

УДК 633.15.631.527: 631.524.7

UDC 633.15.631.527: 631.524.7

06.01.00 Агрономия

Agronomy

**ПЕРВИЧНАЯ ОЦЕНКА КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ, НЕСУЩИХ ДВА ПРИЗНАКА КАЧЕСТВА ЗЕРНА**

**PRIMARY ASSESSMENT OF COMBINATION ABILITY FOR LINES OF CORN CARRYING TWO SIGNS OF GRAIN QUALITY**

Радочинская Людмила Владимировна  
канд. с.-х. наук.  
*Национальный центр зерна им П.П. Лукьяненко,  
Краснодар, Россия*

Radochinskaya Lyudmila Vladimirovna  
Cand.Agr.Sci.  
*Lukyanenko National grain center,  
Krasnodar, Russia*

Создание высокомасличных гибридов кукурузы весьма актуально в современных условиях, так как такие гибриды дают на 2-3% масла больше, чем используемые в производстве гибриды. Что вносит мутация Опейк-2, если совместить ее с отбором на высокое содержание масла, создав исходный материал с двумя качественными признаками? Подобный материал, полученный в КНИИСХ в предыдущие годы, на основе линий и гибридов представлен в этой статье в контексте урожайности и наличия признаков качества зерна

Creation is high - olive hybrids of corn is very relevant in modern conditions as these hybrids give 2-3% of oil more than the hybrids used in production. What the mutation Opeik-2 brings if combined with selection on the high content of oil, having created initial material with two qualitative signs? The similar material received in KNIISH in previous years on the basis of lines and hybrids is presented in this article in the context of productivity and the content of signs of quality of grain

Ключевые слова: КОМБИНАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ, УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА, СОДЕРЖАНИЕ МАСЛА, ЛИНИИ, ГИБРИДЫ

Keywords: COMBINATIONAL ABILITY, PRODUCTIVITY OF GRAIN, CONTENT OF OIL, LINE, HYBRIDS

**Doi: 10.21515/1990-4665-139-016**

***Введение***

Селекция высокомасличной кукурузы коммерческого значения была начата в США ещё в конце XIX века в Иллинойском университете. Начав работы с обычной популяции, путём массового отбора за 50 лет, американским учёным удалось поднять содержание масла с 4,70% до 15,03% (Alexander D.) Sprague G.F. на базе периодического отбора и двух его циклов увеличил содержание масла от 4,2% до 7,8%. (1) Наследуемость масличности очень высокая, как отмечал в своих работах Growley Z.C. и отбор в таком материале можно вести, основываясь на фенотипические признаки (3). Следом за учёными США начались работы в системе СУММУТ, а также в ряде стран Европы. С 1970-1980 годов эти работы начались и в России.

Первые советские ученые, которые затронули работы в этом направлении – это Г.С. Галеев (КОС ВИР), В.И. Бокань (Северо-Кавказский институт горного и предгорного сельского хозяйства). Они неоднократно подчеркивали, что масличность легко передается по наследству, а гены, управляющие ею, действуют аддитивно. Но они же, следом за учеными Америки, утверждали, что при селекции на высокую урожайность необходимо вести отбор до определенного уровня масличности. Этим пределом по показателю содержания масла в зерне, является содержание масла равное 8-10%. При таком усредненном показателе масла в зерне можно сохранить и в гибридах и линиях большинство хозяйственно ценных признаков, включая урожайность зерна (5).

В Краснодарском НИИСХ им. П.П. Лукьяненко работы по созданию высокомасличных форм кукурузы начались в конце 80-годов прошлого столетия. В качестве исходного материала были взяты популяции, полученные из США и Югославии, а также высокомасличные гибриды кукурузы с разным сочетанием родительских компонентов по основному признаку.

