DOI: 10.12731/2658-6649-2025-17-1-1080 **EDN: NWLBKV**
УДК 631.527

CC BY NC ND

Научная статья

ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ И ПРИГОДНОСТИ К ДЛИТЕЛЬНОМУ ХРАНЕНИЮ CR-ГИБРИДОВ КАПУСТЫ ПЕКИНСКОЙ

А.Д. Заставнюк, Г.Ф. Монахос, С.Г. Монахос

Аннотация

Обоснование. Преимущества производства капусты пекинской: высокие вкусовые и диетические качества, возможность получать по 2 урожая в год и способность к длительному хранению. В Госреестре менее 70 сортов и гибридов культуры, более 70% из которых восприимчивы к киле (возб. P.brassicae), губящей до 60% урожая. Существует потребность создания продуктивных гибридов культуры с устойчивостью к стрессорам, таким как кила, и пригодных для длительного хранения.

Цель. Оценить хозяйственно ценные признаки гибридных комбинаций капусты пекинской устойчивых к киле, выделить высокопродуктивные образцы и оценить потерю массы кочанов после хранения.

Материалы и методы. Полевые испытания были проведены в летне-осенний период 2023 г. В качестве растительного материала использованы 33 гибридные комбинации капусты пекинской. Растительный материал для родительских DH-линий был отобран на инфекционном фоне по устойчивости к киле и толерантности к внутреннему некрозу. После уборки и оценки хозяйственных признаков, кочаны закладывали в хранилище с искусственным охлаждением на 124 дня. После этого была произведена оценка потерь массы и поражение болезнями.

Результаты. Выделены 5 гибридных комбинаций, превосходящих стандарты по массе кочана не менее чем на 30%. Два из них показали хороший потенциал для длительного хранения с потерями массы от болезней до 11%. Отдельно выделен продуктивный генотип Би5×П2дг7 с устойчивостью к болезням во время хранения и минимальной потерей массы.

Заключение. 6 генотипов рекомендованы для расширенного испытания и отбора перспективных гибридов с комплексом хозяйственно-ценных призна-

ков, включая устойчивость к килю. Для дополнительных испытаний на пригодность к длительному хранению рекомендованы 5 гибридных комбинаций с небольшими потерями массы от болезней до 11%.

Ключевые слова: капуста пекинская; B.rapa ssp. pekinensis; килa; P.brassicae Wor.; длительное хранение; лежкость; устойчивость к болезням; продуктивность

Для цитирования. Заставнюк, А. Д., Монахос, Г. Ф., & Монахос, С. Г. (2025). Оценка продуктивности и пригодности к длительному хранению CR-гибридов капусты пекинской. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, *17*(1), 205-228. https://doi.org/10.12731/2658-6649-2025-17-1-1080

Original article

PRODUCTIVITY ASSESSMENT AND LONG-TERM STORAGE ABILITY OF CHINESE CABBAGE CR-HYBRIDS

A.D. Zastavnyuk, G.F. Monakhos, S.G. Monakhos

Abstract

Background. Chinese cabbage production has several benefits, including excellent nutritional content and flavor, the potential for two harvests per year, and the long-term storage capacity. There are less than 70 varieties and hybrids of the crop in the State Register, more than 70% of them are susceptible to clubroot (Plasmodiophora brassicae), which destroys up to 60% of the crop. It is necessary to develop productive hybrids of Chinese cabbage with resistance to stressors such as clubroot and suitable for long-term storage.

Purpose. To evaluate the economically valuable characteristics of Chinese cabbage hybrid combinations resistant to clubroot, to select highly productive samples and to estimate the loss cabbage weight after storage.

Materials and methods. Field tests were carried out in the summer-autumn period of 2023. 33 hybrid combinations of Chinese cabbage were used as plant material. The parental DH-lines were selected on infection background for resistance to clubroot and internal necrosis in cabbage heads. After harvesting and evaluation of economic characteristics, the cabbage heads were kept in storage for 124 days with artificial refrigeration. Weight loss and disease damage were then evaluated.

Results. 5 hybrid combinations were identified that exceed the standards in terms of ‘head weight’ by at least 30%. Two of them have shown good potential

for long-term storage with minimal weight loss from disease up to 11%. The productive genotype Bi5×P2dg7 with disease resistance during storage and minimal weight loss was separately identified.

Conclusion. 6 genotypes are recommended for extended testing and selection of promising hybrids with a complex of economically valuable traits, including resistance to clubroot. For additional tests on suitability for long-term storage, five hybrid combinations with small weight losses due to diseases of up to 11% are recommended.

