

Л.П.Шиманский, научный сотрудник

В.Н.Шлапунов, академик ААН РБ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Н.Ф.Надточаев, кандидат сельскохозяйственных наук

Белорусский НИИ земледелия и кормов

УДК 633.15(476)

Создание самоопыленных линий кукурузы в Беларуси

В результате семилетней селекционной работы в Белорусском НИИ земледелия и кормов создан ряд линий кукурузы с хозяйственно-ценными признаками. Изучение линий и их тест-кроссов в широкой экологической сети позволило выделить генотипы с высоким адаптивным потенциалом. Созданные с их участием экспериментальные гибриды по зерновой и силосной продуктивности не уступают стандартным гибридам.

Стратегия селекционной работы на раннеспелость строится с учетом экологических особенностей зоны возделывания кукурузы. В зависимости от этого изменяются требования к гибридам и соответственно направления селекционной работы (Гурьев Б.П., Гурьева И.А., 1986).

Лимитирующий фактор произрастания кукурузы в Беларуси, особенно в северной части, — тепловой режим. Сумма тепла за вегетационный период не обеспечивает вызревания позднеспелых гибридов. Поэтому остро стоит вопрос получения скороспелых гибридов, которые должны иметь стабильный биологический потенциал продуктивности, отличаться высокой активностью фотосинтеза и широкой адаптацией к различным почвенно-климатическим условиям, устойчивостью к полеганию, болезням и вредителям, холодостойкостью, иметь надежное, технологическое и экономически выгодное семеноводство. Селекция таких гибридов возможна на основе раннеспелых линий. Проблема получения инбредных линий с ценными

The seven years of breeding research at Belarus Research Institute for Arable Farming and Fodders have resulted in the creation of a number of corn lines having important economic properties. Studying the lines and their test-crosses in a wide ecological network allowed to select genotypes with high adaptive potential. The experimental hybrids of grain and silage created on their basis have the productivity not less than standards.

признаками, которые обуславливают высокую комбинационную способность, в основном сводится к наличию исходного материала, сконцентрировавшего в себе эти признаки. Привлечение в качестве исходного материала раннеспелых и среднеспелых линий с комплексом хозяйственно-полезных свойств и последующая оценка биологического материала в широкой экологической сети способствуют выделению ценных ранних генотипов с высоким адаптивным потенциалом к стрессовым абиотическим факторам.

Цель настоящей работы — обобщение результатов по созданию инбредных линий кукурузы и изучению их в различных экологических зонах с контрастными почвенно-климатическими условиями.

Материал и методика

Исходным материалом послужили самоопыленные потомства S_2 , полученные путем инбридинга 6 простых гибридов, синтезированных на базе кремнистых линий

МКР2, МКР4, МКР14, МКР16, МКР17, F2, Ma21 и CM7. Линии с шифром МКР выведены из гибридов с участием линии F2, представляющей отдельную гетерозисную группу, которая была создана из свободноопыляющегося сорта Lacaune (Henderson С.В., 1984). Линия Ma21 — французского происхождения с закрытой родостовной, а CM7 была создана в Канале из гибрида W85×CMV3 (Henderson С.В., 1984). Выбор данных линий как компонентов исходного материала обусловлен наличием у них таких важных свойств, как: скороспелость (МКР2, МКР14, МКР16, МКР17), устойчивость к низким температурам (МКР16, МКР17, Ma21), толерантность к почвенной и воздушной засухе (МКР16, МКР17), устойчивость к стеблевому полеганию (МКР4, МКР16, F2), высокая комбинационная способность (МКР16, МКР17, Ma21), быстрое высыхание зерна (CM7, МКР2, МКР16). Местности проведения исследований — Липово и Жодино в Беларуси и Пашкань в Молдове — характеризуются весьма контрастными почвенно-климатическими условиями. Методика создания линий — инбридинг и визуальный отбор лучших генотипов внутри среди индивидуальных потомств, высеванных по типу «початок — ряд». Определение комбинационной способности проводилось на основе тестскрещиваний. Холодостойкость оценивалась в лабораторных условиях в НИИ кукурузы и сорго (Молдова) по методике М. Дебберта (1988), усовершенствованной А.И. Ротарем (1993) с определением индекса толерантности К1, выражающего отношение величины сухой массы всходов в условиях низких температур к сухой массе всходов, выращенных при оптимальной температуре.

