

УДК 635.34:631.52 (478)

ОСОБЕННОСТИ СЕЛЕКЦИИ F₁ ГИБРИДОВ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ ДЛЯ УСЛОВИЙ ПРИДНЕСТРОВЬЯ

Шпак Л.И.¹ – научный сотрудник

Монахос Г.Ф.² – канд. с.-х. наук, генеральный директор

¹ГУ «Приднестровский НИИ сельского хозяйства»

ПМР, г. Тирасполь

E-mail: pniish@yandex.ru

²ООО «Селекционная станция имени Н.Н.Тимофеева»

127550, Россия, г. Москва, ул. Пасечная, д.5

E-mail: breedst@mail.ru



На основе требований, предъявляемых к сортам и гибридам для выращивания на юге в условиях недостаточного увлажнения, высокой температуры и дефицита влажности воздуха, разработаны и предложены модели гибридов поздней капусты для хранения и гибридов для переработки и приготовления национального блюда – голубцов. В условиях Приднестровья в системе полных диаллельных скрещиваний изучена комбинационная способность семи самонесовместимых инбредных линий капусты белокочанной, созданных из южных жаростойких сортов Бирючекутская, Волна, Лада, Молдаванка и Харьковская зимняя. Из 42 изученных гибридных комбинаций 15 существенно превосходили по урожайности сорт Завадовская, традиционно используемый местным населением для квашения и изготовления голубцов. Высокой ОКС по урожайности выделились линии Бю1, Мл3 и Кл5. Полигены, контролирующие высокую урожайность, преимущественно доминантны и однонаправлены, однако корреляция между урожайностью и эффектом ОКС средняя ($r=0.63+0.35$). Отсутствует корреляция между ОКС линии и истинным гетерозисным эффектом этой линии в гибридных комбинациях ($r=0,19$). Оценка на инфекционном фоне показала полную устойчивость линий Бю1 и Кл5 к фузариозному увяданию. Оценка перспективных гибридных комбинаций на естественном провокационном фоне выявила высокую толерантность к поражению трипсом двух гибридных комбинаций Кл5хБю1 и Мл3хБю1. Выявлена слабая корреляция между числом пораженных листьев в кочане и содержанием сухого вещества ($r=0.41+0.21$), связь с содержанием сахара, аскорбиновой кислоты и нитратов отсутствует. Высокая толерантность гибридов с участием линии Бю1 говорит в пользу неполного доминирования в контроле признака. Гибридные комбинации Кл5хБю1 и Мл3хБю1 под названиями Батал и Шедевр включены в реестр Молдовы и ПМР.

Ключевые слова: капуста белокочанная, самонесовместимость, комбинационная способность, устойчивость, фузариозное увядание, табачный трипс.

Введение

Для планирования селекционной работы необходима разработка параметров селекционного достижения с учетом направления использования продукции. В связи с отсутствием F₁ гибридов отечественной селекции, пригодных для возделывания в неблагоприятных

для капусты климатических условиях Молдовы (в частности Приднестровья), мы разработали параметры признаков моделей создаваемых гибридов, в зависимости от направления использования. Учитывая популярность у населения капусты, пригодной для приготовления голубцов, нами также разра-

ботана модель F₁ гибрида поздней капусты для этого способа использования. Отличия этих двух моделей связаны в первую очередь с признаками, обуславливающими эти направления использования: первая группа – гибриды для длительного хранения и вторая – для переработки (табл. 1).

1. Параметры моделей создаваемых F₁ гибридов капусты белокочанной позднеспелой

Признаки	Гибриды для хранения	Гибриды для переработки
Продолжительность вегетационного периода, сутки	160-170	160-175
Выравненность	высокая	высокая
Диаметр розетки, см	50-55	55-65
Расположение листьев в розетке	полуприподнятая	полуприподнятая
Длина наружной кочерыги	15-20	15-20
Форма кочана	округлая	округло-плоская
Урожайность, т/га	70-80	80-85
Средняя масса кочана, кг	2-3	3 и более
Лежкость, %	более 80% после 4-х месяцев хранения	80% после 2-х месяцев хранения
Окраска внутренних листьев кочана	белая	белая
Толщина листа	2-3 мм	тонкий 1-2 мм
Пузырчатость листа	слабая	слабая
Величина жилок в кочанных листьях	тонкие	тонкие
Устойчивость к фузариозному увяданию	высокая	высокая
Устойчивость к трипсу	высокая, до 5 листьев	высокая, до 5 листьев
Устойчивость к сосудистому бактериозу	высокая	высокая
Устойчивость к альтернариозу	высокая	высокая
Содержание сухого вещества, %	8-10	6-8
Содержание сахаров, %	4-5	4-5
Содержание витамина С, мг/100 г	не менее 20	не менее 20
Содержание нитратов, мг/кг	не более 500	не более 500

