

УДК 635.67: 631.524

## **ФИЛОСОФИЯ ИДЕОТИПА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР. II. СОВРЕМЕННЫЕ КРИТЕРИИ ИДЕАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПИЩЕВОЙ КУКУРУЗЫ**

Новоселов С.Н., – к. с.- х. н.

*Кабардино-Балкарский НИИ сельского хозяйства*

В статье изложен комплекс критериев идеальной модели пищевой кукурузы (сахарного, лопающегося, восковидного подвидов, а также высоколизинных, высокоамилозных, высокомасличных и белозерных ее форм) со стороны перерабатывающей промышленности и потребителей с точки зрения её приближения к идеотипу в процессе селекции.

In article the complex of criteria of ideal model of food corn (sweet, pop, waxy corn subspecies, and also high-lysine, high-amilose, high-oil and white forms) is stated on the part of processing industry and consumers as ideotype's characteristics of selection.

На фоне практически полного отсутствия селекционных работ с пищевой кукурузой в нашей стране, малочисленности, разрозненности и хронологической удаленности научных работ, как правило, априорности документации, ТУ и ГОСТов, расплывчатости критериев к сырью со стороны перерабатывающего комплекса, отсутствия системных разработок селекционных, перерабатывающих и потребительских (маркетинговых) проектов, с одной стороны, и, с другой,- всевозрастающего спроса отечественного потребителя, давления иностранного потребителя-актуальность приобретает скорое и эффективное решение селекционных задач для кукурузы т.н. «нетрадиционного» использования (сахарной, лопающейся, белозерной, высокомасличной, высокобелковой, восковидной, крахмалистой, высокоамилозной и др.).

Богатейший подвидовой состав, широчайший спектр практического применения делают кукурузу уникальной культурой.

Вкупе все эти факторы определяют настоятельную необходимость создания идеотипов пищевой кукурузы не только для определенных

экологических условий, но и по каждому конкретному направлению использования.

Для идеотипа пищевой кукурузы следует выделить следующие основные группы признаков: агрономические (урожайные, технологические (вопросы возделывания), иммунные и другие); селекционные, семеноводческие и семеноведческие; биохимические: вкусовые, собственно биохимические; технологические (вопросы переработки); медико-диетические (фармакологические); эстетические.

В настоящей работе приводится схематическая модель основных параметров идеотипа пищевой кукурузы.

Одним из важных направлений современной селекции сахарной кукурузы, как наиболее распространенного подвида пищевой кукурузы, является пригодность к механизированному возделыванию, включая и процесс уборки. Как указывает ряд авторов ([1-5]), этим требованиям отвечают формы со следующими признаками:

- малая кустистость. Кустистость особенно сильно изменяется от условий выращивания [6];
- малое варьирование высоты растений, кустистости и степени отвисания початка. Оптимальный угол отвисания  $40-80^\circ$ : при угле менее  $30^\circ$  и более  $90^\circ$  происходит захват початка рабочими органами комбайна и его повреждение;
- оптимальная высота прикрепления початка  $40-80$  см при минимальной высоте  $30-50$  см и их выравненность [4];
- оптимальная длина ножки  $15-25$  см: при большей длине снижается выход стандартной продукции при переработке, меньшая длина приводит к повреждению початков комбайном;
- одновременное созревание початков.

Важным среди семеноводческих критериев является признак <http://ej.kubagro.ru/2006/08/pdf/28.pdf>

простоты и надежности в отрасли производства семян [7]. Это требование, разработанное для гибридов кукурузы, является единым для всех сельскохозяйственных культур.

Под надежностью в семеноводстве подразумевается относительно высокая и устойчивая урожайность родительских форм гибрида в зонах производства гибридных семян, особенно материнской формы, а также приспособленность к механизированному возделыванию. Родительские формы, особенно материнская, должны оставаться устойчивыми к полеганию не только при созревании, но и при перестое урожая на корню.