Keywords: Chinese cabbage; B.rapa ssp. pekinensis; clubroot; Plasmodiophora brassicae; long-term storage; quality; disease resistance; productivity

For citation. Zastavnyuk, A. D., Monakhos, G. F., & Monakhos, S. G. (2025). Productivity assessment and long-term storage ability of Chinese cabbage CR-hybrids. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, *17*(1), 205–228. https://doi.org/10.12731/2658-6649-2025-17-1-1080

Введение

По одной из версий кочанная капуста пекинская (*Brassica rapa* ssp. *pekinensis*) с большими листьями бледно-зеленого цвета и широкими белыми жилками окультурена в Китае [12; 16]. Позднее овощ распространился в другие страны, такие как Япония и Корея [19]. В настоящее время культура является важным и ценным для рациона питания человека восточноазиатских стран овощем благодаря своему богатому биохимическому составу: в ней много различных витаминов (например, C, B5, B2, PP и U), β-каротина, белков и клетчатки [1], а также каротиноидов и глюкозинолатов (GSL) обладающих противораковыми свойствами [7; 11]. В КНР под ее производство отводят примерно 15% от общей посевной площади всех овощей (около 3 миллионов гектар) [20]. В Корее, четвертой в мире стране-производителе капусты (FAO, 2022) [8], овощ является основным ингредиентом кимчи, незаменимого и самого популярного гарнира традиционной кухни, общий объем производства составляет 2,5 млн. тонн [9]. Годовое потребление пекинской капусты в этой стране составляет более 50 кг на человека, это самый высокий показатель среди капустных культур [11]. С XX века кочанная капуста *Brassica rapa* ssp. *pekinensis* стала широко распространена за пределами Азии в Европе, Америке и Австралии.

Высокая урожайность до 60 тонн с гектара и возможность выращивания овоща в двух оборотах в средней полосе России дает хороший стимул производителям выращивать культуру. Для созревания капусте пекинской требуется всего от 50 до 85 дней [13]. Преимуществом для производителей

капусты пекинской является долгий период хранения (самый большой среди салатных культур – от 3 до 5 месяцев, в то время как остальные салаты не хранятся больше месяца).

По состоянию на октябрь 2022 года в Госреестр включено 16 отечественных сортов и 52 F1 гибрида пекинской капусты, 48% из которых зарубежные [3].

Сортам капусты пекинской угрожают проблемы потери урожайности, вызванные различными типами заболеваний в том числе килы, возбудителем которого является патоген *Plasmodiophora brassicae* (Pb). В России *P. brassicae* встречается повсеместно в зонах выращивания капустных растений. Pb заражает корни Brassicaceae и приводит к росту опухолей, тем самым препятствуя транспорту воды и питательных веществ в растение. Из-за длительного времени выживания *P. brassicae* (до 20 лет) [17], почва, несущая покоящиеся споры, может легко привести к персистенции заболевания, вызывая серьезный ущерб, который трудно контролировать физическими, химическими или биологическими методами.

Единственный эффективный способ справиться с этим заболеванием – создание генетически устойчивых растений. Такие растения выращиваются без применения пестицидов и это является частью широкого тренда на развитие экотехнологий. Поэтому рынок салатных культур открытого грунта будет развиваться в тесной связке с такими смежными отраслями, как экологически чистые технологии и органическое сельское хозяйство [6]. Возделывание гибридов капусты пекинской с генетической устойчивостью к киле будет также способствовать очищению почвы от спящих спор *P.brassicae*, которые прорастают, но не могут развиваться на корнях устойчивых растений и погибают.

По состоянию на июнь 2023 г. устойчивость к киле имеют всего 29% гибридов капусты пекинской Госреестра, только 13% из которых отечественной селекции, менее 3% гибридов устойчивы к внутреннему некрозу, нет гибридов с устойчивостью к мучнистой росе [2].

К проблемам сокращения потерь урожая относится также проблема сохранения физиологической ценности кочанов в результате длительного хранения. Для обеспечения населения Российской Федерации свежей овощной продукцией во внесезонный период, а также снижения доли импорта важна пригодность гибридов к длительному хранению. Повышенная естественная убыль массы капусты пекинской совпадает с ее высоким тепло- и влаговыделением и является одной из биологических особенностей капустных овощей. При хранении пекинской капусты происходят

потери основных питательных веществ, вызванных их расходом на поддержание жизнеспособности тканей. Старение и гниение листьев во время хранения могут привести к ухудшению вкуса и питательных качеств. Устойчивость капусты к болезням в период хранения определяется сортом или гибридом, поэтому важно проводить оценку и отбор лучших генотипов для длительного хранения.

В процессе хранения происходит постепенное снижение фитонутриентов в кочанах капусты пекинской, расход сахаров и витамина С. Эти вещества активно расходуются на поддержание физиологического состояния кочанов, на дыхание. Теряется сочность, и без высокой влажности помещения происходит стремительное усыхание. Поэтому потеря массы овощей во время хранения – естественный физиологический процесс. Любое нарушение оптимального режима хранения способствует снижению сопротивляемости растений к патогенам.

Пекинскую капусту, собранную летом, трудно хранить дольше месяца из-за высоких температур и влажной погоды, которые вызывают ухудшение качества и потерю веса. Пекинскую капусту, собранную поздней осенью, обычно хранят 3–4 месяца.

Было показано, что капуста пекинская, хранящаяся при температуре 20°C, имеет более высокую интенсивность дыхания, чем капуста, хранящаяся при низких температурах 0°C и 2°C [10]. Резкое увеличение интенсивности дыхания связано со старением [14]. Для оптимального состояния кочанов температура хранения должна находиться в интервале от 0ºС до +2ºС. При низкотемпературном хранении физиологический обмен веществ капусты пекинской падает до низкого уровня, потому что потребление питательных веществ и энергии минимально, устойчивость к микробам высока, а период хранения продлен.