Гибриды капусты для длительного хранения наряду с устойчивостью к основным заболеваниям, должны формировать не очень крупный кочан (до 3-х кг) с высокой плотностью, наличием 2-3-х кроющих зеленых листьев и содержанием сухого вещества около 10%. Для создания таких гибридов в качестве материнских компонентов используют линии из местных жаростойких сортов, а в качестве отцовских – доноры высокой лежкости, линии из сортов сортотипа Лангендейкская зимняя (Королева С.В., 2012; Монахос Г.Ф., Шпак Л.И., 2013). Вместе с тем, такие гибриды формируют кочаны с грубыми зелеными листьями с высоким содержанием клетчатки (около 1%) и мало пригодны для приготовления голубцов.

Специфичность требований к качеству кочанов для использования в приготовлении голубцов

заключается в формировании крупных кочанов с тонкими, легко отделяющимися друг от друга листьями без крупных грубых жилок.

С целью создания таких гибридов нами использованы самонесовместимые линии третьего-четвертого поколения инбридинга из южных сортов: Бирючукутская, Харьковская зимняя, Волна, Лада и Молдаванка.

Материал и методы

Гибридизацию в системе полных диаллельных скрещиваний провели в зимней теплице Селекционной станции имени Н.Н.Тимофеева в 2007 году. Испытание F₁ гибридов на опытном поле Тираспольского НИИСХ (Приднестровье) в 2008 году. Опыты заложены методом рендомизированных повторений по 20 растений в двух повторностях.

Анализ комбинационной способности родительских линий выполнен по Гриффингу (Griffing В., 1956). Для оценки эффектов взаимодействия генов при контроле урожайности использован метод дисперсионного анализа диаллельных таблиц по Хейману (Heuman В., 1954). Учет повреждения табачным трипсом проводили визуально перед уборкой на пяти растениях образца по количеству поврежденных листьев в кочане.

Результаты исследований и обсуждение

Дисперсионный анализ данных урожайности изучаемых F₁ гибридов показал на существенные различия между генотипами. У родительских линий урожайность была очень низкой и колебалась в пределах от 12,8 до 29,7 т/га. Превышение F₁ гибридов над

2. Урожайность F₁ гибридов и эффекты ОКС самонесовместимых линий капусты, т/га, Тирасполь 2008 г.

♀	♂	Лд 2-2112	Лд 2-2121	Мл 3	Кл 5	Ча 1	Бю 1	Ха 6
Лд 2-2112		17,1	43,3	61,6	64,4	62,2	117,3	75,9
Лд 2-2121		17,7	12,8	74,1	73,6	66,5	71,0	78,9
Мл 3		70,9	76,7	29,7	79,8	65,6	89,8	64,4
Кл 5		82,5	77,7	57,7	28,0	73,2	94,6	76,0
Ча 1		79,1	49,6	71,1	67,2	27,5	54,9	49,1
Бю 1		57,2	73,9	67,8	82,3	84,9	26,0	76,3
Ха 6		73,8	73,9	76,5	43,6	50,5	72,0	23,4
Эффекты ОКС		-2,9	-5,6	2,5	3,4	-3,7	8,1	-1,6
МЭ		-6,2	1,9	-5,5	-7,3	4,5	8,2	4,33
Средний гетерозисный эффект (F ₁ - p)		50,1	52,0	41,6	44,7	37,0	52,5	44,2

НСР(комбинаций) = 19,25

НСР(эффекты ОКС) = 4,35

НСР(МЭ) = 13,20

Среднее по линиям 23,5 т/га

Среднее по F₁ гибридам 69,5 т/га

Стандарты: Завадовская – 56,2 т/га, Волна – 77,4 т/га; Клавдия – 64,6 т/га.