### ***Материалы и методы***

Полученный исходный материал заметно различался между собой по основному признаку – содержания масла в зерне. Содержание масла в нём колебалось от 4,0 до 10,5% на момент начала работ с ними. Используя стандартный метод получения линейного материала, через посредство самоопыления и контроля по фенотипу зерна и доли зародыша в нём, было получено за первые 10 лет работы в этом направлении около 350 линий высокомасличного типа. В последующие годы при работе, по созданию новых линий на базе одной из популяций Югославии, были обнаружены семьи, имеющие мучнистый эндосперм. Проверка аллельности этих

фенотипических отклонений показала, что эти семьи аллельны мутации опейк-2. Возникла мысль о создании материала, несущего в себе два признака качества зерна – высокого содержания масла и высокое содержание лизина. Сначала, в 2009-2010 годах была создана популяция на основе 10 линий, четыре из них несли эндоспермовую мутацию опейк-2. Затем, после четырёхкратного самоопыления и необходимых фенотипических отборов, были получены снова новые линии, в которых отбор вёлся на два признака. (размер зародыша и наличие мутации опейк-2). Было получено таких линий 300 номеров. Затем началась оценка их комбинационной способности на фоне двух тестеров – стерильной линии Ко 43 С и простого гибрида – Кр 181М × оvi 464 зМ. Для удобства изучения их комбинационной способности линии были разделены на три блока. Первые 90 линий были скрещены с названными тестерами в 2014 году, а изучение зерновой продуктивности гибридов проходило в 2015 году. По результатам этого изучения была написана статья. (4)

Второй блок подобных линий был скрещен по тесткроссной схеме получения, а изучение урожайности зерна полученных гибридов было проведено в 2016 году. Ко второму блоку линий тестерами были взяты линии с цитоплазмой С – Ко 43 и оvi 487. Опыт по сортоиспытанию новых экспериментальных гибридов был обчислен по методу обычного дисперсионного анализа, а также сделана поправка на густоту стояния растений и на влажность зерна – 14%. (2) Анализ зерна по содержанию масла в нём проводился выборочно на анализаторе АМВ – 1006 во ВНИИМКе.

### ***Результаты и обсуждения***

В этом опыте контрольного питомника изучалось 130 экспериментальных гибридов кукурузы, несущих два признака качества зерна, а именно – высокое содержание лизина и масла. Этот опыт позволяет

сделать первичную оценку комбинационной способности второму блоку новых линий, которые, в количестве 68 линий были вовлечены в тесткроссные скрещивания в 2015 году. Оценка комбинационной способности у новых гибридов проведена в сравнение со стандартом, районированным гибридом Краснодарским 399 МВ высоколизиновым. Средняя густота стояния растений в этом опыте была 51,2 тыс. растений на 1 га, НСР-6,30 у – ед., а точность опыта – 2,26%. Средняя урожайность стандарта в опыте – 37,6 ц с 1 га. Лучшие линии по средней урожайности зерна представлены в таблице 1.

Таблица 1 – УРОЖАЙНОСТЬ ПРОСТЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ, НЕСУЩИХ ДВА ПРИЗНАКА КАЧЕСТВА ЗЕРНА (Ц С 1 ГА) КП – 2016 Г.

| Линии  | Тестеры | Ко 43 С | ovi 487 С | Среднее по двум генотипам | Ранг линии |
|--|---------|---------|-----------|---------------------------|------------|
| 1. F <sub>2</sub> ВМО <sub>2</sub> -173/111  |         | 44,4*   | 48,3*     | 46,4                      | 1          |
| 2. F <sub>2</sub> ВМО <sub>2</sub> -126/111  |         | 44,4*   | 48,2      | 46,3                      | 2          |
| 3. F <sub>2</sub> ВМО <sub>2</sub> – 64/111  |         | 43,6*   | 48,8      | 46,2                      | 3          |
| 4. F <sub>2</sub> ВМО <sub>2</sub> – 127/111 |         | 53,8*   | 36,8      | 45,3                      | 4          |
| 5. F <sub>2</sub> ВМО <sub>2</sub> – 187/111 |         | 45,3    | 45,1      | 45,2                      | 5          |
| 6. F <sub>2</sub> ВМО <sub>2</sub> – 145/111 |         | 47,9*   | 41,2      | 44,6                      | 6          |
| 7. F <sub>2</sub> ВМО <sub>2</sub> – 43/111  |         | 49,7    | 37,9      | 43,8                      | 7          |
| 8. F <sub>2</sub> ВМО <sub>2</sub> – 146/111 |         | 48,8    | 38,5      | 43,7                      | 8          |
| 9. F <sub>2</sub> ВМО <sub>2</sub> – 107/111 |         | 43,4    | 41,9      | 42,7                      | 9          |
| 10. F <sub>2</sub> ВМО <sub>2</sub> – 18/111 |         | 43,7    | 41,0      | 42,4                      | 10         |
| Среднее по опытам                            |         | 42,0    | 37,1      | 40,0                      |            |
| НСР  |         |         |           | 6,30                      |            |

