

Л.П.Шиманский, зав. отделом

Полесский филиал Белорусского НИИ земледелия и кормов

УДК 633.15

Трехлинейные гибриды кукурузы с модифицированной отцовской формой

Использование в качестве отцовских форм родственных (сестринских) линий при создании трехлинейных модифицированных гибридов позволяет реализовать высокий потенциал продуктивности и обеспечить более надежное и рентабельное их семеноводство.

Создание высокоурожайных раннеспелых гибридов является главной задачей селекции для регионов с недостаточной теплообеспеченностью. Широкое внедрение новых раннеспелых гибридов кукурузы сдерживается трудностями семеноводства. Простые скороспелые гибриды в странах СНГ не занимают больших площадей из-за высокой себестоимости семян. Серьезным препятствием при внедрении в производство простых межлинейных гибридов является низкая урожайность их родительских форм – самоопыленных линий, которая еще больше снижается с уменьшением длины вегетационного периода. В этой связи трехлинейные гибриды кукурузы (А х В) х С, у которых отцовская форма (линия) представляет 50% генотипа, имеют большой практический интерес. Они, как правило, обладают лучшей выравненностью и продуктивностью в сравнении с двойными и сложными. Как считают И. Гарбур, Т. Чалык (1974), подбором третьей линии можно не только сохранить достигнутый у простых гибридов гетерозис, но при удачной комбинации еще и повысить его. Созданию гибридов такого типа в последнее время уделяется большое внимание, особенно при селекции кукурузы на раннеспелость (М. Ройц, 1979.

Using the related (sisterly) lines as paternal forms when creating three-line modified hybrids allows for realizing the high potential of the productivity and ensuring their more reliable and profitable seed growing.

Н. Томов, С. Митев, 1980, А.Н. Ивахненко, Д.Г. Зубко, 1986). Многие считают этот тип скрещивания более перспективным в неблагоприятных зонах выращивания кукурузы (И. Крамер, 1991, С.И. Мустяца, Л.П. Нужная, В.Н. Пожого, 1986, С.И. Мустяца, 1995 и др.). В данной группе спелости существенных преимуществ простых гибридов над трехлинейными не выявлено (С.А. Мусийко, В.С. Мельник, 1972, В.В. Миленин, 1984, А.П. Ивахненко, Д.Г. Зубко, 1986, Б.П. Гурьев, И.А. Гурьева, 1988). Для зон с коротким вегетационным периодом преобладающими типами раннеспелой кукурузы, по мнению Н.П. Замория (1987), И.П. Чучмья, В.В. Моргуна (1990), должны быть трехлинейные (обычные и модифицированные) и двойные межлинейные гибриды. В.С. Мельник (1987) считает, что в селекции на раннеспелость гибриды с несколько усложненной формулой, но с максимально возможным сохранением доли генотипа базовой простой или тройной комбинации скрещивания сохраняют перспективу на ближайший период.

Как отмечают А.Н. Ивахненко, Д.Г. Зубко (1986), трехлинейные гибриды могут быть использованы в производстве только в том случае, если их семеноводство будет рентабельным. Использование в трехлинейных гибридах

в качестве материнского родительского компонента высокопродуктивного простого гибрида обеспечивает при соблюдении прочих условий (хорошая пыльцеобразовательная способность отцовской формы линии, совпадение по времени цветения мужских и женских соцветий) достаточно эффективное семеноводство (В.С. Мельник, Н.П. Загорий, 1982). Однако в процессе размножения трехлинейных гибридов (А х В) х С возникают проблемы с пыльцеобразованием отцовской формы – линии, которая в сильной степени подвержена влиянию погодных факторов. Часто в период развития репродуктивных органов наступает воздушная засуха, влияющая на сроки и продолжительность цветения, поэтому пыльцевая продуктивность приобретает важное значение. Недостаток пыльцы приводит к снижению завязываемости семян на материнской форме (Б.В. Дзюбецкий, В.И. Костюченко, Е.С. Редько, 1985, С.И. Мустяца, П.А. Борозан, 1997).