Результаты и обсуждение

В 1993 г. в рамках научного сотрудничества из Молдавского НИИ кукурузы и сорго были получены и высеяны в Липово 600 семей S₂ поколения инбридинга из 6 гибридных комбинаций. Для предварительной оценки комбинационной способности фенотипически лучшие из них были скрещены с тестером, в качестве которого выступал простой гибрид МКР35×МКР41, являющийся материнской формой раннеспелого трехлинейного гибрида Бемо 160МВ. Испытание тестскрещиваний в 1994 г. показало, что большинство из них имело более длинный период от всходов до цветения початков, чем стандарт. Более поздним цветением и повышенной влажностью зерна характеризовались

потомства из гибридных комбинаций МКР17×Ma21, МКР16×CM7 и МКР17×F2 (табл. 1). Длительная засуха при высокой дневной температуре воздуха (более 30 °С) в критический период привела к бесплодию и снижению урожайности, особенно у ранних и незасухоустойчивых форм. В среднем по зерновой продуктивности только потомства из МКР16×CM7 были на уровне Бемо 160МВ, потомства из остальных родоначальников существенно превысили стандарт. Наиболее продуктивными были потомства из МКР16×МКР4 и МКР17×Ma21 (60,8 и 60,4 ц/га зерна соответственно). Потомства из МКР16×МКР2, МКР16×МКР4 и F2×МКР14 имели сравнительно низкую влажность зерна.

Для дальнейшей селекционной работы были отобраны семьи, существенно превышающие стандарт по продуктивности и обладающие желаемыми хозяйственно-полезными признаками. Следует подчеркнуть, что неблагоприятные погодные условия в 1994 г. привели к тому, что многие ранозелующие линии были выбракованы по причине низкой продуктивности, хотя обладали хорошей комбинационной способностью.

После ряда последовательных самоопылений и визуальных отборов были выделены 210 константных семей, в том числе 21 из МКР16×МКР2, 43 из МКР16×МКР4, 6 из МКР16×CM7, 27 из МКР17×F2, 52 из F2×МКР14 и 61 из МКР17×Ma21. В 1996 г. этот материал был высеян в Молдове и скрещен с простым гибридом зубовидного типа МКР36×МКР28, имеющим родство с материнской формой Бемо 160МВ, так как обе линии созданы с участием ее компонентов. Линии с общим происхождением в S₃-S₄ и близкие по фенотипу объединялись. В общей сложности получено 116 тестскрещиваний, которые в следующем году изучались в Липово и Пашкань. Участок под испытанием гибридов в Пашкань характеризовался большей однородностью почвы и коэффициент вариации урожая зерна в опыте составил 7,2%, в то время как в Липово — 10,6%. Поэтому наименьшая разность (НСР₀₅) имела среднее значение 5,5 ц/га в Пашкань и 7,4 ц/га в Липово. Анализ данных, приведенных в таблице 2, показывает, что в Пашкань тестскрещивания с линиями из МКР16×CM7 позже цвели (51,3 дня) и имели при уборке повышенную влажность зерна (21,0%). В условиях Беларуси высокие значения этих двух показателей отмечены

Таблица 1. Урожайность тестскрещиваний потомств S₂ (Липово, 1994 г.)

Родоначальники	Изучено семей	Дней до цветения початков	Влажность зерна, %	Урожайность зерна, ц/га		
				средняя	±к стандарту	±к средней по опыту
МКР16×МКР2	63	69,9	32,0	55,7	+7,1	-2,1
МКР16×МКР4	46	70,6	32,9	60,8	+12,2	+3,0
МКР16×CM7	19	72,6	33,2	53,9	+5,3	-3,9
F2×МКР14	89	70,5	32,7	56,9	+8,3	-0,9
МКР17×F2	23	72,2	33,4	58,9	+10,3	+1,1
МКР17×Ma21	70	72,6	33,2	60,4	+11,8	+2,6
Бемо 160МВ-ст.		68,0	28,8	48,6		
НСР ₀₅				6,1		

Таблица 2. Урожайность тестскрещиваний потомств S_2 (1997 г.)

