

DOI: 10.33775/1684-2464-2020-48-3-20-24
УДК 633.15:631.527

А.И. Супрунов, д-р с.-х. наук,
А.И. Хамади, магистрант,
И.М. Чесноков, канд. с.-х. наук,
В.В. Макшанов
г. Краснодар, Россия

СЕЛЕКЦИЯ ГИБРИДОВ ЛОПАЮЩЕЙСЯ КУКУРУЗЫ В НЦЗ ИМ. П.П. ЛУКЬЯНЕНКО

В последние годы существенным образом возрос интерес у сельхозтоваропроизводителей Российской Федерации к гибридам лопающейся кукурузы. На сегодняшний день НЦЗ им. П.П. Лукьяненко районировано и ведется семеноводство популяции Российская лопающаяся 3 и гибрида Краснодарский лопающийся 400. В данной статье представлены результаты исследований центра по селекции гибридов лопающейся кукурузы в условиях Центральной зоны Краснодарского края. На основе сортообразцов из США, Аргентины, Китая и России был отселектирован новый исходный материал, на базе которого созданы новые высокопродуктивные гибриды лопающейся кукурузы. В 2018 – 2019 годах были проведены исследования по оценке зерновой продуктивности и технологических качеств зерна новых гибридов лопающейся кукурузы селекции центра. Зерновая продуктивность лучших гибридов кукурузы в опыте варьировала от 36,0 до 40,1 ц/га, а коэффициент увеличения объема зерна при поджаривании находился на уровне 1:35,5 – 1:40,5. По результатам проведенных исследований авторами была предложена новая шкала оценки технологических качеств зерна линий и гибридов лопающейся кукурузы. В статье показана питательная ценность лопающейся кукурузы и позитивное влияние пищевых волокон, находящихся в готовом продукте попкорна на двигательную активность кишечника.

Ключевые слова: линии, гибриды, лопающаяся кукуруза, технологические качества зерна, зерновая продуктивность, коэффициент увеличения объема зерна при поджаривании, пищевые волокна, шкала оценки технологических качеств.

BREEDING OF POP CORN HYBRIDS IN THE NATIONAL CENTER OF GRAIN NAMED AFTER P. P. LUKYANENKO

In recent years, agricultural producers in the Russian Federation have significantly increased their interest in pop corn hybrids. Nowadays, the National Center of Grain named after P. P. Lukyanenko has zoned and now is conducting seed production of the Russian popcorn (bursting) 3 population and the hybrid Krasnodarskiy popcorn (bursting) 400. This article presents the results of researches in the National Center of Grain for breeding the hybrids of bursting (pop) corn in the Central zone of the Krasnodar region. On the basis of variety's samples from the United States, Argentina, China and Russia, a new source material was selected. As a result, new highly productive hybrids of bursting corn (popcorn) were created. In 2018 – 2019, studies were conducted to assess the grain productivity and technological qualities of grain of new popcorn (bursting) hybrids corn in the research center. The grain productivity of the best maize hybrids varied in the experiment from 36,0 to 40,1 c/ha, and the coefficient of increasing the volume grain during roasting was at the level of 1:35,5 – 1: 40,5. Based on the results of the research, the authors set up and proposed a new scale for evaluating the technological qualities of grain for lines and hybrids of bursting corn (popcorn). The article shows the nutritional value of bursting corn and the positive effect of dietary fiber contained in the finished product of popcorn on the motor activity of the intestine.

Keywords: lines, hybrids, bursting corn, technological qualities of grain, grain productivity, coefficient of increase in the volume of grain during roasting, dietary fiber, scale of assessment of technological qualities.

Введение

Лопающаяся кукуруза в процессе эволюции прошла несколько этапов. На первом этапе, в результате народной селекции, были созданы как белозерные формы, так и особи с темноокрашенным зерном рисовой и перловой кукурузы. На втором этапе, в основном получали белозерные формы, причем широко распространилась рисовая кукуруза. На третьем, последнем, этапе основное внимание в селекции уделялось созданию желтозерных перловых форм [9]. Основная причина широкого распространения перловой кукурузы заключается в том, что она дает более нежную воздушную массу, содержащую меньше механических тканей.