Стандарт Краснодарский 399МВ ВЛ-37,6 ц с 1 га

Дополнительный стандарт – Краснодарский 291 МВ – 48,0 ц с 1 га

\*Гибриды имеют фертильную метёлку

На фоне урожайности основного стандарта, Краснодарского 399 МВ ВЛ, выделяется ряд экспериментальных гибридов кукурузы, имеющих достоверно более высокую урожайность зерна. Первые пять линий в таблице 1 по рангу урожайности двух генотипов можно отнести к линиям с хорошей комбинационной способностью, как общей, так и специфической. Линии, под № 6, 7, и 8 имеют хорошие показатели по СКС, особенно к тестеру Ко 43 С. Это подтверждается и оценками по ОКС и СКС.

Простой гибрид с формулой Ко 43 С × F<sub>2</sub>ВМО<sub>2</sub> – 127/111 при урожайности зерна 53,8 ц с 1 га, лучше основного и дополнительного стандарта Краснодарского 291 МВ, у которого урожайность в этом опыте была 48,0 ц с 1 га.

В целом, в среднем по опыту вклад тестера Ко 43 С в урожайность полученных с нею гибридов выше, чем у тестера оvi 487 С и равен соответственно 42,0 ц с 1 га и 37,1 ц с 1 га. При этом, гибриды с тестером Ко 43 С в среднем по 68 номерам, имели уборочную влажность 14,5%, при размахе варьирования от 11,8 до 17,7%. Гибриды с тестером оvi 487 в среднем по опыту имели уборочную влажность зерна 18,9, при размахе варьирования от 16,7 до 22%. Основным стандартом Краснодарский 399 МВ ВЛ по уборочной влажности имел показания 14,5%, а дополнительный, Краснодарский 291 МВ в этом же опыте имел 15,7% уборочную влажность зерна.

Линия Ко 43 своим присутствием в гибридах всегда показывала уборочную влажность зерна более низкую, чем стандарты этой же группы спелости, что позволяет нам считать эту линию, как родительскую форму с быстрой потерей влаги. Это отслеживается на большом количестве гибридов и в течение нескольких лет. Наравне с хорошей комбинационной

способностью по признаку «урожайности зерна», свойство быстрой потери влаги зерном является важным показателем.

Кроме этого, по данным таблицы 1 с учётом обозначений, видно, что ряд простых гибридов с участием Ко 43 С имеют в первом поколении восстановленную по фертильности метёлку, что позволяет отцовскую форму считать линиями восстановителями, а сам такой гибрид, приобретает законченную формулу и возможность использования как коммерческий гибрид.

А теперь посмотрим показатели качества, как у новых экспериментальных линий кукурузы, так и их тестеров, и гибридов с их участием. Эта информация по содержанию масла в зерне лучших по комбинационной способности линий представлена в таблице 2.