Родоначалники	Изучено семей	Место испытания	Дней до цветения початков	Влажность зерна, %	Урожайность зерна, ц/га	
					средняя	+ к средней по опыту
МКР16×МКР2	11	Пашкань	50,1	18,9	70,6	-0,9
		Липово	60,7	36,7	68,1	+1,8
МКР16×МКР4	23	Пашкань	50,6	19,0	71,7	+0,2
		Липово	60,7	38,0	62,6	-3,7
МКР16×СМ7	4	Пашкань	51,3	21,0	69,2	-2,3
		Липово	62,3	38,2	70,7	+4,4
F2×МКР14	36	Пашкань	50,5	19,3	69,3	-2,2
		Липово	60,3	38,3	61,7	-4,6
МКР17×F2	12	Пашкань	50,1	19,4	68,3	-3,2
		Липово	61,1	38,0	62,0	-4,3
МКР17×Ма21	30	Пашкань	50,8	19,5	75,7	+4,2
		Липово	63,7	39,4	74,6	+8,3
Среднее по опыту		Пашкань	50,7	19,3	71,5	0
		Липово	61,5	38,3	66,3	0

у линий, выведенных из комбинации МКР17×Ма21, хотя в Пашкань они близки к средней по опыту. Тестскрещивания с линиями, имеющими в родословной МКР16, МКР2 и СМ7, оказались урожайнее только в Липово. Линии, полученные из гибридных комбинаций с участием линии F2, характеризовались низкой зерновой продуктивностью в обеих точках испытания.

Высокую урожайность, а следовательно, и комбинационную способность имели линии из МКР17×Ма21, особенно в Беларуси. По многим селекционным образцам наблюдается экологическая реакция, т.е. линии, выделенные в одной из точек испытания, не подтвердили своего превосходства в другой зоне. Линии из МКР16×МКР4 наиболее полно реализовали свой потенциал в условиях Молдовы. При сравнении результатов предварительной оценки комбинационной способности потомств S_2 и S_3 констатируется совпадение данных у лучшего родоначалника. На основе результатов испытания тестскрещиваний в двух экзонах и с уче-

том визуальных оценок самих линий для более детального изучения в экспериментальных гибридах отобрано 7 перспективных линий — Б 35/96 из МКР16×МКР2, Б 52/96, Б 57/96, Б 58/96, Б 59/96, Б 60/96 из МКР17×Ма21 и Б 106/96 из МКР16×МКР4. Также интерес представляют линии Б 39/96, Б 41/96, Б 77/96, Б 91/96 (МКР17×Ма21), Б 103/96 (МКР16×СМ7), Б 167/96 (МКР17×F2), Б 219/96 (МКР14×F2), выделенные в Липово, и Б 225/96 (МКР14×F2), выделенная в Пашкань.

Линия Б 35/96 отличается высокой урожайностью тесткроссов — 81,7 ц/га (табл. 3), однако дает 10,8% растений с корневым полеганием. Линия Б 106/96 имеет и передает гибридным комбинациям повышенную устойчивость к корневному и стеблевому полеганию. Линии Б 58/96, Б 59/96 и Б 60/96 унаследовали от Ма21 медленную отдачу влаги из зерна после физиологической спелости. Линия Б 57/96 в тестскрещиваниях показала урожайность зерна порядка 85 ц/га при низкой уборочной влажности его и может конкурировать со стандартом Бемо 210СВ.