линиями составило 196%. Такие большие различия можно объяснить сильной инбредной депрессией родительских линий и гетерозисным эффектом F₁ гибридов (табл. 2).

Урожайность у стандартных сортов местной селекции была в пределах от 56,2 т/га у сорта Завадовская до 77,4 т/га у сорта Волна.

Среди гибридных комбинаций 15 существенно превзошли сорт Завадовская, традиционно используемый местным населением для квашения и приготовления голубцов, и только одна (Лада 2-2112 x Бю 1) существенно превзошла сорт Волна. Самое большое число высокоурожайных комбинаций отмечено при скрещивании с линией Бю 1, причем, как в прямом, так и в обратном направлении скрещивания.

Дисперсионный анализ комбинационной способности показал на

существенные различия линий по общей (ОКС) и специфической (СКС) комбинационной способности и реципрокным эффектам.

Эффекты ОКС варьировали от -5,6 (у линии Лд 2-2121) до 8,06 т/га (у линии Бю 1). Максимальный эффект ОКС отмечен у линии Бю 1.

Высокой ОКС выделились также линии Мл 3 и Кл 5. Следует отметить, что у лучших с гибридов Мл 3 x Бю 1 и Кл 5 x Бю 1 высокая урожайность обусловлена за счет удачного сочетания высокой ОКС родительских линий с высокой СКС при скрещивании.

У самой высокоурожайной комбинации Лд 2-2112 x Бю 1 наблюдается очень высокий реципрокный эффект, поэтому в дальнейшем исследование ее не рекомендовалось.

Связь между урожайностью линий и эффектом ОКС была средней силы ($r = 0,63 + 0,35$), что не позволяет надежно прогнозировать

проявление гетерозисного эффекта по урожайности на основе показателей самой линии. Отсутствует корреляция ($r = 0,19$) между эффектом ОКС и гетерозисным эффектом, рассчитанным как разница между средней урожайностью F₁ гибридов и средней между родителями. Все это указывает на необходимость полевой оценки комплекса F₁ гибридов для выделения наиболее перспективных родительских линий.

Выявлена высокая отрицательная корреляция между суммой ковариаций родитель-потомок и вариансами потомков ($Wg + Vr$) и урожайностью линии, что говорит о доминантном характере контроля высокой урожайности. Однако связь между эффектом ОКС и числом доминантных генов – средней силы $r = -0,46 + 0,40$.

Анализ генетических факторов по Хейману показал, что линии существенно различались по адди-

**3. Дисперсионный анализ по генетическим факторам по признаку «урожайность»
(Хейман), 2008 год**

	Степени свободы	Дисперсия	Критерий Фишера	
			фактический	табличный
a	6	650,10	29,43	4,28
a1	6	79,14	2,84	4,28
b	21	1637,36	25,22 >	2,05
b1	1	25386,74	577,72 >	161,00
b2	6	156,68	4,60 >	4,28
b3	14	575,56	7,24 >	2,48
c	6	269,85	1,33	4,28
d	15	466,98	4,16	2,39
Общая	48	977,27	10,66	1,60

**4. Поражение листьев кочана трипсом и химический состав у гибридов F₁ капусты
(Тирасполь, 2009 год)**

Гибрид	Среднее число листьев в кочане, пораженных трипсом	Сухое вещество, %	Общий сахар, %	Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Нитраты, мг/кг
F ₁ Атрия, стандарт	4,8	9,4	4,6	2,95	231
F ₁ Валентина, стандарт	5,5	9,4	5,1	49,1	163
Молдаванка, стандарт	4,0	9,6	5,8	28,3	206
Фл 4 x Мл 3	5,4	9,9	5,2	30,5	461
Мл 3 x Фл 4	9,3	9,7	4,6	38,3	231
Мл 3 x Фл 4	5,6	9,3	4,4	42,4	82
Фл 4 x Мл 3	6,6	10,0	6,3	28,5	146
Кл 5x Фл 4	7,6	9,7	5,5	37,9	183
Кл 5x Са 1	4,5	9,8	4,6	46,1	461
Мл 3 x Бю 1	3,0	9,0	5,5	36,5	410
Кл 5x Бю 1	1,8	8,0	4,4	36,5	103
Кл 2-2 x Амс 3	6,8	10,3	7,2	31,5	461
Кл 2-2 x Фл 4 уф	9,2	9,8	4,9	28,5	410
Лд 2 x Амс 3	6,4	9,7	6,1	54,3	163
Лд 2 x Са 1	7,2	8,4	5,3	47,6	231
Лд 2x Фл 4	6,4	8,2	4,4	28,5	231
Фл 4 x Лд 2	8,2	9,0	5,1	48,4	163
Фл 4 x Лд 2	6,4	8,8	4,7	37,2	493