Таблица 2 – СОДЕРЖАНИЕ МАСЛА В ЗЕРНЕ ЛУЧШИХ ПО КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ЛИНИЙ И ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ, % (2016 ГОД)

| Линии                                     | Содержание масла, % |      | Среднее по двум годам, % |
|---|---------------------|------|--------------------------|
|   | 2014                | 2015 |                          |
| F <sub>2</sub> ВМО <sub>2</sub> – 173/III | -                   | 8,7  | 8,7                      |
| F <sub>2</sub> ВМО <sub>2</sub> – 126/III | 8,5                 | 8,3  | 8,4                      |
| F <sub>2</sub> ВМО <sub>2</sub> – 64/III  | 8,3                 | 8,5  | 8,4                      |
| F <sub>2</sub> ВМО <sub>2</sub> – 127/III | 8,2                 | 8,0  | 8,1                      |
| F <sub>2</sub> ВМО <sub>2</sub> – 187/III | -                   | 8,2  | 8,2                      |
| F <sub>2</sub> ВМО <sub>2</sub> – 145/III | 7,9                 | 8,3  | 8,1                      |
| F <sub>2</sub> ВМО <sub>2</sub> – 43/III  | 7,7                 | 8,3  | 8,0                      |
| F <sub>2</sub> ВМО <sub>2</sub> – 146/III | 8,7                 | 8,1  | 8,4                      |
| F <sub>2</sub> ВМО <sub>2</sub> – 107/III | 8,9                 | 9,5  | 9,2                      |
| F <sub>2</sub> ВМО <sub>2</sub> – 18/III  | 6,9                 | 6,5  | 6,7                      |

Вовлеченные в 2015 году в тесткроссные скрещивания линии варьировали по содержанию масла в зерне от 5,5% до 12%. Лучшие по

комбинационной способности линии, представленные в таблице 2 варьируют по содержанию масла в зерне от 6,5 до 9,5 % (данные 2015 года). Содержание лизина в этих линиях определялось выборочно, но показатели по содержанию лизина выглядят ровно и колеблются от 4 до 4,5 %.

Таблица 3 – СОДЕРЖАНИЕ МАСЛА В ЗЕРНЕ ЛИНИЙ И ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ, % (2016 ГОД)

| Линии                                     | Содержание масла в гибриде, % |                  | Среднее содержание масла по двум генотипам, % |
|---|-------------------------------|------------------|---|
|   | Ко 43 С<br>5,5                | ovi 487 С<br>5,7 |   |
| F <sub>2</sub> ВМО <sub>2</sub> – 173/III | 6,0                           | 6,1              | 6,05  |
| F <sub>2</sub> ВМО <sub>2</sub> – 126/III | 6,3                           | 6,4              | 6,35  |
| F <sub>2</sub> ВМО <sub>2</sub> – 64/III  | 5,6                           | 6,8              | 6,20  |
| F <sub>2</sub> ВМО <sub>2</sub> – 127/III | 5,7                           | 5,9              | 5,80  |
| F <sub>2</sub> ВМО <sub>2</sub> – 187/III | 5,8                           | 6,0              | 5,90  |
| F <sub>2</sub> ВМО <sub>2</sub> – 145/III | 5,9                           | 5,7              | 5,80  |
| F <sub>2</sub> ВМО <sub>2</sub> – 43/III  | 5,7                           | 6,1              | 5,90  |
| F <sub>2</sub> ВМО <sub>2</sub> – 146/III | 6,2                           | 6,3              | 6,25  |
| F <sub>2</sub> ВМО <sub>2</sub> – 107/III | 6,4                           | 6,1              | 6,25  |
| F <sub>2</sub> ВМО <sub>2</sub> – 18/III  | -                             | -                | -   |

Содержание масла в зерне стандарта – Краснодарский 399 МВ ВЛ – 6,3%

Краснодарского 194 МВ – 5,3%

Краснодарского 196 МВ – 7,8%

Высоколизиновые тестеры, линии Ко 43 С и ovi 487 С имели содержание масла в зерне 5,5 и 5,7% соответственно. Гибридный материал, полученный от тесткроссного скрещивания, и также представленный в таблице 3, имеет высокое содержание лизина и среднее содержание масла в

зерне от 5,6% до 6,8%. Лучшие по урожайности зерна гибриды кукурузы имеют содержание масла в зерне, сходное с содержанием масла в зерне высоколизинового стандарта, гибрида Краснодарского 399 МВ. По сравнению со стандартом, гибридом обычного типа, Краснодарским 194 МВ, новые экспериментальные гибриды лучше по содержанию масла, примерно на 1 %. Зато по отношению к высокомасличному гибриду обычного типа, Краснодарскому 196 МВ, новые гибриды уступают по содержанию масла в зерне примерно на 1,5%. Анализ комбинационной способности первого блока подобных линий, и анализ качественных признаков был сходен с данными представленными в этой статье. (4)