Существует несколько способов увеличения количества пыльцы и продолжительности цветения линий-опылителей. Агротехнические: повышение площади и густоты стояния; повторный посев отцовского компонента. Селекционно-генетические: привлечение различных мутаций кукурузы (В.Е. Мику, 1981); целенаправленный отбор в процессе создания линий (Домашнев и др., 1992). Наиболее простым селекционным способом является использование в качестве отцовской формы родственных (сестринских) скрещиваний – С х С1. По данным Югенхеймера Р.У., модифицированные трехлинейные гибриды (АхВ) х (СхС1) обычно сходны с трехлинейными, но отцовская форма дает больше пыльцы в течение более продолжительного периода. Для улучшения используют различный материал: 1) сестринские линии, выведенные из того же исходного материала, что и базисные, или полученные улучшением последних по отдельным хозяйственно-ценным признакам; 2) мутантные подлинки, полученные путем искусственного мутагенеза из исходных форм; 3) линии из мировой коллекции, близкие по происхождению к исходным.

Скрещивание близкородственных линий позволяет получать довольно однородное потомство с некоторым гетерозисом по многим показателям (продуктивности, габитусу растений, пыльцеобразовательной способности и т.д.) (Мырза В.П., 1979, Б.П. Гурьев и др., 1983). При этом комбинационная способность таких сестринских гибридов не снижается, а иногда даже повышается (Н.М. Падалка, 1976).

Цель настоящей работы – сравнение исходных трехлинейных и их версий с модифицированной отцовской формой гибридов по основным хозяйственно-ценным признакам.

Материал и методика

подавляющее большинство лучших раннеспелых гибридов различной селекции, возделываемых в регионах с недостаточной теплообеспеченностью, представляет сочетание кремнистой плазмы сорта Лакон (F7, F2) с зубовидной плазмой американского (Айодент, W 153R, W 401,

Со 125, Со 109 и др.) происхождения (С.И. Мустяца, 1994). В своей массе линии с плазмой F2 являются универсальными закрепителями М (S), С и Т типов стерильности и главным образом выступают компонентом материнской формы. С.И. Мустяца (1995) отмечает, что включением в материнскую форму линий типа F2 удалось значительно повысить холодостойкость на стадии всходов гибридов молдавской селекции при испытании в Беларуси.

За последнее десятилетие селекционерами созданы зубовидные линии, не менее холодостойкие, чем кремнистые, и на их основе высокопродуктивные простые гибриды. Они быстрее отдают влагу при созревании, что ускоряет начало уборки и резко повышает эффективность семеноводства. Кремнистые линии, выступая в качестве отцовских форм, должны обладать комплексом хозяйственно-полезных признаков: устойчивостью к неблагоприятным погодным факторам (засухе, холоду и т.д.), нормальным пыльцеобразованием, восстановительной способностью при использовании в семеноводстве системы ЦМС. В наших исследованиях, проведенных в 1996-1999 гг., была изучена возможность использования в качестве отцовской формы самоопыленных близкородственных линий F2 и 567/92 и гибрида между ними. Отцовские формы оценивали по урожайности зерна и его влажности при уборке, по наступлению цветения початков и метелок, по основным показателям пыльцевой продуктивности: длине метелки, числу боковых веточек и колосков, продолжительности цветения мужских соцветий, биометрическим параметрам растений и початков. Тестскрещивания, полученные в топкроссной схеме между 8-ю простыми зубовидными гибридами и изучаемыми отцовскими формами, испытывали в двух экологических зонах Республики Беларусь: на зерно – э/б “Липово” Калинковичского района Гомельской области, на силос – э/б “Жодионо” Смоленского района Минской области. Площадь делянки – 4,4 м², повторность – 3-кратная. Экспериментальные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа (Доспехов, 1982), комбинационную способность определяли по методике В.Г. Вольфа и П.П. Литуна (1980) с применением соответствующих компьютерных программ.

Результаты исследований

Родственные линии F2 и 567/92, используемые в качестве отцовских форм трехлинейных гибридов, различаются по многим признакам. 567/92 характеризуется более длинным периодом всходы – цветение початков, имеет более высокие растения с мощной метелкой, несколько уступает по урожайности зерна при его большей уборочной влажности (табл. 1). Сестринский гибрид между этими линиями показывает гетерозис: по урожайности зерна – 127,7% к средней по линиям, по высоте – 20%; снижение уборочной влажности зерна на 9,0%; сокращение периода до цветения початков на 5 дней. Наблюдается гетерозис и по признакам, косвенно характеризующим пыльцеобразовательную способность: длине метелки – 20%, числу колосков на метелке – 32,9%. Цветение метелок по сравнению с линиями у родственного гибрида бо-

Таблица 1. Результаты изучения отцовских форм (1996 – 1999 гг.)

