ЦЕЛИ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ, ВЫРАЩИВАЕМОГО В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

*О.Д. Цедик, В.И. Кравцов*

Исследованы физико-химические, технологические свойства, химический состав зерна десяти гибридов кукурузы белорусской селекции, проведен сравнительный анализ их качества. Выявлены гибриды, обладающие наилучшими показателями изученных свойств и характеризующиеся наиболее высокими значениями количественно-качественных показателей размола в муку кукурузную тонкого помола. Предложено четыре гибрида кукурузы выращивать на продовольственные цели для дальнейшей переработки в кукурузную муку.

### **Введение**

Кукуруза – самая урожайная в мире зерновая культура. Благодаря своему продуктивному потенциалу, высокой урожайности (в среднем по стране урожайность кукурузы по зерну составляет 39,6 ц/га), способности активно извлекать питательные вещества из почвы она привлекает внимание сельскохозяйственных предприятий Беларуси.

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» совместно с Институтом зернового хозяйства Украины были созданы 16 гибридов кукурузы, восемь из которых были внесены в реестр, остальные проходили государственные сортоиспытания. Урожайность этих гибридов кукурузы за 2009–2011 гг. по початкам составляла 68,9–90,1 ц/га [1].

Учитывая, что кукуруза на зерно возделывается преимущественно в хозяйствах Брестской и Гомельской областей, которые не только отличаются наибольшей теплообеспеченностью, но и обладают легкими почвами, на которых кукуруза оказывается наиболее стабильной и урожайной зерновой культурой, Полесским институтом растениеводства проводится большая работа по созданию специализированных гибридов кукурузы зернового направления. Проведенная работа по подбору исходного материала, всесторонняя его оценка на холодостойкость, скороспелость и продуктивность позволила к настоящему времени создать отечественные гибриды нового поколения: простые гибриды Полесский 101 СВ и Полесский 103 и трехлинейный гибрид Полесский 175 СВ, проходящие Государственное сортоиспытание с 2009 года. Гибриды относятся к среднеранней группе спелости (ФАО 180–200), но при этом отличаются высокой выравненностью и мощностью развития. Форма початка цилиндрическая, зерно кремнисто-зубовидное, крупное, желтого цвета. Гибридам свойственна эректоидность листьев и высокий выход зерна. В конкурсном сортоиспытании данные гибриды не только значительно превзошли стандартный гибрид Полесский 212 СВ по продуктивности, но и за счет более раннего срока созревания обеспечили повышенное содержание сухого вещества в початках. Данные гибриды в первый же год Государственного сортоиспытания показали продуктивность зерна на уровне 116–132 ц/га [2]. Наиболее высокая урожайность зерна и экономическая эффективность его производства в центральной зоне Беларуси обеспечиваются при выращивании раннеспелых гибридов кукурузы, высеваемых в ранние сроки (в апреле) [3]. Таким образом, выращивание кукурузы на зерно является перспективным в Республике Беларусь, однако селекционеры предлагают использовать созданные гибриды лишь на фураж, а имеющиеся в литературе сведения посвящены семеноводству, агротехнике, повышению урожайности этой культуры. Сведений о возможности использования белорусского зерна кукурузы для переработки в муку или крупу нет. Данная работа посвящена изучению технологических особенностей гибридов кукурузы белорусской селекции для переработки зерна на продовольственные цели.

### **Результаты исследований и их обсуждение**

Объектом исследования являлись образцы десяти гибридов кукурузы, выращенных «По-

лесским институтом растениеводства» (Полесский 195СВ, Полесский 107, Полесский 101СВ, Полесский 175СВ, Полесский 202, Полесский 212СВ, Полесский 103, Полесский 105, Полесский 111, Полесский 109) урожая 2013 года.

Изучение физико-химических свойств и химического состава зерна осуществлялось по стандартным методикам. Объем зерновки определяли погружением навески в мерную стеклянную посуду, в которую налит определенный объем жидкости (толуол) [4], кремнистость зерна кукурузы определяли по методике, предложенной авторами [5].

Подготовку зерна к измельчению проводили путем однократного увлажнения и дальнейшего отволаживания зерна. Увлажнение осуществляли при помощи распылителя до влажности 22 % теплой водой (40 °С) с последующим отволаживанием в течение 2 часов. Затем зерно кукурузы подвергали шелушению на лабораторном шелушителе УШЗ-1 в течение 10 с, в шелушенном зерне отбирали зародыш, отвеивали оболочки. После этого эндосперм подвергали дроблению с последующим отбором оставшихся частиц зародыша. Раздробленные частицы эндосперма кукурузы подвергали доизмельчению до крупности муки тонкого помола, определяемой на ситах № 23 и № 32 согласно ГОСТ 14176.