Из-за отсутствия воскового налета на листьях капусте пекинской при хранении требуется высокая влажность около 98%, так как при хранении происходит сильная транспирация. При влажности менее 95% овощ начинает стремительно терять свою сочность и подвергается увяданию. Однако высокая влажность, близкая к 100%, способствует развитию грибковых заболеваний. Во время хранения кочаны могут поражаться слизистым бактериозом (возб. *Erwinia carotovora* (Jon.) Holl, *Erwinia aroideae* (Towsend) Holl.), серой гнилью (возб. *Botrytis cinerea* (Pers.)). При длительном хранении могут также проявляться физиологические расстройства, точечные и внутренние некрозы. Точечный некроз может быть обусловлен слишком низкой температурой хранения, накоплением меланина или чрезмерными

дозами азотных удобрений при выращивании [18]. Также капуста пекинская подвержена внутреннему некрозу. Типичный уровень заболеваемости этим физиологическим расстройством у растений пекинской капусты составляет 10-20%, а в тяжелых условиях может достигать 80% [20]. Хотя механизм возникновения внутреннего некроза сложен и достаточно противоречив, всегда считалось, что ключевым фактором, вызывающим заболевание, является дефицит кальция для быстро развивающихся листьев [5]. В целом восприимчивость к внутреннему некрозу в значительной степени зависит от генотипа растения и варьирует среди сортов [5].

В связи с необходимостью перехода на высокопродуктивное и экологически чистое агрохозяйство и к биологической защите сельскохозяйственных растений существует потребность создания отечественных высокопродуктивных гибридов капусты пекинской с устойчивостью к стрессорам и пригодных для длительного хранения.

Цель исследования – оценка хозяйственно ценных признаков устойчивых к килe (CR) гибридных комбинаций капусты пекинской, в том числе лежкоспособности и выделение перспективных высокопродуктивных образцов с закрытой вершиной кочана.

Научная новизна исследования заключается в отборе лучших по комплексу ценных хозяйственных признаков гибридных комбинаций капусты пекинской и усовершенствовании методов оценки лежкости кочанов культуры при хранении в провокационных условиях в течение 4 месяцев. Линии капусты пекинской произведены в 2019–2022 годах из образцов, отобранных на провокационных фонах по устойчивости к килe и толерантности к внутреннему некрозу кочанов.

Материалы и методы исследования

Растительный материал. 33 гибрида капусты пекинской от скрещивания устойчивых к килe и толерантных к внутреннему ожогу инбредных линий и линии удвоенных гаплоидов. В качестве стандартов использовали коммерческие F1-гибриды: F1 Гидра и F1 Квистар.

Выращивание растений и учет средних значений признаков. Выращивание и испытание образцов капусты пекинской проводили в Селекционно-семеноводческом центре овощных культур ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А.Тимирязева.

Растения выращивали рассадным способом с использованием кассетной технологии. Выращивание рассады в защищенном грунте изначально дороже прямого посева в открытый грунт, но при этом обеспечивается более ранний выход продукции, снижается потребность в семенах (в 3 раза) [5],

снижается себестоимость за счет упрощения полива и прореживания и такой способ имеет больше возможностей для контроля условий роста, развития болезней и распространения вредителей. Кроме того, выращивание рассады в оптимальном температурном режиме, так же, как и ее высадка с торфяными кубиками, снижает вероятность преждевременного перехода к цветению [5].

Посев семян в кассеты произведен 27 июня 2023 г., в открытый грунт рассаду высаживали 4 августа по схеме 45×35 см^2 с одновременным поливом. Для большинства гибридов российской селекции рекомендованная схема посадки (посева) 60×40 см^2 для средне- и позднеспелой групп и 50×30 см^2 или 45×35 см^2 – для ранней группы [5]. С увеличением плотности посадки формируются провокационные условия для развития болезней, что является дополнительной проверкой устойчивости растений капусты пекинской к килe. Ранее в 2021 г. [3] и 2022 г. [2] была проведена оценка продуктивности других групп гибридных комбинаций капусты пекинской, полученных из данной коллекции линий с устойчивостью к килe при схеме посадки 45×35 см^2. В данном полевом опыте 2023 г. была использована такая же схема посадки для выделения лучших генотипов при выращивании в сходных условиях.

Полевые испытания гибридных комбинаций были проведены при размещении опытных делянок методом рандомизированных повторений по 8 растений в каждой с двухкратной повторностью.

Оценку продуктивности проводили в технической зрелости кочана при взвешивании по 4 растения каждой повторности на весах с дискретностью 1 г., вычисляя среднюю массу для каждого генотипа. Измерение высоты, диаметра и ширины жилки проводили с помощью линейки и штангенциркуля.

Статистический анализ. Существенность различий в проявлении признака оценивали с помощью однофакторного дисперсионного анализа на 5%-ном уровне значимости. Статистическая обработка результатов проводилась в программе MS Excel.

Закладка кочанов на хранение. Маркированные кочаны закладывали в хранилище с искусственным охлаждением вертикально в пластиковые ящики по 8 кочанов в каждый, предварительно обмотав каждый кочан несколькими слоями полиэтиленовой пищевой пленки, оставляя негерметизированной вершину кочана для доступа воздуха. Хранение кочанов осуществляли в провокационных условиях при температуре в диапазоне от +5ºС до +8 ºС и относительной влажности воздуха 80–90 %, без предварительного охлаждения. Верхние кроющие листья были удалены. Повторность двукратная по 4 кочана в каждой повторности.