Вызревшие зерна лопающейся кукурузы обладают повышенным содержанием белка (12,3 – 17,8 %), так как эндосперм их почти полностью состоит из роговидного слоя. Попкорн – это полноценный зерновой продукт, источник высококачественных углеводов, он может использоваться в программах по снижению массы тела человека. Процесс «взрывания» протекает при повышенной температуре, при этом содержание водорастворимых веществ увеличивается в три раза по сравнению с сырым зерном. Это, прежде всего, объясняется гидролизом крахмала и превращением его в декстрины и сахара. Если в сыром зерне кукурузы содержится не многим более одного процента декстринов (продуктов распада крахмала), то в воздушной кукурузе количество

их увеличивается до 13,4 %, а это способствует лучшему и быстрейшему перевариванию продукта. Одновременно при «взрывании» зерна увеличивается кислотность (за счет накопления свободных жирных кислот) и примерно в два раза снижается содержание витамина В₁ (тиамина). Содержание витамина РР (никотиновой кислоты) мало изменяется [2].

Главное достоинство попкорна – его низкокалорийность, он содержит большое количество клетчатки, состоящей из пищевых волокон. Пищевые волокна не являются энергетическим и пластическим материалом для нашего организма. Они нормализуют работу и регулируют двигательную активность кишечника, клетчатка очищает организм от токсичных веществ, мутагенов и канцерогенов и играет большую роль в регуляции количества холестерина и сахара в крови. Клетчатка не сжигает жир, но устраняет саму причину его накопления – нарушение обменных процессов в организме. А присутствие в зерне лопающейся кукурузы такого микроэлемента как золото, улучшает деятельность головного мозга.

Цель исследований

Создать новые высокопродуктивные гибриды лопающейся кукурузы с отличными технологическими качествами зерна.

Материалы и методы

Исследования проведены в 2018 – 2019 годах в условиях Центральной зоны Краснодарского края. Почва опытных участков – чернозем выщелоченный, малогумусный, сверхмощный. Климатические условия 2018 года были более благоприятными к уровню 2019 года. За вегетационный период (май-август) выпало 254 мм осадков (сумма среднесезонных осадков – 278,8 мм). В 2019 году осадков выпало еще меньше – 211,4 мм [5].

На начальном этапе исследований были изучены по зерновой продуктивности и технологическим качествам зерна 15 сортообразцов лопающейся кукурузы из Польши, Украины и Молдавии. Позднее ассортимент изучаемых сортообразцов был расширен до 100 [9, 10].

На последующем этапе селекции для дальнейшей селекционной проработки были отобраны сортообразцы, коэффициент увеличения объема зерна которых при поджаривании был не ниже 35, а количество взорванных зерен – 90 %.

При установлении взрываемости зерна лопающейся кукурузы использовались различные методы. Одни исследователи определяли число или процентное количество невзорванных зерен, другие измеряли число чашек взорванного зерна, полученного из весового количества исходного. Впоследствии селекционерами был принят показатель «растяжения при растрескивании», или «объем при растрескивании», который представляет собой отношение объема зерна после переработки к его объему до переработки. Значение, равное 30, означает, что отношение объема переработанного зерна к переработанному составляет 1:30, то есть 200 см³ взя-

того для переработки зерна дают 6000 взорванной кукурузы.

Позже в США при оценке на взрываемость применили новый метод, при котором вместо объема зерна, взятого для переработки, берут определенную его массу (обычно 150 г), а полученный объем взорванной кукурузы выражают в кубических сантиметрах па килограмм. Этот метод получил название «определение весового объема».

Коэффициент увеличения объема зерна на первый взгляд определить несложно, однако результаты измерения зависят от пригодности зерна для переработки (влажности, способа сушки и хранения), скорости нагрева и температуры взрывания, размеров и формы измерительных сосудов, уплотнения готового продукта и особенности данного сорта. Хорошие результаты по взрываемости получают тогда, когда лопающаяся кукуруза до переработки хранится в початках, не подвергается искусственной сушке и имеет влажность зерна 11 – 15 % (лучше 13,5 %).

Для взрывания зерна применяются два типа аппаратов: «Воздушная кукуруза», работающий при нормальном атмосферном давлении, и «Пушки» – при избыточном.

Технологические качества зерна в опыте определяли путем соотношения объема, взятого до переработки к взорванному, посредством использования коэффициента увеличения объема. Определение основного показателя качества зерна лопающейся кукурузы – взрываемость – проводили на аппарате фирмы STIR CRAXY при нормальном атмосферном давлении. По конфигурации раскрытого готового зерна лопающаяся кукуруза бывает «бабочка» и «карамель». «Бабочка» – раскрытое зерно неправильной формы, напоминающее снежинку или бабочку; «карамель» – зерно, раскрывающееся шариком – грибом.