Немаловажное значение для надежности семеноводства гибрида имеют и такие показатели, как синхронность цветения родительских форм на участке гибридизации, относительно легкая очищаемость от оберток при уборке, нетравмированность зерна при обмолоте и транспортировке и др. В семеноводстве сахарной кукурузы важное значение имеет еще и предотвращение потерь семян при транспортировке в связи с легкой ее обрушиваемостью.

Косвенные признаки пригодности к механизированной уборке следующие: толщина ножки початка, степень развития листовых оберток, длина початка, диаметр початка [5].

Помимо указанных признаков показателями, также подлежащими учету, являются: общий урожай початков без оберток, урожай кондиционных початков с высоким выходом стандартных початков, средний вес кондиционного початка, выход початков без оберток (чистых) из общего урожая початков в обертках **64-86%**, вкусовая оценка в баллах, вегетационный период (от массовых всходов до молочно-восковой спелости початков) [8].

В целях увеличения выхода стандартных початков приходится сокращать число растений на единицу площади, обычно в ущерб общей урожайности. Некоторые сорта образуют значительное количество слегка

изогнутых початков, что также нежелательно.

Консервная промышленность предъявляет следующие требования к сахарной кукурузе:

- однородность по фазе развития;
- выравненность по длине и диаметру початка;
- початок должен быть крупным, длиной не менее 16 см, цилиндрической или слабоконусовидной формы с ровным, неизогнутым стержнем. Необходимо отметить, что самоопыленные линии четко передают гибридам свою форму початков [9];
- высокий процент выхода зерна (не менее 60%): этот показатель по годам колеблется очень незначительно [2] и зависит лишь от сортовых особенностей. Очевидна необходимость селекции на форму зерновки. Она должна быть длинной и узкой;
- слабо развитые неокрашенные цветковые чешуйки, так как, если в консервы вместе со срезанным зерном попадают хотя бы небольшие частицы цветковых чешуй, создается очень неприятное вкусовое ощущение;
- высокие вкусовые качества зерна: вкус сладкий, хорошо выраженный, содержание крахмала умеренное;
- консистенция зерна - нежная, оболочка зерна тонкая, негрубая;
- однородность окраски зерна [10];
- отсутствие больных початков [11,12];
- способность максимально продолжительное время сохранять свой химический состав после уборки [3]. Эта способность в значительной степени зависит от сортовых особенностей и условий хранения после уборки [2]. Поэтому в научных исследованиях важное место уделяется изучению динамики

углеводов [13-17].

Для замораживания наиболее пригодны початки ровные, сравнительно тонкие, с тонким стержнем и большим выходом высококачественного зерна.

Для продажи свежих или быстрозамороженных початков более подходят сорта, имеющие не крупные початки, а мелкие или средние, выравненные по размеру и форме, равномерно выполненные, с правильным расположением рядов зерен. Процент стержня от веса всего початка должен быть наименьшим. Чем меньше вес стержня от веса початка, чем слабее выступают на нем цветковые чешуи, тем лучше вкус отваренных початков, так как экстракция из стержня при варке початков придает зерну не совсем приятный привкус [6].

Особенно строгим должен быть отбор сортов сахарной кукурузы по качеству зерна, независимо от вида его использования.

При определении качества зерна в технической спелости учитывают влажность, содержание эфиров, толщину и плотность перикарпа, вязкость и консистенцию эндосперма, вкус, сочность, соотношение сахаров и крахмала, запах и цвет зерна, степень развития цветковых чешуек, степень повреждения початков [6,16]. При дегустационной оценке обращают внимание на окраску, внешний вид, консистенцию эндосперма и вкусовые достоинства. У нас в стране принята пятибалльная шкала, в США - десятибалльная система оценки вкусовых качеств сахарной кукурузы [18,19].