5. Результаты официального испытания гибридов на сортоучастках Республики Молдова (2013 год)

Гибрид	Вегетационный период, суток от высадки рассады	Товарная продукция, т/га	% к стандарту	% товарной продукции	Средний вес кочана, кг	Мелкие кочаны, %	Дегустационная оценка, балл
F₁ Медия, стандарт	119	63,7	100	89,0	2,5	6,8	4,6
F₁ Батал	122	73,5	115	87,9	2,8	6,1	4,8
F₁ Шедевр	123	75,3	118	95,0	2,9	3,1	4,7

тивным и доминантным эффектам. Доминантные эффекты преимущественно однонаправлены (табл. 3) и распределены между линиями неравномерно. Существенное влияние на варьирование гибридов по урожайности оказывают специфические взаимодействия генов и реципрокные эффекты.

Наряду с урожайностью важным фактором, определяющим пригодность для возделывания в южных регионах, являются устойчивость к фузариозному увяданию и толерантность к повреждению листьев кочана табачным трипсом. Оценка родительских линий на искусственном инфекционном фоне показала полную устойчивость линий Бю1 и Кл5, отобранных из сортов Бирючекутская и Клавдия. Установлено, что устойчивость контролируется моногенно доминантно, поэтому все гибриды на основе этих линий показывают полную устойчивость к фузариозному увяданию.

В нашем исследовании выявлено большое генотипическое разнообразие по степени поражения кочанных листьев трипсом.

Так, в 2009 году на довольно жестком естественном провокационном фоне отмечено сильное поражение 4-х и более листьев у большинства гибридных комбинаций сорта Молдаванка и стандарта F₁ Валентина (табл. 4). Гибридные комбинации между линиями из сортов Лада, Клавдия, Молдаванка и

линиями сортотипа Лангендейкская поражаются также сильно. Высокую устойчивость проявили гибридные комбинации, полученные гибридизацией линий Кл5 и Мл3 с линией Бю 1.

Таким образом, при селекции на устойчивость к трипсу можно рекомендовать сорт Бирючекутская в качестве источника для создания линейного материала и линию Бю1, показывающую в скрещиваниях высокую устойчивость.

Корреляционный анализ между числом пораженных листьев в кочане и биохимическими показателями не выявил тесных связей, так между средним числом листь-

ев в кочане, пораженных трипсом, и содержанием сухого вещества ($r = 0,41 + 0,21$), между средним числом листьев в кочане, пораженных трипсом, и содержанием общего сахара ($r = 0,16 + 0,23$), между средним числом листьев в кочане, пораженных трипсом, и содержанием аскорбиновой кислоты ($r = 0,19 + 0,23$), между средним числом листьев в кочане, пораженных трипсом, и содержанием нитратов ($r = -0,12 + 0,23$). Вместе с тем в исследовании, проведенном В.А. Прокоповым, отмечено, что устойчивость к трипсу обусловлена высокой долей глюкобрассина в глюкозинолятах (Прокопов В.А., 2016).



Гибрид F₁ Батал

На основе стационарного испытания по комплексу хозяйственных признаков, включающих и пригодность к квашению и изготовлению голубцов, гибридные комбинации МлЗхБю1 и Кл5хБю1 под названиями Батал и Шедевр переданы в государственное сортоиспытание. Как видно из таблицы 4 гибриды Батал и Шедевр превзошли стандарт как по товарной урожайности (на 15% и 18% соответственно), так и по дегустационной оценке, и включены в Госреестр Республики Молдова.