Быстрые темпы селекции новых гибридов в США в последнее десятилетие привели к тому, что за короткий период весьма сильно изменилась и шкала оценки по технологическим качествам зерна лопающейся кукурузы. После нескольких лет изучения, имеющихся в коллекции центра сортообразцов, нами для создания новых линий лопающейся кукурузы было включено в работу несколько сортообразцов из США (AP 6002, AP 4503, 7211, M 212), Аргентины (ANOEL, 804) и Китая (скоропелая популяция, 1533). На базе данных сортообразцов были отселектированы новые линии лопающейся кукурузы и созданы гибриды.

В качестве стандартов для оценки зерновой продуктивности гибридов лопающейся кукурузы использовали районированную популяцию Национального Центра Зерна Российская лопающаяся 3 и гибрид селекции США 4512. Статистическую обработку проводили по методике Б.А. Доспехова [4].

Результаты и обсуждение

Изходящих в селекционной проработке сортообразцов было отобрано 8 новых линий лопающейся кукурузы, на базе которых создано 7 гибридов.

Данные гибриды были изучены в 2018 – 2019 годах по морфологическим признакам. По высоте растений гибриды варьировали от 175,4 см до 204,8 см, а по высоте прикрепления початка – от 62,8 до 82,0 см.

Изучаемые гибриды различались между собой по вегетационному периоду. Период от всходов до цветения початка у них варьировал от 56 до 62 дней (2019 год). Бытует мнение, что более позднеспелые формы характеризуются большими значениями увеличения объема зерна при взрывании. Однако наблюдаемая закономерность, по-видимому, во многом обусловлена генотипическими особенностями исходного материала. Так, в работе Крумбейкера

с соавторами у более раннеспелых форм также наблюдались более высокие значения увеличения объема зерна при взрывании [11]. В нашем сортоопыте данное утверждение нашло подтверждение. Корреляция между числом дней до цветения и взрываемостью была слабой ($r = 0,316$). Также слабой оказалась корреляция между вегетационным периодом и урожайностью гибридов ($r = 0,442$). По результатам двухлетних исследований была изучена зерновая продуктивность и технологические качества зерна у гибридов лопающейся кукурузы при поджаривании (табл. 1).

Таблица 1. Зерновая продуктивность и технологические качества зерна гибридов лопающейся кукурузы, Краснодар, 2018 – 2019 годы

Название гибрида	Урожайность зерна, ц/га	Отклонение от стандарта, ц/га	Уборочная влажность зерна, %	Коэффициент увеличения объема
Российская лопающаяся 3 (стандарт)	30,0	-	13,5	1:38,5
Краснодарский лопающийся 422	40,1	10,1	14,0	1:40,5
Краснодарский лопающийся 420	36,3	6,3	13,5	1:40
4512 (США)	36,2	6,2	13,5	1:39
Краснодарский лопающийся 418	36,0	6,0	13,8	1:39,5
Краснодарский лопающийся 414	33,4	3,4	14,1	1:39,5
Краснодарский лопающийся 415	33,4	3,4	13,7	1:40,5
Краснодарский лопающийся 421	33,4	3,4	13,4	1:39
Краснодарский лопающийся 416	33,2	3,2	13,5	1:38,5
НСР ₀₅		3,2		

Урожайность лучших гибридов лопающейся кукурузы, достоверно превысивших стандарт, популяция Российская лопающаяся 3, варьировала от 33,4 до 40,1 ц/га. Гибрид кукурузы Краснодарский лопающийся 422 достоверно превзошел по зерновой продуктивности и технологическим качествам зерна, как отечественный стандарт, так и коммерческий гибрид 4512 (США). Еще у двух экспериментальных гибридов лопающейся кукурузы (Краснодарский лопающийся 418 и Краснодарский лопающийся 421) зерновая продуктивность и технологические качества зерна были на уровне иностранного гибрида.

Одним из важнейших направлений в селекции лопающейся кукурузы являются технологические качества. Проведенные разными исследователями работы по определению технологических качеств сортообразцов лопающейся кукурузы позволяют сделать вывод о большом генетическом варьировании изучаемых признаков как между образцами, так и внутри отдельных гибридов и линий [1].