Оценка потери массы кочана после хранения. В конце периода хранения проводили весовой учет показателей сохраняемости кочанов. Для этого проводили взвешивание кочанов. Далее кочаны очищали от внешних привядших, подгнивших или пожелтевших листьев до товарного вида и снова проводили взвешивание. Учитывали выход товарной продукции, убыль массы, потери от болезней, в т. ч. по видовому составу в процентах от первоначальной массы до хранения.

Статистическую обработку проводили методом однофакторного дисперсионного анализа.

Учет заболеваний после хранения

Оценка устойчивости / восприимчивости к слизистому бактериозу. Для учета слизистого бактериоза применяли балльную шкалу [4]: 0 – поражение отсутствует; 1 – поражено до 10 % поверхности кочана; 2 – поражено от 11 до 25 % поверхности кочана; 3 – поражено от 26 до 50 % поверхности кочана; 4 – поражено свыше 50 % поверхности кочана.

Оценка устойчивости / восприимчивости к серой гнили. Оценивали с использованием балльной шкалы [4]: 0 – поражение отсутствует; 1 – поражено менее 1/8 поверхности кочана; 2 – поражено от 1/8 до 1/4 поверхности кочана; 3 – поражено от 1/4 до 1/2 поверхности кочана; 4 – поражено от 1/2 до 3/4 поверхности кочана; 5 – поражена вся поверхность кочана.

Оценка устойчивости / восприимчивости к точечному некрозу. Пораженность кочанов точечным некрозом оценивали по площади поражения поверхности кочана по 5-балльной шкале аналогично [15], где балл 0 - без признаков поражения, 1 – поражен 1 лист с некрозом до 50% поверхности черешка; 2 – поражен 1 лист с некрозом более 50% поверхности черешка; 3 – поражены 2 листа; 4 – поражено более 2 листьев внешней поверхности кочана; 5 баллов поражена вся площадь поверхности кочана и внутренние листья.

Оценка устойчивости/восприимчивости растений к внутреннему некрозу. Проводили по 7-балльной шкале [21], где: 0 баллов - нет симптомов; 0,5 балл - несколько коричневых пятен по краям листьев; 1 балл - 1 лист подвержен некрозу; 3 балла - 2 листа подвержены некрозу; 5 баллов – более 2 листьев с некрозом, покрывающим менее 25% площади листа; 7 баллов – более 2 листьев с внутреним некрозом, покрывающим 25-50% площади листа; 9 баллов – более 2 листьев с внутренним некрозом, покрывающим более 50% площади листа.

Развитие болезни. Балльные оценки всех наблюдаемых заболеваний были преобразованы в индекс болезни (%) путем отношения суммы всех произведений количества больных растений на соответствующий балл по-

ражения к произведению числа всех растений в пробе на максимальный балл поражения.

Результаты и их обсуждение

Выделение перспективных гибридных комбинаций. Была исследована масса кочана 33 гибридных комбинаций капусты пекинской в летне-осеннем обороте 2023 г. Изучаемые средние значения массы генотипов сравнивались со значениями средней массы лучших коммерческих CR-гибридов – F1 Гидра и F1 Квистар (табл. 1).

Для исследуемых 33 гибридных комбинаций размах вариации по массе кочана составил 1051,1 г. Минимальное среднее значение массы у генотипа Би5дг2×П2дг2-11 ($m_{ср}$ = 882,4 г.), максимальное - у генотипа П1дг4-II×-Би5дг2 ($m_{ср}$ = 1933,5 г.) (табл. 1).

Таблица 1.

Продуктивность гибридных комбинаций капусты пекинской (2023 г.)

Генотипы	Среднее, масса кочана, г.	Коэффициент вариации	Генотипы	Среднее, масса кочана, г.	Коэффициент вариации
П1дг4-II×Би5дг2	**1933,5**	0,29	Кви19×П1дг9	1337,9	0,15
П1дг4-II×Би5дг2-2	1808,3	0,08	П1дг5×Би5дг2	1310,0	0,17
Би5дг2×П1дг8-1	1795,8	0,05	П2дг2×Би5дг2	1303,3	0,31
Би5дг2-1×П1дг4-1	1763,5	0,08	Кви3×П1дг1	1302,9	0,18
Би5дг2-I×П2дг7	1719,7	0,22	ЧиIмс×П1дг4	1287,5	0,16
Би5×П2дг7	1659,3	0,07	Би5дг2×Квидг7-I	1282,3	0,34
Квидг7×П1дг4	1593,8	0,31	Кви10×П1дг5	1203,7	0,23
П1дг5-II×Би5дг2	1582,3	0,07	Квидг4×П1дг15	1189,5	0,19
Квидг8-2×Би5дг2	1577,8	0,24	Квидг(16)I×Би5дг2	1165,3	0,14
П1дг8-1×Би5дг2-1	1555,9	0,18	Чи1мс× Кви7	1145,0	0,20
П2дг2-II×Би5дг2	1544,3	0,16	Чи1мс×Квидг1	1090,6	0,35
Би5дг2× П1дг4	1532,8	0,19	Би5дг2×Т52	1072,0	0,19
Би5дг×П1дг5	1468,1	0,18	Квидг(13)I×Би5дг2	1070,1	0,24
Би5дг2×Квидг(16)I	1401,3	0,32	Би5дг2×Квидг5	1039,9	0,42
Би5дг2×Квидг8-2	1378,1	0,25	П1дг7×Би5дг2	997,1	0,29
Кви10×П4дг2	1351,3	0,09	Би5дг2×П2дг2-11	882,4	0,35
Квидг7-I×Би5дг2	1341,1	0,26			

Примечание. НСР05 **масса кочана** = 352,7 г. Средняя масса кочана 2 стандартов: Гидра F1 (941,7 г.), Квистар F1 (1308,5 г.). Жирным шрифтом выделено максимальное среднее значение массы кочана.