Связь вкусовых качеств зерна сахарной кукурузы с ее химическим составом на сегодняшний день является недостаточно изученной. Считается, что вкус зерна зависит от содержания сахаров и едва уловимых привкусов, вызванных эфирами [2]. Наличие эфиров зависит от сортовых особенностей и условий выращивания [6]. Содержание большого содержания крахмала (выше 18-20%) в зерне сахарной кукурузы молочной

спелости отрицательно сказывается на вкусовых качествах. Общий сахар обуславливает сладкий вкус, водорастворимые полисахариды придают зерну сахарной кукурузы мягкую, нежную консистенцию.

Существует мнение, что содержание сахаров не является определяющим для сортов консервного назначения, ибо при необходимости сахар можно добавить в процессе переработки [3].

Немаловажным видится нам и диетический аспект содержания сахаров. Фирмы, перерабатывающие сахарную кукурузу, давно проявляют озабоченность по поводу высокого содержания в ней сахаров [20]. Совершенно очевидно, что верхний лимит этого показателя будет зависеть не только от потенциальных генетических возможностей культуры, но и, в немалой степени, вкусами и диетическими требованиями потребителей.

Кроме вышеназванных, существуют критерии, которые не влияют на качество и количество собранного урожая, однако, являются определяющими. Сегодня весьма рискованно недооценивать конъюнктуру рынка и требования потребителя. Этими признаками занимается эстетическая селекция, значение которой в работе с сахарной кукурузой как овощной культурой велико. Вот некоторые из этих признаков:

- окраска рылец внутри оберток должна быть светлой (белой или зеленовато-белой) [2];
- способность сохранять цвет зерна при переработке, не принимая сероватый или грязноватый оттенок [2];
- цвет зерна от белого в XIX веке через ярко-желтый в первой половине XX столетия сегодня должен быть светло-желтым с эффектом «молодости» [2]. Помимо чисто эстетических соображений зерна с более светлым оттенком дольше сохраняют свежий вид и нежный вкус [21]. Сегодня начинают пользоваться спросом пестрые (двухцветные) и лиловые сорта;
- для цельнопочаткового потребления (в свежем виде и для

замораживания) большим спросом пользуются початки с правильными или слегка искривленными рядами зерен;

- привлекательность свежих початков определяется также и степенью развития и окраски оберточных листьев. Желательны интенсивная темно-зеленая окраска и достаточное развитие удлиненных оберток [2].

Отдельная категория потребителей, верная традиционным вкусовым пристрастиям, отдает предпочтение кормовой кукурузе. В этом случае более желательны гибридные початки не зубовидной, а кремнистой, крахмалистой и восковидной кукурузы, обладающие более тонкой оболочкой зерна, тонким белым стержнем и предпочтительно белыми колосковыми чешуйками. Следует избегать чрезвычайно крупнопочатковых сортов для такого рода использования.

#### Кукуруза для мукомольной и крупяной промышленности.

Помимо выхода крупы (а различие между гибридами по этому показателю составляет от 40 до 120 кг на 1 т переработанного сырья [8]), особое значение для эффективности переработки имеют легкое отделение оболочки и зародыша, размер и форма зерна, вкус и запах.

Кукуруза для «сухого» помола должна быть:

- с твердым зерном и высоким содержанием роговидного эндосперма;
- с высоким удельным весом;
- с выравненным по размеру и форме зерном белой и желтой окраски, легко поддающимся обмолоту, с минимальным изломом, без внутренних и внешних трещин эндосперма.

Этим условиям лучше всего удовлетворяет кремнистая кукуруза с крупными зернами, а также зубовидная с твердым эндоспермом [8].

Для производства хлопьев из крупы крупного помола подходят крупнозерновые сорта с легко отделяемым при дроблении зародыше и

оболочке, содержащие 60-70% роговидного эндосперма. Зерно с рыхлым мучнистым эндоспермом непригодно для производства хлопьев, т.к. не позволяет получить крупу требуемого качества и обеспечить выработку крупных по размеру хлопьев. Для их производства чаще всего используют кремнистые и полузубовидные типы зерна с большой роговидной частью эндосперма (не менее 70% от общего веса зерна) желтой или белой окраски [22]. Зерно должно характеризоваться повышенным содержанием белковых веществ, особенно незаменимых аминокислот и быть высокомасличным [23].