Показатели	567/92	F2	567/92 x F2
Урожай зерна, ц/га	21,6	25,4	53,5
Влажность зерна, %	42,5	40,7	32,6
Период всходы – цветение метелок, дни	72,5	70,5	66,5
цветение початков, дни	70,5	68,5	65,0
Высота растений, см	160,0	150,0	186,0
Длина метелки, см	24,7	24,3	29,4
Число веточек на метелке, шт.	12,1	8,8	12,0
Число колосков на метелке, шт.	352	292	428
Продолжительность цветения метелок у 70% растений, дни	4,0	4,0	5,5

лее продолжительное (на 1,5 дня).

Наблюдается разница и по полевой всхожести семян, что важно на участках гибридизации для обеспечения полноты всходов и плотности стеблестоя, которая составила у линий F2 – 62, 567/92 – 69, сестринского гибрида – 86%.

Кремнистые линии, выступая в качестве опылителей, в большей степени реагируют на засуху в критический период, и риск нарушения синхронности цветения родительских форм и полноты опыления повышается. Наибольшую озерненность початков и наиболее крупное зерно у любых форм гибридов и самоопыленных линий дает опыление молодых пестичных рылец – через 1-3 дня после появления пестичных нитей из оберток. Было изучено совпадение сроков цветения метелок у отцовских форм и цветения початков у 2-х наборов материнских простых гибридов разной скороспелости. У ранних материнских форм период всходы-цветение початков составил 63,5 – 65,5 дня, у более поздних – 67-68 дней. Сокращение периода всходы – цветение метелок у отцовской модифицированной формы позволяет осуществить опыление початков материнских ранних гибридов, а за счет увеличения продолжительности цветения основной массы метелок сестринского гибрида до 5,5 дней опыление и более поздних материнских форм в оптимальные сроки. Самоопыленные линии могут обеспечить своевременное опыление только поздних материнских форм. Кроме снижения озерненности и массы 1000 зерен, опоздание с опылением приводит к повышению уборочной влажности зерна и увеличению расхода средств на сушку и доработку семян. По нашим данным, накопление сухого вещества в початках после оплодотворения в среднем за сутки составляет в зависимости от погодных условий 0,7-1,2%.

Также к опылителям предъявляется основное требование – свойство восстановительной способности при использовании в семеноводстве системы ЦМС. В наших исследованиях версия линии F2 является восстановителем С

типа, а линия 567/92 – М типа стерильности. А использование в качестве отцовской формы сестринского гибрида 567/92 x F2 обеспечивает воспроизводство гибридов по схеме неполного восстановления этих типов ЦМС.

Гетерозис по продуктивности и пыльцеобразованию, восстановительная способность у модифицированной формы указывает только на эффективность семеноводства. Пригодность ее для получения высокоурожайных гибридов должна определяться в системе скрещиваний в сравнении с базовыми линиями. Для определения комбинационной способности родственных скрещиваний было изучено 48 гибридов, полученных в топкроссной схеме. Для сестринского скрещивания, как родительского компонента более сложных гибридов, большое значение имеет общая комбинационная способность (ОКС), обусловленная эффектом кумулятивного, аддитивного действия генов.

Изучение комбинационной способности отцовских форм показало наличие существенных различий по урожаю зерна и его уборочной влажности в южной зоне и сухого вещества в центральной части республики. Гибриды с модифицированной отцовской формой достоверно превысили исходные типы скрещиваний по продуктивности. Линии F2 и 567/92 имеют практически одинаковые эффекты ОКС по зерну и сбору сухого вещества. Гибриды с 567/92 имеют более высокую уборочную влажность зерна, низкое содержание сухих веществ в зеленой массе.

По выравненности растений и высоте прикрепления початка гибриды с модифицированной отцовской формой не отличаются от исходных трехлинейных типов (табл. 3).