Исходя из данных таблицы 1, по результатам оценки в сравнении со стандартами были выделены лучшие 5 гибридных комбинаций, значимо превзошедших по продуктивности 2 стандарта, со средним значением массы свыше 1700 г.: П1дг4-II×Би5дг2 ($m_{ср}$ = 1933,5 г.); Би5дг2-I×П2дг7 ($m_{ср}$ = 1719,7 г.); Би5дг2×П1дг8-1 ($m_{ср}$ = 1795,8 г.); Би5дг2-1×П1дг4-1 ($m_{ср}$ = 1763,5 г.) и П1дг4-II×Би5дг2-2 ($m_{ср}$ = 1808,3 г.).

Шестнадцать гибридных комбинаций существенно превысили по массе кочана на НСР05 = 352,7 г. гибрид Гидра F1: Кви3×П1дг1; Квидг8-2×Би5дг2; Би5дг2×Квидг8-2; Кви19×П1дг9; Би5дг2×Квидг(16)I; Би5дг×П1дг5; Би5×П2дг7; Квидг7×П1дг4; Квидг7-I×Би5дг2; П2дг2-II×-Би5дг2; П1дг8-1×Би5дг2-1; Кви10×П4дг2; Би5дг2× П1дг4; П1дг5-II×Би-5дг2; П2дг2×Би5дг2 и П1дг5×Би5дг2.

Самое высокое среднее значение массы у генотипа П1дг4-II×Би5дг2, оно составило $m_{ср}$ = 1933,5 г.

Морфологическую однородность, как важнейший признак, в проявлении признака масса кочана, оценивали расчетом коэффициента вариации растений каждого образца. Образцы были дифференцированы по трем группам по этому признаку.

В первую группу вошли образцы (45,4% от общего количества), которые сильно варьировали по массе с коэффициентом вариации (CV) > 20%: П1дг4-II×Би5дг2; Квидг8-2×Би5дг2; Би5дг2×Квидг8-2; Квидг(13)I×Би-5дг2; Би5дг2×Квидг(16)I; Квидг7×П1дг4; Квидг7-I×Би5дг2; Чи1мс×Квидг1; Би5дг2×Квидг7-I; Би5дг2-I×П2дг7; П2дг2×Би5дг2; Би5дг2×П2дг2-11; Би5дг2×Квидг5; Кви10×П1дг5 и П1дг7×Би5дг2.

Ко второй группе отнесены образцы (36,4% от общего количества), которые имели средний коэффициент вариации (10%<CV≤20%): Кви3×П1дг1; Кви19×П1дг9; Би5дг×П1дг5; Би5дг2×Т52; Квидг4×П1дг15; Квидг(16)I×Би5дг2; П2дг2-II×Би5дг2; П1дг8-1×Би5дг2-1; ЧиIмс×П1дг4; Би5дг2× П1дг4; Чи1мс× Кви7; П1дг5×Би5дг2.

К третьей группе отнесены образцы (18,2% от общего количества) с низким коэффициентом вариации (CV≤10%): Би5×П2дг7; Кви10×П4дг2; П1дг5-II×Би5дг2; Би5дг2×П1дг8-1; Би5дг2-1×П1дг4-1; П1дг4-II×Би5дг2-2.

Гибридные комбинации, превосходящие по продуктивности стандарты, имели как высокий коэффициент вариации CV>20%, также средний коэффициент 10%<CV≤20%, и низкий CV≤10%. Это должно быть учтено при отборе перспективных гибридных комбинаций.

В таблице 2 приведена оценка других важных хозяйственных признаков, диаметра и высоты кочана, а также ширины жилки.

Таблица 2.

Оценка хозяйственных признаков генотипов капусты пекинской (2023 г.)

