

## КОМБИНАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ЛИНИЙ И ВЫДЕЛЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ГИБРИДОВ КАПУСТЫ ПЕКИНСКОЙ

*Заставнюк Анастасия Дмитриевна, м. н. с. селекционно-семеноводческого центра овощных культур, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; [nastassja98@yandex.ru](mailto:nastassja98@yandex.ru)*

*Монахос Сократ Григорьевич, заведующий кафедрой ботаники, селекции и семеноводства садовых растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; [s.monakhos@rgau-msha.ru](mailto:s.monakhos@rgau-msha.ru)*

**Аннотация.** В статье приводятся результаты изучения хозяйственно-ценных признаков новых килоустойчивых (CR) F1-гибридов и комбинационной способности инбредных линий пекинской капусты, проведенного в летне-осенний период 2021 года.

**Ключевые слова:** капуста пекинская, В.гара, кила, устойчивость, *P.brassicae* Wor., инбредная линия, комбинационная способность

**Введение.** В настоящее время пекинская капуста относится к важнейшим овощным культурам, ее место в мировом объеме производства салатных овощей значительно. К странам с массовым выращиванием культуры относятся Китай, Япония, Корея, США, Австралия и Западная Европа. В России культура также становится популярной из-за таких качеств, как высокая скороспелость, ценные диетические и вкусовые качества, а также возможность получать по два урожая в год благодаря современным технологиям возделывания - использованию нетканых укрывных материалов и выращиванию рассады в кассетах.

Из-за ситуации с коронавирусом в январе-июне 2020 года импорт капусты всех видов в РФ сократился на 28%, поэтому возникает необходимость иметь собственный сортимент гибридов культуры, чтобы обеспечить импортозамещение. Сортимент Государственного реестра селекционных достижений представлен менее чем семьюдесятью сортами и F1-гибридами капусты пекинской отечественной и зарубежной селекции (состояние на март 2021 г.), не полностью отвечающими современным требованиям интенсивной технологии; многие из сортов и гибридов восприимчивы к наиболее вредоносным патогенам. Для сравнения, в Японии зарегистрировано более трехсот гибридов. Поэтому очень актуально расширение сортимента за счет создания высокоурожайных выровненных гибридов для различных направлений использования, которые будут устойчивы к основным вредоносным заболеваниям культуры.

Кила относится к одним из самых экономически вредоносных заболеваний растений семейства *Капустные*. Вызывает её патоген *Plasmiodiophora brassicae* Wor., который в настоящее время относят к амёбоидным протистам царства *Rhizaria* отдела *Cercozoa* [3]. Общий ущерб, причиняемый патогеном, огромный – например, в России ежегодно погибает от 10 до 60% урожая овощных капустных растений в том числе и капусты пекинской [1].

Патоген вызывает у поражённых растений неограниченный рост и деление клеток корня, в результате чего формируются галлы (бугристые или булавовидные вздутия) и происходит блокировка проводящей системы. Практика показала, что применение химических и агрономических методов защиты растений малоэффективно. В свете ограниченной эффективности фунгицидов и загрязнения окружающей среды, связанного с использованием фунгицидов, выращивание генетически устойчивых растений является приоритетным и эффективным методом борьбы с килой. Тогда одновременно происходит и очищение почвы от спор патогена, которые прорастают, но не могут развиваться на корнях килоустойчивых капустных растений.

В конце XX-начале XXI вв. удалось получить генетически устойчивые к патогену сорта и гибриды капусты пекинской (доноры устойчивости - различные виды европейского кормового турнепса - *B. rapa ssp. rapifera*). Пекинская капуста хорошо скрещивается с турнепсом (у них одинаковое число хромосом – 10), следовательно, интродукция любого признака между ними может быть легко проведена.

На ООО «Селекционная станция имени Н.Н. Тимофеева» в качестве донора устойчивости была использована линия европейского турнепса ECD04 из набора европейских дифференциаторов. В результате скрещивания этой линии с капустой пекинской с последующим отбором на искусственном инфекционном фоне была получена большая коллекция устойчивых чистых линий капусты пекинской, которые представляют собой исходный материал для создания устойчивых F1 гибридов. Были получены первые отечественные F1-гибриды пекинской капусты: Ника F1 и Кудесница F1 (2000 г.), Маркет F1, Мохито F1, Бирюза F1, Гидра F1, Нежность F1, Филиппок F1 и Княжна F1.