В продолжение этого опыта в 2000 г. были изучены трехлинейные гибриды белорусско-молдавской селекции Бемо 210 СВ, Бемо 172 СВ, Бемо 181 СВ и Бемо 160 МВ с модифицированными отцовскими формами. В качестве линий – модификаторов использовались константные линии белорусской коллекции, близкие по происхождению

Таблица 2. Изучение комбинационной способности отцовских форм (1996- 1997 гг.)

Отцовская форма	Зерно (э/б «Липово»)				Силос (э/б «Жодино»)					
	ц/га	эфф. ОКС	влажность	эфф. ОКС	зеленая масса	эфф. ОКС	сух. в-во	эфф. ОКС	% с. в-ва	эфф. ОКС
F2	65,1	-2,0	32,2	-0,7	541,2	-20,1	132,0	-1,3	24,4	0,6
567/92	65,2	-1,9	33,4	0,5	569,2	7,9	132,2	-1,1	23,3	-0,5
567/92 x F2	71,0	3,9	33,0	0,2	573,6	12,2	135,8	2,4	23,7	-0,1
НСР ₀₅	2,2	2,2	1,2	1,2	7,3	6,3	3,0	2,6	0,1	0,1

Таблица 3. Биометрические показатели растений гибридов с различными отцовскими формами (1996–1997 гг.)

Отцовская форма	Высота растений		Высота прикрепления початка	
	см	V, %	см	V, %
F2	191,9 ± 14,4	7,5	63,7 ± 11,0	17,3
567/92	203,4 ± 13,7	6,7	62,4 ± 12,4	19,9
567/92 x F2	200,8 ± 15,1	7,5	68,7 ± 11,9	17,3
HCP ₀₅	14,2		7,1	

к отцовским формам гибридов и обладающие высокой комбинационной способностью. По всем трехлинейным гибридам получены модификации, по продуктивности не уступающие исходным формам (табл. 4). Презышение по урожаю зерна у модифицированных гибридов составило: 16-19% – по Бемо 210 СВ, 7% – по Бемо 172 СВ, 40% – по Бемо 160 МВ. По этим гибридам и по сбору сухого вещества получены высокие прибавки. Модификация Бемо 181 СВ по всем показателям находится на уровне исходной формы, но отличается более выгодным семе-

новодством. Хочется отметить модификацию гибрида Бемо 160 МВ с линией БЛ64/1, которая позволила значительно повысить продуктивность гибрида с сохранением его раннеспелости.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Сестринские гибриды обладают гетерозисом по основным хозяйственно-ценным признакам. Использование их в качестве отцовской формы позволяет изменить схему чередования рядков материнских и отцовских форм на участке гибридизации с 8:4 на 12:4 (как у двойных), что значительно повышает рентабельность семеноводческих участков.

2. Подбор линий-опылителей с практически равной комбинационной способностью предоставляет возможность получения сестринских скрещиваний, обладающих комбинационной ценностью не ниже базовых линий. Создание гибридов с модифицированной отцовской формой сохраняет потенциал продуктивности и все морфо-биологические признаки исходных типов гибридов.

Таблица 4. Результаты изучения модифицированных трехлинейных гибридов (2000 г.)

Гибридная комбинация и ее модификации	Э/б «Липово»		Э/б «Жодино»		
	Урожайность зерна, ц/га	% сухого вещества в початках	Урожайность, ц/га		% сухого вещества в растениях
			зелен. массы	сухого вещества	
(МКР43хМКР27)хМКР38 (Бемо 210 СВ)	78,7	53,6	558	137	24,6
(МКР43хМКР270)х(МКР38хБЛ70)	91,7	54,2	640	160	25,0
(МКР43хМКР27)х(БЛ78хМКР38)	93,4	57,7	632	157	24,8
(МКР21хМКР36)хМКР41 (Бемо 172 СВ)	79,5	56,8	452	123	27,1
(МКР21хМКР36)х(БЛ42хМКР41)	85,4	54,8	572	160	28,0
(МКР33хF2)хМКР1866 (Бемо 181 СВ)	78,9	51,6	572	155	27,1
(МКР33хF2)х(МКР1866хБЛ52)	79,0	53,6	658	155	23,6
(МКР35хМКР41)хМКР16 (Бемо 160 МВ)	64,5	61,3	423	118	28,0
(МКР35хМКР41)х(МКР16хБЛ64)	90,1	58,2	590	169	28,7