Генотипы	Диаметр кочана, см	Коэффициент вариации	Высота кочана, см	Коэффициент вариации	Ширина черешка, см	Коэффициент вариации
П1дг4-II×Би5дг2	12,5	0,08	25,9	0,03	5,6	0,05
Кви3×П1дг1	12,7	0,06	20,3	0,08	5,0	0,07
Квидг8-2×Би5дг2	13,1	0,09	23,9	0,11	4,9	0,11
Би5дг2×Квидг8-2	11,9	0,12	22,8	0,07	5,0	0,16
Квидг(13)I×Би5дг2	11,9	0,13	24,5	0,04	4,3	0,14
Кви19×П1дг9	12,1	0,09	23,6	0,09	5,0	0,12
Би5дг2×Квидг(16)I	12,1	0,12	20,4	0,07	4,9	0,12
Би5дг×П1дг5	12,7	0,07	24,5	0,06	5,3	0,13
Би5дг2×Т52	11,9	0,10	23,0	0,06	4,7	0,11
Би5×П2дг7	11,8	0,04	24,6	0,08	5,0	0,03
Квидг7×П1дг4	12,7	0,18	24,5	0,09	5,7	0,09
Квидг4×П1дг15	12,5	0,06	21,4	0,04	4,6	0,11
Квидг7-I×Би5дг2	12,9	0,11	22,2	0,05	5,3	0,12
Чи1мс×Квидг1	11,5	0,12	21,0	0,05	4,9	0,15
Квидг(16)I×Би5дг2	12,6	0,05	19,5	0,04	4,8	0,05
П2дг2-II×Би5дг2	12,6	0,07	25,2	0,07	5,6	0,13
П1дг8-1×Би5дг2-1	12,5	0,07	25,8	0,03	5,2	0,11
Кви10×П4дг2	13,1	0,04	24,1	0,08	5,5	0,08
ЧиIмс×П1дг4	11,9	0,11	25,4	0,07	5,4	0,12
Би5дг2×Квидг7-I	12,9	0,11	22,2	0,08	5,0	0,10
Би5дг2× П1дг4	13,6	0,05	25,6	0,05	5,2	0,08
Чи1мс× Кви7	11,4	0,08	22,6	0,08	5,2	0,11
Би5дг2-I×П2дг7	13,9	0,11	25,8	0,02	5,2	0,05
П1дг5-II×Би5дг2	12,8	0,04	25,3	0,04	5,5	0,09
П2дг2×Би5дг2	12,5	0,09	24,3	0,06	5,6	0,12
Би5дг2×П2дг2-11	11,6	0,10	21,5	0,09	4,2	0,14
Би5дг2×Квидг5	11,2	0,18	21,3	0,18	4,4	0,11
Кви10×П1дг5	12,7	0,08	22,7	0,04	5,0	0,09
П1дг7×Би5дг2	11,3	0,08	23,4	0,10	4,1	0,18
Би5дг2×П1дг8-1	13,6	0,08	26,6	0,02	5,4	0,12
Би5дг2-1×П1дг4-1	13,5	0,06	26,2	0,04	5,7	0,05
П1дг4-II×Би5дг2-2	14,4	0,12	26,4	0,04	6,1	0,07
П1дг5×Би5дг2	11,7	0,08	25,5	0,02	5,2	0,07

Примечание: НСР05 **диаметр кочана** = 1,42 см. Средний диаметр кочана 2 стандартов: Гидра F1 (10,17 см), Квистар F1 (12,8 см).

НСР05 **высота кочана** = 1,95 см. Средняя высота кочана 2 стандартов: Гидра F1 (25,33 см), Квистар F1 (19,41 см).

НСР05 **ширина черешка** = 0,65 см. Средняя ширина черешка 2 стандартов: Гидра F1 (4,3 см), Квистар F1 (5,31 см).

Гибридная комбинация П1дг4-II×Би5дг2-2 по диаметру кочана и ширине жилки значимо превзошла 2 стандарта (Гидра F1 и Квистар F1).

По диаметру кочана 27 образцов (81,8% от общего количества) значимо превосходят гибрид Гидра F1 (кроме образцов Би5дг2×Квидг8-2; Чи1мс×Квидг1; Чи1мс× Кви7; Би5дг2×Квидг5; П1дг7×Би5дг2). Размах вариации по диаметру кочана составил 3,2 см. Максимальное среднее значение диаметра кочана у гибридной комбинации П1дг4-II×Би5дг2-2 ($m_{ср}$ = 14,4 см), минимальное – у гибридной комбинации Би5дг2×Квидг5 ($m_{ср}$ = 11,2 см).

По высоте кочана 28 образцов (84,8% от общего количества) значимо на НСР05 = 1,95 см превосходят гибрид Квистар F1 (кроме образцов Кви3×П1дг1; Би5дг2×Квидг(16)I; Чи1мс×Квидг1; Квидг(16)I×Би5дг2; Би5дг2×Квидг5). Размах вариации по высоте кочана составил по высоте кочана – 7,1 см. Максимальное среднее значение высоты кочана у образца Би5дг2×П1дг8-1 ($m_{ср}$ = 26,6 см), минимальное – у образца Квидг(16) I×Би5дг2 ($m_{ср}$ = 19,5 см).

По ширине черешка 21 образец (63,6% от общего количества) значимо на НСР05 = 0,65 см превосходят гибрид Гидра F1 (кроме Квидг8-2×Би5дг2; Би5дг2×Квидг8-2; Квидг(13)I×Би5дг2; Би5дг2×Квидг(16)I; Би5дг2×Т52; Квидг4×П1дг15; Чи1мс×Квидг1; Квидг(16)I×Би5дг2; Би5дг2×П2дг2-11; Би5дг2×Квидг5; П1дг7×Би5дг2). Размах вариации по ширине черешка составил 2,0 см. Максимальное среднее значение ширины жилки у образца П1дг4-II×Би5дг2-2 ($m_{ср}$ = 6,1 см), минимальное – у образца П1дг7×Би5дг2 ($m_{ср}$ = 4,1 см).

Как можно видеть из данных табл.2, примерно 64% образцов (22 гибридные комбинации) морфологически однородны по признаку диаметр кочана с коэффициентом вариации CV≤10%. Одиннадцать остальных образцов имеют коэффициент вариации незначительно выше 10% (до 20%).

По высоте кочана низкое значение коэффициента вариации CV≤10% имеют примерно 94% генотипов (31 образец), остальные два средне варьируют по этому признаку.