Важной частью селекционной работы является изучение комбинационной способности (КС) инбредных линий. Это нужно для понимания селекционной ценности инбредных линий по важнейшим хозяйственным признакам.

**Цель** - создание коллекции килоустойчивых линий пекинской капусты, содержащей несколько доминантных генам CR-устойчивости основного действия, изучение комбинационной способности инбредных линий по важным хозяйственным признакам и создание F1-гибридов пекинской капусты с надежной и долговечной устойчивостью к киле.

**Материалы и методы.** *Растительный материал.* На основе гибридизации по схеме топ-кросса 34 устойчивых и 3 восприимчивых к киле инбредных линий капусты пекинской *B. rapa ssp. Pekinensis* были получены 102 гибридные комбинации; отечественные гибриды F1 Ника, F1 Гидра, Бирюза F1 и

зарубежные гибриды F1 Билко, Orient Star F1 и Questar F1 в качестве стандартов.

**Методы.** Полевое испытание гибридов и линий проводили в летне-осеннем обороте (июль-октябрь) в 2021 г. Рассадку выращивали в пленочной теплице. Летний посев семян в кассеты с торфяным субстратом был произведен 29 июня, высадка рассады в открытый грунт 20 июля, уборка кочанов с 29 сентября по 11 октября. Выращивание растений; учёт массы проводили индивидуальным взвешиванием каждого растения; учёт длины, ширины, высоты и диаметра – замером при помощи линейки и штангенциркуля, учёт наличия болезней – визуальным осмотром каждого растения.

Опыт был заложен методом рандомизированных повторений по 8 растений в делянке в двухкратной повторности, для замеров отбирали по 4 растения.

Однофакторный дисперсионный анализ использовали для оценки значимости различий на 5% уровне значимости.

Оценку устойчивости к киле 25 линий капусты пекинской проводили на искусственном инфекционном фоне. Инокуляцию растений возбудителем килы, *P.brassicae*, проводили модифицированным «пипеточным» методом по всходам. Вносили в каждую ячейку рассадной кассеты с 4-5-дневными сеянцами 5 мл суспензии покоящихся спор патогена плотностью  $10^7$  спор/мл. Через 40 дней после инокуляции проводили оценку реакции устойчивости/восприимчивости согласно шкале Buczacki [2].

**Результаты и обсуждения.** Учёт развития заболевания показал, что только 3 линии П<sub>2</sub>ДГ<sub>4</sub>-1, Кви<sub>9</sub>, Кви<sub>4</sub> оказались восприимчивыми к киле с баллом поражения 3, остальные были устойчивыми.

Были посчитаны средние значения массы кочана учитываемых гибридов по двум повторностям из 4-х растений и произведен дисперсионный анализ отдельно по каждой выборке и совместный из двух выборок для проверки нулевой гипотезы о существенности влияния генотипа на массу кочана. Результаты общего дисперсионного анализа приведены в таблице 1:

**Таблица 1. Дисперсионный анализ изучаемых генотипов по признаку «средняя масса кочана», гр., 2021**

Источник изменчивости	SS	df	MS	F <sub>факт.</sub>	F <sub>крит.</sub>	df=990		
Между группами	27016706	153	176579,8	3,79	1,21	sd	t005	НСР
Внутри групп	46055447	990	46520,65			111,91	1,96	219,35
Общий	73072153	1143						

**Примечание.** SS – численное значение вариативности признака; df – количество степеней свободы; MS – средний квадрат эффекта (между генотипами) и средний квадрат ошибки (внутри генотипов), F<sub>факт.</sub> – эмпирическое значение критерия Фишера, F<sub>крит.</sub> – табличное значение критерия Фишера при критерии значимости 5%; sd – ошибка разности между выборочными средними; t005 – табличное значение критерия Стьюдента при df=990 и уровне значимости 0,05; НСР (наименьшая существенная разница) – предельная ошибка для разности двух выборочных средних значений масс у генотипов

По результатам дисперсионного анализа получили F<sub>факт.</sub> Фишера (=3,79) > F<sub>крит.</sub> (=1,21), следовательно, между средними значениями по вариантам есть

существенные различия, полученные влиянием разных генотипов на массу кочана. Поэтому мы дополнительно оценивали существенность влияния отдельных генотипов в сравнении с контрольными гибридами по НСР на 5 % уровне значимости.