Анализируя полученные данные по урожайности зерна гибридов кукурузы, и несущим два признака качества зерна в одном генотипе, можно отметить что создание таких высококачественных гибридов вполне реально и решаемо. Только необходимо четко определять баланс урожайности и показатели качества, на которые указывают наши коллеги. (5)

### ***Выводы***

1. Первичная оценка комбинационной способности линий, несущих два признака качества в зерне, позволила выделить линии с хорошей ОКС, такие как  $F_2$  ВМО<sub>2</sub> – 173/111,  $F_2$  ВМО<sub>2</sub> – 126/111,  $F_2$  ВМО<sub>2</sub> – 64/111,  $F_2$  ВМО<sub>2</sub> – 127/111 и  $F_2$  ВМО<sub>2</sub> – 187/111. Кроме этого хорошие эффекты СКС показывает ещё и линии  $F_2$  ВМО<sub>2</sub> – 145/111,  $F_2$  ВМО<sub>2</sub> – 43/111,  $F_2$  ВМО<sub>2</sub> – 146/111 и ряд других, не вошедших в материалы статьи.

2. Выделены ряд гибридов с достоверной прибавкой к стандарту по урожаю зерна, и в то же время у них  $F_1$  поколение гибрида имеет восстановленную по цветению метёлку, а отцовские линии таких гибридов можно отнести к линиям, естественным восстановителям С типа цитоплазмы.



3. По содержанию лизина и линейный и гибридный материал выглядит достаточно ровно на фоне показателей 3,9-4,5%. (Анализ проведён выборочно.)

По содержанию масла лучшие линии по комбинационной способности имеют 6,5-9,5%, гибриды – 5,6-6,8%. Гибридный материал по содержанию масла в генотипах с двумя показателями качества, лучше, чем стандарты обычного типа, сходны по содержанию масла с высоколизиновым стандартом, и уступают высокомасличному стандарту, несущему доминантную аллель по эндосперму зерна.

## ЛИТЕРАТУРА

1. «Гибридная кукуруза» составитель и редактор И.Е. Емельянов. Издательство «Колос», М.: 1964 г. стр. 206 – 207.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. - М., Агропромиздат, 1985 – 351 с.
3. Growley J.C. “Efficient evaluation of corn inbred lines for combining ability in oil content” M.S. Thesis, U. of Ill, 1958.
4. Радочинская Л.В. Перспективы создания гибридов кукурузы, несущих два признака качества зерна в одном генотипе» Л.В. Радочинская // Сб. «Селекция гибридов кукурузы для современного семеноводства» Белгород: 2016, стр. 350 – 358.
5. Бокань В.И. Создание исходного материала для селекции на высокую масличность» / В.И. Бокань // Кукуруза. – 1973. - № 10. – С. 26 – 27.

## References

1. «Gibridnaya kukuruza» sostavitel i redaktor I.E. Emelianov. Izdatelstvo «Kolos». M.: 1964 g. str. 206 – 207.
2. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta / B.A. Dospekhov. - M.. Agropromizdat. 1985 351 s.
3. Growley J.C. “Efficient evaluation of corn inbred lines for combining ability in oil content” M.S. Thesis. U. of Ill. 1958.
4. Radochinskaya L.V. Perspektivy sozdaniya gibridov kukuruzy. nesushchikh dva priznaka kachestva zerna v odnom genotipe» L.V. Radochinskaya // Sb. «Selektsiya gibridov kukuruzy dlya sovremennogo semenovodstva» Belgorod: 2016. str. 350 – 358.
5. Bokan V.I. Sozdaniye iskhodnogo materiala dlya selektsii na vysokuyu maslichnost» / V.I. Bokan // Kukuruza. – 1973. - № 10. – S. 26 – 27.