#### Кукуруза для крахмало-паточной промышленности.

Крахмал получают из таких сортов кукурузы, у которых зерно мучнистое, неокрашенное, с рыхлым строением и низким содержанием белка.

В последние годы все большее значение получают типы эндосперма с амилопектиновым крахмалом из восковидной кукурузы и с амилозным крахмалом, такие как формы амиломаис V с 55 % амилозы и амиломаис VII с 70 % амилозы [8].

Производители кукурузы по системе «мокрого» помола предпочитают кукурузу со следующими характеристиками:

- с высоким содержанием крахмала;
- с легким выделением крахмала, глютена и целлюлозы;
- с минимальным количеством битых зерен, зерен с внутренним изломом эндосперма и без посторонних примесей;
- с выравненной формой и размером зерна;
- с зернами без содержания микотоксинов и остатков пестицидов.

Наибольшее значение при определении пригодности зерна кукурузы для переработки на крахмалопаточных комбинатах имеют физические свойства зерна – его удельный вес, крупность, ломкость, повреждение зерна нагреванием, набухаемость и объем пор. Из химических показателей

качества зерна наибольший интерес представляет содержание жира и крахмала, как более или менее устойчивые характеристики. Весьма стабильными показателями являются величина зародыша в зерне и содержание в нем жира. Данные содержания водорастворимых углеводов и их формы, содержания клетчатки и золы лишь частично могут быть использованы для характеристики технологических качеств зерна. Большая плотность зерна также является положительным признаком [24].

Приведем некоторые условия, определяющие высокие качества растительных масел:

- низкое содержание насыщенных кислот;
- низкое содержание солей или эфиров олеиновой кислоты;
- высокое содержание солей или эфиров линолиновой кислоты;
- отсутствие солей или эфиров линолевой кислоты вследствие недостаточной их вкусовой стабильности;
- высокое содержание токоферолов (природных антиоксидантов).

Кукурузное масло наиболее полно удовлетворяет поставленным условиям [25].

#### Кукуруза для щелочной варки.

Традиционные национальные пищевые продукты из кукурузы для большей части населения Центральной Америки получают путем замачивания и варки зерна в щелочном растворе, вымывания перикарпия, помола на водяной мельнице обработанного и вылущенного зерна в тесто, называемого «масса». Из этого теста готовится большое число блюд: тортильи, арепы, атолы и другие.

Требования к кукурузе для подобной переработки следующие:

- выравненность зерна;
- высокий удельный вес;
- большая доля твердого эндосперма;

- зерно без механических повреждений (не больше 4%) и внутренних трещин роговидного эндосперма;
- зерно без выраженных признаков зубовидности;
- зерно с легким удалением перикарпия;
- зерно белой или желтой окраски без красных колосковых чешуек.

Мягкое зерно с механическими повреждениями или зерна с внутренними трещинами поглощают быстрее и больше воды и щелочи, и варятся быстрее, чем целые зерна, что неблагоприятно сказывается на качестве теста. Некоторые гибриды имеют перикарпий, который легче растворяется, у других он грубоволокнистый и нерастворимый, что затрудняет отделение. Зерна отдельных сортов содержат такие фенольные вещества, которые влияют на окраску при варке, такие продукты получают нежелательную грязно-белую или грязно-желтую окраску. Если кукуруза в поле была поражена кукурузным мотыльком, то в зерне появляются красные полоски, которые во время варки становятся бурыми[8].

Лопающаяся кукуруза. В прошлом белозерные сорта лопающейся кукурузы были более нежными и имели менее грубую оболочку, чем желтозерные сорта. Считалось, что желтозерные сорта отличаются более сильным и приятным запахом в сравнении с белозерными формами, и именно им отдавалось предпочтение, несмотря на наличие более нежного продукта и более грубых оболочек. Современные же желтозерные гибриды также нежны и имеют такие же тонкие оболочки, как и белозерные.