Оценку качества кукурузной муки проводили по следующим показателям: влажность согласно ГОСТ 9404, крупность согласно ГОСТ 27560, зольность согласно ГОСТ 27494, содержание жира согласно ГОСТ 27670. Физико-химические свойства оказывают большое влияние на принципы размещения, хранения и переработки зерна кукурузы. Они лежат в основе перемещения зерновой массы, очистки, сортирования, влияют на построение всех технологических процессов подготовки и переработки зерна в крупу и муку, а в результате на качество получаемой продукции. Результаты исследований физико-химических показателей качества зерна представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследований физико-химических показателей качества зерна кукурузы

Образец	Масса 1000 зерен, г с.в.	Натура, г/л	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Объем, см <sup>3</sup>	Кремнистость, %	Число падения, с
Полесский 101СВ	210,5	737	1,26	2,27	17,8	325
Полесский 103	239,6	750	1,27	2,60	35,0	368
Полесский 105	221,8	796	1,20	2,10	41,7	272
Полесский 107	246,0	808	1,26	2,30	76,4	377
Полесский 109	252,0	782	1,32	2,43	90,1	437
Полесский 111	205,3	791	1,20	1,98	65,6	299
Полесский 175СВ	316,3	832	1,42	3,45	39,3	439
Полесский 195СВ	271,5	827	1,49	2,74	91,3	544
Полесский 202	269,0	846	1,51	3,11	37,1	267
Полесский 212СВ	288,5	792	1,22	2,66	75,8	388

Анализ результатов показывает, что высокими значениями натуры, плотности, объема зерновки характеризуются образцы Полесский 202, Полесский 175СВ и Полесский 195СВ. Это зерно хорошо развито и выполнено, в нем содержится больше эндосперма и меньше оболочек. Из этих гибридов при прочих равных условиях может получиться больший выход муки или крупы.

Масса 1000 зерен показывает количество вещества, содержащегося в зерне, его крупность. Более крупное зерно имеет и более высокую массу 1000 зерен. Наибольшей массой 1000 зерен обладают образцы Полесский 175СВ, Полесский 212СВ, Полесский 195СВ и Полесский 109. Также следует учитывать, что масса 1000 зерен является хорошим показателем качества семенного материала. Крупные семена дают более мощные и более продуктивные растения.

Невысокие значения показателей физических свойств массы 1000 зерен, натуры, объема и плотности зерновки отмечены у гибридов Полесский 101СВ, Полесский 103 и Полесский 111, что при переработке может не позволить получить из зерна данных гибридов необходимый выход готовой продукции.

Кремнистость – важный показатель качества зерна кукурузы, так как он характеризует структуру эндосперма. Считается, что зерно более высокой кремнистости отличается и более высокими технологическими свойствами. Из таблицы 1 видно, что кремнистость варьирует в широких пределах – от 17,8 % до 91,3 %. Такая разница объясняется влиянием сорта кукурузы. Наибольшей кремнистостью обладает зерно гибридов Полесский 109, Полесский 195СВ. Наименьшей кремнистостью характеризуются образцы гибридов Полесский 101СВ и Полесский 103, что может объясняться преобладанием мучнистой структуры в эндосперме, большим содержанием зародыша.

Одним из важных факторов, характеризующих свойства зерна, является активность амилолитических ферментов, показателем которой служит число падения. Была предпринята попытка оценить показатель числа падения в зерне кукурузы. Установлено, что число падения находится на высоком уровне и варьирует от 267 до 544 с. Наибольшие значения числа падения у образцов Полесский 195 СВ, Полесский 175 СВ и Полесский 109. Образцы Полесский 202, Полесский 105 и Полесский 111 обладают наименьшими значениями этого показателя. Таким образом, по комплексу физико–химических свойств зерна кукурузы следует отметить гибриды Полесский 195СВ, Полесский 109, Полесский 107 и Полесский 212 СВ, поскольку, они наряду с хорошей натурой и массой 1000 зерен, характеризуются высокими значениями кремнистости, а это может оказать определяющее влияние в технологии переработки в крупу или муку. Результаты изучения химического состава зерна кукурузы представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав зерна кукурузы

Образцы	Содержание, % на с.в.					Зольность, %
	жира	сахара	крахмала	белка	клетчатки	
Полесский 101СВ	4,9	2,4	72,1	12,5	2,8	1,65
Полесский 103	4,5	3,2	71,7	13,2	3,1	1,62
Полесский 105	4,2	2,7	73,5	11,2	3,3	1,47
Полесский 107	3,9	2,5	74,6	12,1	1,5	1,49
Полесский 109	4,6	3,4	76,8	8,4	2,0	1,34
Полесский 111	4,2	3,2	73,9	10,0	3,6	1,57
Полесский 175СВ	3,8	3,4	75,2	12,2	1,9	1,59
Полесский 195СВ	4,6	2,4	74,8	12,4	2,0	1,50
Полесский 202	3,9	2,6	73,7	12,3	2,5	1,55
Полесский 212СВ	5,4	3,0	76,4	9,4	1,9	1,69

Анализ полученных данных показал, что сорт оказывает значительное влияние на значения исследуемых показателей, оценивающих химический состав зерна.