Таблица 3. Сравнительная характеристика лучших линий в тестскрещиваниях (Пашкань, 1997)

Шифр линии	Стартовый рост, балл	Дней до цветения початков	Вегетационный период, дней	Урожайность зерна, ц/га	Влажность зерна, %	Полегание растений, %	
						корневое	стеблевое
Б 35/96	6,5	51,1	104	81,7	17,8	10,8	0
Б 106/96	8,0	51,3	105	78,2	18,8	0	0
Б 52/96	7,5	51,4	106	79,2	19,9	1,7	0,8
Б 57/96	7,5	52,1	104	84,7	18,2	0,8	0,8
Б 58/96	7,5	52,6	107	81,6	22,9	15,0	1,7
Б 59/96	7,0	51,2	108	80,6	20,3	5,8	1,7
Б 60/96	7,5	51,4	108	84,6	20,8	3,3	0,8
Бемо 160МВ	7,0	50,4	103	71,2	17,2	3,3	1,7
Бемо 210СВ	6,5	54,8	109	81,9	18,6	7,8	2,5
НСР ₀₅	0,7	1,8	2,4	5,2	1,6	-	-

Таблица 4. Результаты изучения селекционного материала в двух экологических зонах (1996–1997 гг.)

Родоначалники	Дней от всходов до			Высота растений, см		Полегание растений, % — Пашкань	
	цветения початков	Пашкань	созревания	Липово	Пашкань	линий	тестскрещиваний
МКР16×МКР2	62,2	52,0	98,4	128,6	130,2	14,4	12,2
МКР16×МКР4	63,8	52,2	100,8	126,3	124,0	9,1	6,5
МКР16×СМ7	65,4	53,6	102,2	121,5	116,6	5,2	4,3
F2×МКР14	63,6	52,6	102,3	130,6	132,2	8,1	11,3
МКР17×F2	64,8	52,0	99,4	129,1	122,3	13,3	7,0
МКР17×Ма21	65,6	53,0	101,6	140,3	133,2	12,2	5,3

Изучение самих линий в течение двух полевых сезонов в Пашкань (1996–1997 гг.) показало, что образцы, выведенные в условиях южной зоны Беларуси, обладают хорошим приспособительным потенциалом к условиям Молдовы. Все они хорошо перенесли засуху 1996 г., а в лабораторных опытах не различаются существенно по индексу толерантности к низким температурам на стадии всходов. Линии из МКР16×МКР2 характеризуются по однолетним данным как среднеустойчивые — К10,65–0,69, а из МКР16×МКР4 как высокоустойчивые — Б 106/96 — 0,81. Более широкий интервал изменчивости индекса толерантности отмечен у линий из МКР17×Ма21 — от 0,61 у Б 59/96 до 0,81 у Б 58/96 при значеньях 0,63 у стандарта F2 и 0,77 у МКР16.

По результатам изучения селекционных образцов в Беларуси и Молдове семьи из МКР16×МКР2 оказались более скороспелыми, отличались интенсивным наливом и быстрым высыханием зерна (табл. 4). Семьи из МКР16×СМ7 и МКР17×Ма21 имеют более продолжительный период от всходов до цветения початков в двух точках

испытания. Позднее наступление физиологической спелости зерна (созревание) в Пашкань отмечено у потомств из МКР16×СМ7 и F2×МКР14. Селекционный материал из МКР17×Ма21 и МКР16×СМ7 обладает медленной отдачей влаги из зерна после физиологической спелости и передает этот признак гибридам. Сравнительно высокорослые растения имели линии, полученные с участием МКР17, Ма21 и F2. Линии, имеющие в родословной МКР16, МКР2, СМ7, отличались низкой высотой растений и высотой прикрепления початка.

Перестой растений на корню после физиологической спелости в Молдове позволил выделить формы, устойчивые к корневому и стеблевому полеганию, что затруднительно сделать в Беларуси. Менее устойчивыми к полеганию оказались линии из МКР16×МКР2, МКР17×F2 и МКР17×Ма21. Низкорослые образцы из МКР16×СМ7 имели только 5,2% полегших растений. Гибридные комбинации с линиями из МКР16×МКР2 и F2×МКР14 характеризовались как менее устойчивые к полеганию.