Общая комбинационная способность линий – это среднее значение изучаемого признака, которое определенная инбредная линия обеспечивает гибридам, полученным с её участием. Эффект ОКС определяется как положительная или отрицательная величина разницы, полученной между средним значением величины признака у гибридов, полученных с участием данной линии и средней величиной признака, полученной у всей группы гибридов, созданных с участием этой и другой группы линий. Высокий показатель ОКС линии применим при сравнении её качества с другими линиями данного комплекса скрещиваний, но также указывает на перспективность использования данной линии в других скрещиваниях в других селекционных программах [1].

Исходя из данных по эффекту ОКС можно выделено 3 группы линий: **I группа.** Линии, обладающие очень высокими эффектами ОКС - наиболее перспективные для создания высокоурожайных гибридов: Кви<sub>7</sub>; Кви<sub>19</sub>. **II группа.** Линии, обладающие средними эффектами ОКС - занимают промежуточное положение и обеспечивают высокий гетерозисный эффект в отдельных комбинациях скрещивания: Кви<sub>8</sub>; Кви<sub>10</sub>; Кви<sub>12</sub>. **III группа.** Линии с очень низкой ОКС - использовать их для создания высокоурожайных гибридов малоперспективно (от скрещивания с ними образуется рыхлый кочан): Кви<sub>1</sub>; Кви<sub>2</sub>; Кви<sub>3</sub>; Кви<sub>4</sub>; Кви<sub>5</sub>.

ОКС линии Чи<sub>1</sub>мс была рассчитана, исходя из 1 повторности. Стоит отметить перспективные комбинации Чи<sub>1</sub>мс×П<sub>1</sub>дг<sub>4</sub> и Кви<sub>3</sub>×П<sub>1</sub>дг<sub>1</sub>, которые существенно превышают по массе кочана на 5% уровне значимости с НСР=0,22 кг 5 стандартов.

Ни один генотип значительно не превысил по массе кочана гибрид Бирюза F1 ( $m_{cp}=1064$  гр), но 11 гибридов значимо не отличаются от него.

### Библиографический список

1. Монахос, Г.Ф. , Монахос С.Г. Капуста пекинская *Brassica gapa* L. Em. Metzg. ssp. *pekinensis* (Lour.) Hanelt. Биологические особенности, генетика, селекция и семеноводство. Монография / Г.Ф. Монахос, С.Г. Монахос – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2009 -182 с.
2. Buczacki S., Toxopeus H., Mattusch P., Johnston T., Dixon G. & Hobolth L. Study of physiologic specialization in *Plasmodiophora brassicae*: proposals for attempted rationalization through an international approach // Trans. Br.mycol. Soc. 1975 P. 295-303
3. Niwa, R. Complete structure of nuclear rDNA of the obligate plant parasite *Plasmodiophora brassicae*: Intraspecific polymorphisms in the exon and group I

intron of the large subunit rDNA / R. Niwa, A. Kawahara, H. Murakami et al. // Protist. –2011 – Vol. 162 – P. 423-434.

***Combining ability of Chinese cabbage inbred lines and perspective hybrid combinations***

***Zastavnyk A.D.***, junior research assistant, vegetable crops breeding and seed-technology center of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy;

***Monakhos S.G.***, Head of the Department Botany, Plant Breeding and Seed Technology, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 127550, Russia, Moscow, Timiryazevskaya str., 49

***Abstract:*** The article presents the results of the field trial of 102 clubroot-resistant (CR) F1-hybrids and results of combining ability study of Chinese cabbage inbred lines, carried out in the summer-autumn period of 2021.

***Key words:*** Chinese cabbage, *B.rapa*, clubroot, clubroot resistance, *P.brassicae* Wor., inbred lines, combining ability.