Форма «попкорна» для производителей имеет особое значение. Грибовидная или шаровидная форма отличается меньшей хрупкостью и более годится для производства кондитерских изделий, например, карамелизованной или облитой сахаром кукурузы. «Воздушная кукуруза» в виде бабочек имеет большой объем после « взрывания», и поэтому при <http://ej.kubagro.ru/2006/08/pdf/28.pdf>

продаже на объем ей отдают предпочтение. Кукуруза, дающая очень нежный «попкорн», непригодна для поджаривания вследствие большей хрупкости [26].

Производители воздушной кукурузы предъявляют такие требования к качеству «попкорна», от которых зависит объем спроса и продажи: высокий удельный вес, достаточную крупность зерна, т.е. параметры, обеспечивающие высокую способность к увеличению объема, которая и является самой надежной меркой качества при растрескивании [27].

Качество зерна определяют по следующим показателям: форме, цвету, влажности, натуре, массе 1000 зерне, засоренности, выравненности по подгрупповому составу.

Технологические свойства зерна оценивают по следующим показателям: выходу «взорванных» (стандартных) зерен, продолжительности термической обработки, коэффициенту увеличения объема и объемному весу.

«Взорванные» зерна по внешнему виду должны быть равномерно увеличенные, с разорванными краями в форме ярко выраженных лепестков, поверхность зерен - шероховатая. Эндосперм «попкорна» в разрезе белый для белозерной или кремовый - для желтозерной кукурузы, матовый, остатки оболочек и зародыш- желтые с коричневым оттенком. Вкус и запах должны быть свойственны «взорванным» зернам, с приятным привкусом жира, без признаков горечи, затхлости или каких-нибудь других посторонних привкусов и запахов. Консистенция нежная, зерна легко разжевываются и хрустят.

Сорта и гибриды перловой лопающейся кукурузы дают более нежную воздушную массу, чем рисовой, поэтому в последние годы они все больше распространяются в производстве.

Гибриды от скрещивания лопающейся кукурузы с сортами кремнистых и зубовидных типов непригодны для производства

«взорванных» зерен на аппаратах, работающих при атмосферном давлении. Зерно этих гибридов плохо и неравномерно взрывается, а выход стандартной продукции не превышает 30%.

Технологические качества крупы, полученной из зерна лопающейся кукурузы, по сравнению с крупой из других разновидностей кукурузы выше, она лучше и быстрее разваривается.

Таким образом, изложенные наиболее общие требования со стороны перерабатывающих предприятий и потребителей к пищевой кукурузе должны помочь селекционерам в более детальной разработке и последующем достижении идеальной модели (идеотипа) в процессе создания сорта.

#### Список использованной литературы

1. Рундфельдт Г. Использование эффекта гетерозиса при селекции кукурузы// Гибридная кукуруза. М.: Изд-во иностранной литературы, 1955.С.134-180.
2. Смит Г.М. Сахарная кукуруза// Кукуруза и ее улучшение. М.: Изд-во иностранной литературы, 1957. С. 349-369.
3. Югенхеймер Р.У. Кукуруза: улучшение сортов, производство семян, использование. М.: Колос, 1979. 519с.
4. Капустин А.А. Оценка районированных сортов и гибридов сахарной кукурузы на пригодность к механизированной уборке// Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. Л.: ВИР, 1981. Т.70. Вып.1.С. 113-117.
5. Васильченко Н.А. Изучение основных морфологических признаков, их варьирования и характера наследования в гибридах F1 при селекции сахарной кукурузы на пригодность к механизированной уборке// Мат. IV всесоюзной науч.-практ. конф. молодых учен. и специалистов по проблемам кукурузы. Днепропетровск: ВНИИК, 1985. Ч.1.С.41-42.
6. Ткаченко Н.Н. Сахарная кукуруза// Ткаченко Н.Н., Сидоров Ф.Ф. Сахарная и лопающаяся кукуруза. М.: Изд-во с.-х. литературы, журналов и плакатов, 1963.С. 12-86.
7. Галеев Г.С., Сотченко В.С. Селекционная модель продуктивной гибридной кукурузы для возделывания на силос в северных областях СССР// Материалы IX заседания секции кукурузы и сорго ЕУКАРПИИ. Краснодар: КНИИСХ, 1979. Ч.II.С. 243-252.
8. Бекрич В. Современные критерии и методы для определения качества кукурузного зерна// Семинар по кукурузе: Кукуруза-93: Селекция-Семеноводство-Использование. М., 1993. С.47-53.
9. Чалык С.Т. Селекция кукурузы на уровне спорофита// Чалык С.Т., Лях В.А., Пергуляк Л.П. Новые подходы в селекции кукурузы. Кишинев: Штиинца,