На долю углеводов в составе зерна кукурузы приходится наибольшая часть среди других химических веществ, вместе с белками углеводы определяют консистенцию каш, теста и структуру получаемых мучных продуктов.

Крахмал является наиболее распространенным углеводом, а кукуруза – одним из основных источников крахмала. Среди исследованных образцов наиболее богаты крахмалом гибриды Полесский 212СВ, Полесский 109, Полесский 175СВ, Полесский 195 СВ и Полесский 107. Наименьшее содержание крахмала отмечено у образца Полесский 103.

Клетчатка является основой клеточных стенок, обуславливает механическую прочность и эластичность растительных тканей. Однако следует учитывать, что клетчатка не усваивается организмом человека, поэтому, как правило, при переработке ее удаляют. В исследуемых образцах содержание клетчатки колеблется от 1,5 до 3,6 %. Наименьшее содержание клетчатки у образцов Полесский 107, Полесский 212СВ и Полесский 175СВ, наибольшее – у образцов Полесский 111 и Полесский 105.

Содержание сахаров в кукурузном зерне разных гибридов невысокое, различается незначительно и варьирует от 2,4 до 3,4 %.

Белок играет особо важную роль в жизненных процессах растений, животных и человека. Содержание белка в исследуемых образцах в среднем составляет 11% – 12 %, гибриды По-

лесский 109, Полесский 212СВ имеют пониженное значение данного показателя, а Полесский 103 характеризуется более высоким значением.

Жиры – важнейший источник энергии для организма. Жир в зерне кукурузы распределен неравномерно, основная его часть содержится в зародыше, недостаточно полное отделение зародыша приводит к повышенному содержанию жира в оставшейся части зерна и получаемых продуктах переработки. В исследуемых образцах содержание жира в среднем варьирует от 3,8 до 4,9 %, только лишь у гибрида Полесский 212СВ содержание жира более высокое и составляет 5,4 %.

Анализ значений зольности образцов кукурузы показал, что она имеет невысокие значения и незначительно отличается между собой. Содержание минеральных веществ в анализируемых образцах составляет от 1,34 до 1,69 %.

Итак, анализ экспериментальных данных по определению химического состава показал, что имеются различия по количеству белков, жиров, углеводов между зерном различных гибридов. Можно выделить образцы Полесский 101СВ, Полесский 202 и Полесский 109, т.к. у них высокое содержание крахмала, при этом они имеют низкие значения содержания жира и клетчатки.

Технологические свойства оценивали по способности зерна давать при равных условиях требуемый выход и качество готовой продукции, а именно муки тонкого помола. При этом оценивали количественные показатели – выход муки кукурузной тонкого помола и качественные – крупность, зольность муки и содержание жира. С целью сравнительного анализа технологических свойств режимы гидротермической обработки зерна и условия измельчения для всех образцов не изменялись. С целью комплексной оценки мукомольных свойств зерна кукурузы рассчитывали технологический коэффициент К, как отношение выхода муки к ее зольности. Результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты помола кукурузы в муку тонкого помола

Образцы	Выход муки, %	Крупность		Зольность, %	Содержание жира, %	Технологический коэффициент К
		Остаток на сите № 23, %	Проход сита № 32, %			
Полесский 101СВ	53,7	0,9	58,1	0,88	1,6	61,0
Полесский 103	62,4	0,7	74,2	0,87	1,5	71,7
Полесский 105	65,2	0,3	56,9	0,95	1,9	68,6
Полесский 107	62,2	0,6	65,8	0,67	1,5	92,8
Полесский 109	73,7	1,0	53,2	0,73	1,6	101,0
Полесский 111	64,2	0,1	41,9	0,86	1,4	74,7
Полесский 175СВ	62,7	0,9	55,7	0,83	1,7	75,5
Полесский 195СВ	72,8	1,1	47,4	0,86	2,2	84,7
Полесский 202	54,7	0,5	60,1	0,77	1,6	71,0
Полесский 212СВ	68,1	0,2	48,2	0,60	1,4	113,5

Анализ полученных данных показал, что выход муки тонкого помола изменяется в пределах от 53,7 до 73,7 %, наибольший выход муки был получен у образца кукурузы Полесский 109, хорошим выходом обладают образцы: Полесский 195СВ и Полесский 212СВ, наименьший выход муки дают образцы Полесский 101СВ и Полесский 202, а остальные образцы имеют средние значения выхода муки.