F₁ Батал имеет очень крупную розетку листьев и высокую наружную кочерыгу. Урожайность свыше 100 т/га. Кочаны гибрида крупные 3,5 кг, имеют округлую форму, не растрескиваются. Устойчив к фузариозному увяданию и толе-

рантен к поражению трипсами, пригоден для квашения и свежего употребления. Кочаны являются прекрасным сырьем для приготовления голубцов. Превышает сорт Завадовская как по урожайности и выравненности, так и по качеству продукции. С 2014 года районирован в Республике Молдова.

F₁ Шедевр – гибрид очень выровненный, имеет красивую розетку листьев, урожайность свыше 92,0 т/га. Устойчив к растрескиванию, фузариозному увяданию и толерантен к поражению трипсами. Кочан имеет тонкие листья и является хорошим сырьем для приготовления национального блюда – голубцов. С 2015 года районирован в Республике Молдова. Применяется в качестве стандарта в ГСИ в Молдове.

PARTICULARITIES OF WHITE HEAD CABBAGE F₁ HYBRID BREEDING FOR PRIDNESTROVIAN MOLDAVIAN REPUBLIC CONDITIONS

Shpak L.I.¹, Monakhos G.F.²

¹Pridnestrovian RI of agriculture PMR, Tiraspol

E-mail: pniish@yandex.ru

²LTD "Breeding station after N.N.Timofeev" 127550, Russia, Moscow, Pasechnaya st., 5

E-mail: breedst@mail.ru

Summary

A model of late maturing F₁ hybrid of white head cabbage for long-term storing and suitable for national recipe "golubci" have been developed based on requirements for varieties and F₁ hybrids grown in the South in the conditions of drought, high temperatures and low air humidity. Combining ability of seven self-incompatible inbred lines of white head cabbage was studied by the system of full diallel crosses in conditions of Pridnestrovian Moldavian Republic. These lines were developed on the base of heat tolerant varieties 'Biruchekutskaya', 'Volna', 'Lada', 'Moldavanka' and 'Kharkovskaya Zimnyaya' bred in the south. Out of 42 hybrid combinations studied 15 significantly surpassed in productivity the variety 'Zavadovskaya' that is traditionally grown by local farmers for pickling and recipe "golubci". High GCA effects for productivity showed the following breeding lines: Bu1, MI3 and KI5. Polygenes, controlling the high yield ability, mainly were dominant and single-directed, however the correlation between yield ability and GCA effect was middle, $r=0.63\pm 0.35$. No correlation was observed in breeding line between GCA effect and truly heterosis effect in hybrid combinations ($r=0.19$). Disease resistance analysis revealed lines Bu1 and KI5 that had shown resistance to Fusarium yellows. Two hybrid combination KI5xBu1 and MI3xBu1 were highly tolerant to thrips attacks according to analysis of all promising hybrid combinations, carried out in natural infection background. Weak correlation was observed between the number of damaged leaves in cabbage head and dry matter content, $r=0.41\pm 0.21$, and also there is no correlation revealed with sugar contents, ascorbic acid and nitrate content. High tolerance of hybrids with participation of line Bu1 explained the partial dominance nature of the trait. Hybrid combinations KI5xBu1 and MI3xBu1 called 'Batal' and 'Shedevr', respectively, included in registry of Moldova and PMR.

Keywords: white head cabbage, self-incompatibility, combining ability, resistance, Fusarium yellows, tobacco thrips.



Гибрид F₁ Шедевр

Литература

1. Королева С.В. Приоритеты селекции капусты белокочанной на юге России – история и современность. // Сборник материалов международной научно-практической конференции, Краснодар, 2012. – С.5-10.
2. Монахос Г.Ф., Шпак Л.И. Лежкие гетерозисные гибриды капусты в Молдове. // Картофель и овощи. – №8. – 2013. – С.29-31.
3. Прокопов В.А. Подбор и оценка исходного материала для создания F₁ гибридов капусты белокочанной для юга России. // Автореф.канд.дисс., Москва, 2016. – 22 с.
4. Griffing B. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. // Heredity, 1956, v.10, 1, p. 31-50.
5. Heyman B.I. The analysis of variance of diallel crosses. // Biometrics, 1954, 10, p.235.