По ширине черешка 42% образцов (14 образцов) низко варьируют по этому признаку с коэффициентом вариации CV≤10%, 58% (19 образцов) имеют средний коэффициент вариации свыше 10% и до 20%.

В совокупности по ценным хозяйственным признакам были выделены лучшие 5 выровненных продуктивных образцов (рис. 1).

Гибридная комбинация П1дг4-II×Би5дг2 имеет самое высокое среднее значение массы кочана $m_{ср}$ = 1933,50 г. По признакам диаметр и высота кочана, и по ширине черешка образцы слабо варьировали; по среднему

значению массы кочана коэффициент вариации равен 29 %. Это может объясняться разной плотностью кочанов, однако все образцы гибридной комбинации имели высокую массу.

Гибридная комбинация Би5дг2-I×П2дг7 имеет среднее значение массы кочана $m_{ср}$ = 1719,67 г. По высоте кочана и по ширине черешка образцы почти не варьировали (CV≤5%), по диаметру кочана коэффициент вариации был также низкий (CV = 11%), по среднему значению массы кочана коэффициент вариации был приближен незначительно выше среднего диапазона (CV = 22%). Образцы данной гибридной комбинации можно в целом охарактеризовать как морфологически однородные.

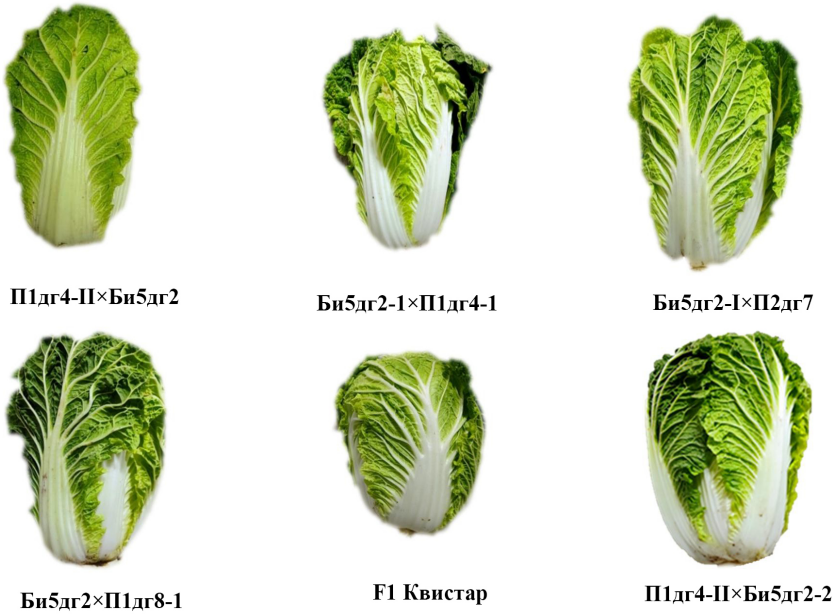

Рис. 1. Лучшие по совокупности хозяйственных признаков и морфологической однородности гибридные комбинации капусты пекинской в сравнении со стандартом Квистар F1

Гибридная комбинация Би5дг2×П1дг8-1 имеет среднее значение массы кочана $m_{ср}$ = 1795,75 г. По высоте и диаметру кочана, а также по массе образцы почти не варьировали (CV≤8%), по ширине черешка коэффициент вариации был также невысокий (CV = 12%). Образцы гибридной комбинации можно охарактеризовать как морфологически однородные.

Гибридная комбинация Би5дг2-1×П1дг4-1 имеет среднее значение массы кочана $m_{ср}$ = 1763,50 г. По всем признакам, включая продуктивность образцы почти не варьировали (CV≤8%). Образцы данной гибридной комбинации морфологически однородные.

Гибридная комбинация П1дг4-II×Би5дг2-2 имеет среднее значение массы кочана $m_{ср}$ = 1808,25 г. По всем признакам, кроме диаметра кочана, образцы почти не варьировали (CV≤8%). По диаметру кочана коэффициент вариации был также невысоким CV = 12%. Образцы гибридной комбинации можно охарактеризовать как морфологически однородные. Гибридная комбинация П1дг4-II×Би5дг2-2 имеет внешнее сходство по форме со стандартом F1 Квистар (рис.1), но превосходит его по размерам и продуктивности.

Все 5 выделенных гибридных комбинаций имеют закрытую вершину кочана и морфологически однородны. Все 5 гибридных комбинаций по среднему значению массы кочана превосходят 2 стандарта Гидра F1 и Квистар F1 не менее, чем на 30%.

Оценка генотипов на пригодность к хранению в течение 4 месяцев. Кочаны 33 генотипов и 2 стандартов были заложены на хранение 15 октября 2023 г. в двух повторностях по 4 кочана. Через 4 месяца (16 февраля 2024 г.) проводили весовой и визуальный учет показателей сохраняемости кочанов, выход товарной продукции, убыль массы, потери от болезней.

В таблице 3 приводятся данные развития болезней по их видам, после проведенного учета образцов кочанов капусты пекинской в результате хранения в течение 4 месяцев в провокационных условиях.

Таблица 3.