Зольность полученной муки варьирует от 0,60 % до 0,95 %, наименьшим значением зольности характеризуется мука, полученная из гибрида Полесский 212 СВ. Следует отметить, что зольность образца Полесский 105 превышает требования ГОСТ 14176 к кукурузной муке тонкого помола, что свидетельствует о повышенном содержании оболочечных частиц и зародыша. Таким образом, данный образец не позволяет получить муку, соответствующую требованиям ГОСТ 14176 по всем показателям.

Крупность муки кукурузной тонкого помола у всех образцов соответствует требованиям ГОСТ 14176. Содержание жира в муке тонкого помола варьирует от 1,4 % до 2,2 %, при этом

все значения соответствуют требованиям ГОСТ 14176.

В ходе исследования была установлена высокая зависимость между выходом муки и кремнистостью зерна (рисунок 1). Коэффициент корреляции равен 0,84.

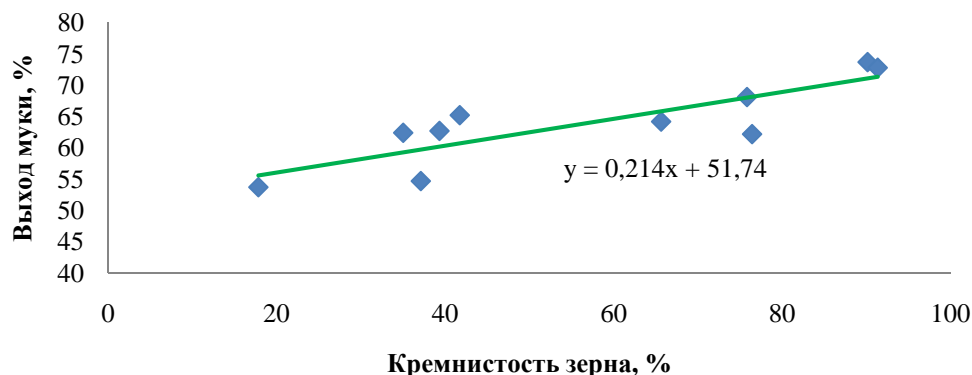


Рисунок 1 – Зависимость выхода муки от кремнистости зерна кукурузы

Из графика видно, что чем больше кремнистость, тем больше выход готовой продукции. Поскольку кремнистость характеризует структуру эндосперма, его стекловидность, то чем выше кремнистость, тем больше стекловидной части в зерне, что позволяет получить больше крупок и меньше мучки при дроблении зерна кукурузы, и в итоге получить больше выход готовой продукции. Поэтому гибриды с более высокой кремнистостью характеризуются лучшими мукомольными свойствами.

Определяющее влияние на выход и зольность оказывает сорт. Так, наибольшим значением технологического коэффициента К, а следовательно, и наилучшими мукомольными достоинствами характеризуются гибриды Полесский 212СВ, Полесский 109, Полесский 107 и Полесский 195СВ. Низкие значения этого комплексного показателя отмечены для гибридов Полесский 101СВ, Полесский 105, Полесский 103, Полесский 202, что говорит о невысоких мукомольных свойствах этих сортов зерна кукурузы.

### Заключение

Таким образом, по результатам исследований установлено, что использование гибридов Полесский 195СВ, Полесский 109, Полесский 212СВ и Полесский 107 позволяет получить необходимый выход и качество кукурузной муки тонкого помола в мукомольно-крупяной промышленности. Зерно гибридов Полесский 101СВ, Полесский 103, Полесский 105, Полесский 111, Полесский 175СВ и Полесский 202 характеризуется средним качеством, однако его технологические свойства, с точки зрения переработки в муку, невысокие.

### Литература

- 1 Надточаев Н. Кукуруза: гибрид имеет значение // Белорусское сельское хозяйство. – 2011. – № 11. – С. 32–35.
- 2 Белорусские гибриды кукурузы зернового направления // Полесский институт растениеводства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://polinra.com/gibridy\\_kukuruzy](http://polinra.com/gibridy_kukuruzy). – Дата доступа: 08.04.2015.
- 3 Экономическая эффективность производства зерна кукурузы в центральной зоне Беларуси при различных сроках сева гибридов и густоте стояния растений // Аграрная экономика. – 2012. – № 4. – С. 42–45.
- 4 Казаков Е.Д. Методы оценки качества зерна. – М.: Агропромиздат, 1987. – 208 с.
- 5 Гончарова З., Егоров Г., Загородникова З. Оценка технологических свойств зерна кукурузы по показателю всплываемости // Мукомольно-элеваторная промышленность, 1968. – № 2. – С. 16–17.

Поступила в редакцию 07.08.2016