В литературе отмечена отрицательная связь между увеличением объема взрываемости зерна и урожайностью [10].

В.В. Котерняк и Г.П. Карайванов по результатам своих исследований показывают возможность создания гибридов с высокой взрываемостью зерна и хорошей урожайностью [4]. Так, коэффициенты

корреляции между урожайностью зерна и величиной расширения его объема при взрывании, вычисленные по результатам конкурсного и предварительного испытаний 1993 – 1994 годов, имели низкие значения и были недостоверны. При этом по данным предварительного испытания они имели отрицательный знак ($r = -0,002$ и $r = -0,143$), конкурсного – положительный ($r = 0,140$ и $0,276$). Это указывает на возможность отбора форм, у которых повышение взрываемости не сопряжено со снижением урожайности зерна [6]. Полученные этими исследователями данные по изучению комбинационной способности линий кукурузы по признакам урожайности зерна и его взрываемости также показывают возможность создания линий с высокой комбинационной способностью по обоим признакам.

В опыте выявлена тесная корреляционная зависимость между урожайностью и коэффициентом увеличения объема зерна при поджаривании ($r = 0,860$). Коэффициент увеличения объема зерна у лучших по данному признаку гибридов лопающейся кукурузы за два года исследований варьировал от 1:40 до 1:40,5. Е.И. Беликова и О.Е. Климова сообщают, что Г.К. Бурлай при изучении наследования признака взрываемости зерна лопающейся кукурузы установил, что этими параметрами обладают те гибриды, у которых высокие показатели изучаемого признака

у их родительских форм. Коэффициент взрываемости зерна гибридов, родительские формы которых обладают различной величиной данного признака, наследуются по типу неполного доминирования [1]. Наши исследования подтвердили данную зависимость. У большинства линий лопающейся кукурузы

коэффициент увеличения объема (КВО) зерна при поджаривании составлял 1:39 – 1:41.

Проведенный анализ находящегося в селекционной проработке материала на текущий момент позволил нам предложить свою шкалу оценки технологических качеств зерна лопающейся кукурузы (табл. 2).

Таблица 2. Шкала оценки технологических качеств зерна лопающейся кукурузы, Краснодар, 2019 год

Критерий оценки	Коэффициент увеличения объема при поджаривании	Количество взорванных зерен, %
Удовлетворительная	36 – 37	98.0
Хорошая	38 – 39	99.0
Отличная	40 – 41	100.0

В соответствии с данной шкалой в дальнейшей селекционной проработке по созданию линий и гибридов лопающейся кукурузы необходимо оставлять только сортообразцы, коэффициент увеличения объема зерна которых при поджаривании был не ниже 36 – 37, а количество взорванных зерен – 98%.

В процессе оценки технологических качеств зерна лопающейся кукурузы было установлено, что 90% сортообразцов лопающейся кукурузы по конфигурации готового раскрытого зерна можно отнести к «бабочке», остальные к «карамели».

Выводы

С участием новых линий лопающейся кукурузы созданы высокопродуктивные гибриды лопающейся кукурузы с зерновой продуктивностью 36,0 – 41,0 ц/га и высокими технологическими качествами зерна при поджаривании.

На основании изученного селекционного материала разработана и предложена новая шкала оценки технологических качеств зерна у линий и гибридов лопающейся кукурузы.