- 1992.С.6-55.
10. Сорты овощей, плодов и ягод, рекомендуемые для консервирования/ И.И.Варенцов, Л.И.Аверина, Г.Н. Телятникова, М.А. Иванова.- М.: ЦНИИТЭИПищепром, 1972. 36с.
  11. Соколов Б.П., Янченко А.А. О селекции сахарной кукурузы// Кукуруза. 1962. № 7. С.31-32.
  12. Палий А.Ф. Генетические аспекты улучшения качества зерна кукурузы. Кишинев: Штиинца, 1989. 176с.
  13. Стрельникова Т.Р., Андриющенко В.К., Завертайло Т.Ф. Изменчивость углеводов в зерне сахарной кукурузы// Селекция и семеноводство овощных культур. Кишинев, 1973.С.34-52.
  14. Селекция сахарной кукурузы /Дворников П.И., Стрельникова Т.Р., Маштакова А.Х. и др.// Селекция овощных культур на урожайность, качество и устойчивость к болезням.- Кишинев, 1976. С.55-78.
  15. Завертайло Т.Ф. Селекция сахарной кукурузы на качество зерна Кишинев: Штиинца, 1980. 111с.
  16. Darbshire B., Muirhead W.A., Henry R.J. Water-soluble polysaccharide in nine commercial sweet corn cultivars and its suitability for estimating kernel maturity// Abstr. J.Agric.Anim.Husb. 1978. 19, 98.P.376.
  17. Michaels T.E., Andrew R.H. Sugar accumulation in sh2 sweet corn kernels// Crop Science. 1986. 26. P.104-107.
  18. Шмараев Г.Е. Кукуруза. М.: Колос, 1975. 303с.
  19. Kaukis K., Davis D.W. Sweet corn breeding// Breeding vegetables crops. Westport, 1986.P.455-519.
  20. Емельянов И.Е. Пищевая кукуруза в США// Кукуруза. 1963. № 5.Р.46-48.
  21. Хауторн Л., Паллард Л. Сахарная кукуруза// Семеноводство овощных и цветочных культур. М.: Изд-во иностранной литературы, 1957.471с.
  22. Горун Е.Г. Использование кукурузы в пищевконцентратной промышленности// Применение кукурузы в консервной и пищевконцентратной промышленности. М., 1962.С.16-31.
  23. Горун Е.Г., Потапов В.Д. Технология и оборудование производства сухих завтраков. М.: Пищевая промышленность, 1972.145с.
  24. Шустова Е.Н. Об оценке зерна кукурузы как сырья для пищевой промышленности// Основные результаты научно-исследовательской работы по кукурузе. Днепропетровск: ВНИИК, 1971. С.323-328.
  25. Куокенбуш Ф. Кукурузное масло// Гибридная кукуруза. М.: Колос, 1964. С.241-250.
  26. Эльдриддж Дж., Томас У. Производство, переработка и использование лопающейся кукурузы// Гибридная кукуруза. М.: Колос, 1964. С.316-352.
  27. Иванов И.Е. Технологические качества зерна как сырья для производства хлопьев// Кукуруза и сорго. 1971. № 11. С.22-23.