Таблица 5. Сравнительная характеристика лучших линий в тестскрещиваниях (Жодино, 1999)

Шифр линии	Урожай зеленой массы, ц/га			Урожай сухого вещества, ц/га			Содержание сухого вещества, %		Селекционный индекс в % к средней
	среднее	эфф. ОКС	максим.	среднее	эфф. ОКС	максим.	среднее	эфф. ОКС	
Б 16/96	379,5	-9,9	414	126,0	5,1	142	33,1	2,0	110,9
Б 39/96	396,2	6,8	447	119,8	-1,1	134	30,2	-0,9	96,3
Б 41/96	391,2	1,8	399	118,2	-2,7	122	30,3	-0,8	95,2
Б 52/96	339,8	-49,6	348	106,9	-14,0	114	31,5	0,4	89,6
Б 57/96	409,5	20,1	440	123,0	2,1	134	30,0	-1,1	98,1
Б 58/96	431,5	42,1	481	127,5	6,6	140	29,6	-1,5	100,3
Б 60/96	403,5	14,1	419	132,6	11,7	141	32,4	1,3	114,4
Б 68/96	409,2	19,8	453	119,8	-1,1	133	29,2	-1,9	93,1
Б 77/96	408,5	19,1	472	124,8	3,9	143	30,5	-0,6	101,3
Б 91/96	348,8	-40,6	390	113,2	-7,7	128	32,4	1,3	97,6
Б 103/96	424,8	35,4	494	127,0	6,1	148	29,8	-1,3	100,5
Б 167/96	407,5	18,1	453	119,8	-1,1	136	29,4	-1,7	93,6
Б 219/96	397,0	7,6	423	121,5	0,6	132	30,5	-0,6	98,6
Б 225/96	369,2	-20,2	407	115,8	-5,1	127	31,4	0,3	96,8
F2	379,2	-10,2	413	124,9	4,0	138	32,9	1,8	109,3
МКР 16	334,2	-55,2	357	114,4	-6,5	130	34,2	3,1	104,0
НСР ₀₅	42,8	23,2		13,9	5,4		2,8	1,1	

В 1999 г. в Жодино в топкроссной схеме в скрещиваниях с 4 тестерами были изучены лучшие линии белорусской селекции по силосной продуктивности в сравнении с двумя стандартными линиями: раннеспелой МКР16 и среднеспелой F2. Большинство изучаемых белорусских образцов показали урожайность зеленой массы выше средней по опыту и достоверно превосходили стандартные линии (табл. 5). Высокую общую комбинационную способность по этому показателю имели линии Б 58/96 и Б 103/96. По урожайности сухого вещества только 3 линии достоверно имели высокие значения ОКС: Б 58/96, Б 60/96 и Б 103/96. Повышенным содержанием сухого вещества характеризуются гибридные комбинации с линиями Б 16/96, Б 60/96, Б 91/96, F2 и МКР16. По селекционному индексу, рассчитанному как произведение урожая сухого вещества на содержание сухого вещества, деленное на 100, выделяются линии Б 16/96, Б 58/96, Б 60/96, Б 77/96 и Б 103/96. Данные линии в отдельных гибридных комбинациях показали максимальный сбор сухого вещества порядка 140-148 ц/га при 138 ц/га с линией F2 и 142 ц/га обеспечил стандарт Бемо 210СВ.

Заключение

Результативность селекции раннеспелых линий кукурузы во многом определяется наличием исходного ма-

териала, сконцентрировавшего в себе такие ценные признаки, как скороспелость, комбинационная способность: холодостойкость, устойчивость к болезням, полеганию, засухе и т.д. Вовлечение образцов с комплексом таких признаков в селекционный процесс позволило создать новые инбредные линии, адаптированные к почвенно-климатическим условиям Беларуси. Наибольший выход ценных рекомбинантов получен при скрещивании генетически отдаленных и контрастных по фенотипу, скороспелости, интенсивности накопления сухого вещества в початках при созревании линий МКР17 и Ма21. Сочетание в этих формах различных признаков позволило иметь высокую наследственную изменчивость при самоопылении и создало широкую возможность для отбора новых трансгрессивных образцов с различным выражением фенотипических, физиологических и биометрических признаков исходных линий. Из гибридной комбинации МКР17×Ма21 выделено 60% от общего числа линий, представляющих селекционную ценность. Комбинации между близкородственными скороспелыми линиями характеризовались низким выходом новых форм с высокой комбинационной способностью, устойчивостью к полеганию, болезням, хорошей семенной продуктивностью.