ЛИТЕРАТУРА

- Беликов, Е.И. Использование пищевой кукурузы в различных селекционных программах / Е.И. Беликов, О.Е. Климова // Кукуруза и сорго. – 2002. – № 3 – С. 15 – 20.
- Вольнер, И.Н. Продукты из кукурузы и их пищевая ценность / И.Н. Вольнер // Пищепромиздат, М. 1963. – 89 с.
- Государственный реестр селекционных достижений. Том 1. Сорты растений. – 2015. – С. 467.
- Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М: Агрпромиздат, 1985. – 352с.
- Данные метеопоста НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, 2018 – 2019 годы.
- Котерняк, В.В. Селекция гибридов лопающейся кукурузы / В.В. Котерняк, Г.П. Карайванов // Краснодар, 1973. – С. 13 – 18.
- Супрунов, А.И. Новый гибрид кукурузы Краснодарский лопающийся 400 / А.И. Супрунов, Л.Ю. Горяинова // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2008. – Вып. 1. – С. 40 – 41.
- Супрунов, А.И. Популяция лопающейся кукурузы – Российская 3 / А.И. Супрунов, Н.Ф. Лавренчук, М.Ф. Жуков // Тр. КубГАУ. – Краснодар, 2009. – Вып. 18. – С. 127 – 129.
- Супрунов, А.И. Селекция гибридов лопающейся кукурузы / А.И. Супрунов // Эволюция научных технологий в растениеводстве: сб. науч. Тр. В честь 90-летия со дня образования Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко. – Т. 2. – Краснодар, 2004. – С. 222 – 227.
- Супрунов, А.И. Селекция сахарной и лопающейся кукурузы на Кубани / А.И. Супрунов // Монография. Краснодар, ООО «Эдви», 2008, – 128 с.
- Alexander, W.L. Grain-fill characteristics of early maize strains selected for variable R-nj expression / W.L. Alexander, H.Z. Cross // Euphytica. – 1983. – 32. – 3. – P. 839 – 843.
- Grumbaker, D.E. Agron / D.E. Grumbaker, I.J. Johnson, J.C. Eldridge // J. – 1949. – V. 41. – 210 p.

REFERENCES

- Belikov, E. I. Use of food corn in various breeding programs / E. I. Belikov, O. E. Klimova // Corn and sorghum. – 2002. – no. 3. – P. 15 – 20.
- Volner, I. N. Products from corn and their nutritional value / I. N. Volner // Pishchepromizdat, M. 1963. – 89 с.
- State register of selection achievements. Volume 1. plant Varieties. – 2015. – P. 467.
- Dospekhov, B. A. Methodology of field experience / B. A. Dospekhov. – M: Agropromizdat, 1985. – 352 p.
- Data from the weather station of the Lukyanenko national research CENTER, 2018 – 2019.
- Katernyak, V. V. Selection of hybrid pop-corn / VV Katernyak, G. P. Karaivanov // Krasnodar, 1973. – P. 13 – 18.

7. Suprunov, A. I. a New hybrid of corn Krasnodar bursting 400 / A. I. Suprunov, L. Yu. Goryainova // Bulletin of the Russian Academy of agricultural Sciences, 2008, Issue 1, P. 40 – 41.
8. Suprunov, A. I. population of bursting corn – Russian 3 / A. I. Suprunov, N. F. Lavrenchuk, M. F. Zhukov // Tr. Kub.GAU – Krasnodar, 2009. – Issue 18. – With 127 – 129.
9. Suprunov, A. I. Selection of pop corn hybrids / A. I. Suprunov // Evolution of scientific technologies in crop production: SB. nauch. Tr. In honor of the 90th anniversary of the formation of the Krasnodar research Institute named after p. p. Lukyanenko. – Vol. 2. – Krasnodar, 2004. – P. 222 – 227.
10. Suprunov, A. I. Selection of sugar and pop corn in the Kuban / A. I. Suprunov // Monograph. Krasnodar, LLC "Edvi", 2008, – 128 p.
11. Alexandra, L. V. grain characteristics of early maize strains selected for the variable R-new Jersey expression of L. V. / A. H. Z. Kresta // Euphytica. – 1983. – 32. – 3. – P. 839 – 843.
12. Grumbaker, D. E. Agron / D. Grambeker E., J. I. Johnson, J. Eldridge // J.-1949. – St. 41. – 210 P.

Анатолий Иванович Супрунов

Заведующий отделом селекции
и семеноводства кукурузы
E-mail: suprunov-kniisx@mail.ru

Anatoly Ivanovich Suprunov

Head of the Department of corn breeding
and seed production
E-mail: suprunov-kniisx@mail.ru

Иван Михайлович Чесноков

Ведущий научный сотрудник

Ivan Mikhailovich Chesnokov

Leading researcher

Вячеслав Валериевич Макшанов

Научный сотрудник

Vyacheslav Valerievich Makshanov
Scientist

Все: ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко»
350012, г. Краснодар, Центральная Усадьба
КНИИСХ

FSBSI «National Grain Centre named
after P.P. Lukyanenko»
350012, Krasnodar

Аллауи Ибрахим Хамади

Магистрант КубГАУ
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
аграрный университет имени И. Т. Трубилина»
350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

Allawi Ibrahim Hamadi

Graduate student of the Kuban state agrarian
university
FSBEI HE "Kuban State Agrarian University
named after I. T. Trubilin"
13 Kalinina st., Krasnodar, Russia, 350044,