Развитие болезней (%) генотипов капусты пекинской в период хранения

Генотип	Развитие болезни, %			
	точечный некроз	слизистый бактериоз	внутренний некроз	серая гниль
П1дг4-II×Би5дг2	15,0	25,0	—	—
Кви3×П1дг1	30,0	—	—	—
Квидг8-2×Би5дг2	22,5	25,0	4,2	—
Би5дг2×Квидг8-2	7,5	—	—	—
Квидг(13)I×Би5дг2	25,7	42,9	—	22,9
Кви19×П1дг9	—	18,8	6,9	20,0
Би5дг2×Квидг(16)I	45,0	25,0	—	—
Би5дг×П1дг5	7,50	65,6	—	20,0
Би5дг2×Т52	30,0	12,5	—	—
Би5×П2дг7	—	—	—	—

Квидг7×П1дг4	20,0	—	5,5	—
Квидг4×П1дг15	—	—	—	22,9
Квидг7-I×Би5дг2	—	46,9	12,5	35,0
Чи1мс×Квидг1	—	37,5	—	20,0
Квидг(16)I×Би5дг2	—	65,6	—	40,0
П2дг2-II×Би5дг2	—	43,8	—	40,0
П1дг8-1×Би5дг2-1	—	37,5	—	40,0
Кви10×П4дг2	30,0	18,8	—	20,0
ЧиIмс×П1дг4	—	28,1	4,2	20,0
Би5дг2×Квидг7-I	7,5	59,4	—	10,0
Би5дг2× П1дг4	—	75,0	—	40,0
Чи1мс× Кви7	—	75,0	4,2	40,0
Би5дг2-I×П2дг7	—	83,3	—	26,7
П1дг5-II×Би5дг2	—	40,0	—	—
П2дг2×Би5дг2	—	75,0	4,2	40,0
Би5дг2×П2дг2-11	—	37,5	1,4	20,0
Би5дг2×Квидг5	—	9,4	1,4	10,0
Кви10×П1дг5	30,0	—	—	—
П1дг7×Би5дг2	14,3	21,4	—	5,7
Би5дг2×П1дг8-1	30,0	—	—	—
Би5дг2-1×П1дг4-1	—	18,8	—	40,0
П1дг4-II×Би5дг2-2	30,0	—	—	—
П1дг5×Би5дг2	—	31,3	—	10,0
F1 Гидра	—	33,3	—	26,7
F1 Квистар	—	75,00	1,4	40,0

Примечание. Прочерком обозначено отсутствие заболевания у образцов

В таблице 4 представлены данные по выходу товарной продукции и потерям массы в процентах по отношению к первоначальной массе кочана до закладки на хранение, в том числе естественной убыли массы и убыли массы от болезней по их видам. Гибридные комбинации с максимальной средней массой выхода товарной продукции после хранения П1дг4-II×-Би5дг2-2 и Би5×П2дг7. Эти генотипы значительно (НСР05 = 286,53 г.) превзошли по среднему значению массы товарной продукции 2 стандарта (табл.4). Также дополнительно были отмечены 6 гибридных комбинаций: Кви3×П1дг1; Би5дг2×Квидг8-2; П1дг5-II×Би5дг2; Кви10×П1дг5; Би5дг2×П1дг8-1 и П1дг5×Би5дг2 с минимальной потерей массы кочана от болезней.

Таблица 4.

Выход товарной продукции (гр.) и потери (% от исходной массы кочанов) после хранения генотипов капусты пекинской в течении 124 дней

Генотипы	Выход товарной продукции, гр.	Потери, %						
		Всего	Убыль массы	От болезней	По видам болезней			
					точечный некроз	слизистый бактериоз	внутренний некроз	серая гниль
П1дг4-II×Би5дг2	734,50	62,01	41,65	20,36	7,63	12,73	—	—
Кви3×П1дг1	594,88	54,34	45,56	8,78	8,78	—	—	—
Квидг8-2×Би5дг2	599,00	62,03	42,62	19,42	8,46	9,40	1,56	—
Би5дг2×Квидг8-2	686,38	50,20	40,98	9,22	9,22	—	—	—
Квидг(13)I×Би5дг2	525,43	50,90	38,65	12,25	3,44	5,75	—	3,06
Кви19×П1дг9	588,75	55,99	37,48	18,51	7,60	2,81	8,10	7,60
Би5дг2×Квидг(16)I	743,38	46,95	34,91	12,04	7,74	4,30	—	—
Би5дг×П1дг5	892,25	39,23	18,51	20,72	1,67	14,60	—	4,45
Би5дг2×Т52	495,88	53,74	41,39	12,35	8,72	3,63	—	—
Би5×П2дг7	1043,25	37,13	37,13	—	—	—	—	—
Квидг7×П1дг4	661,83	58,47	44,51	13,96	10,95	—	3,01	
Квидг4×П1дг15	571,14	51,98	37,57	14,41	—	—	—	14,41
Квидг7-I×Би5дг2	752,00	43,93	27,86	16,07	—	7,98	2,13	5,96
Чи1мс×Квидг1	499,13	54,23	36,93	17,31	—	11,29	—	6,02
Квидг(16)I×Би5дг2	561,38	51,82	26,95	24,88	—	15,46	—	9,42
П2дг2-II×Би5дг2	899,67	41,74	25,37	16,37	—	8,55	—	7,82
П1дг8-1×Би5дг2-1	765,88	50,78	31,57	19,20	—	9,29	—	9,91
Кви10×П4дг2	510,63	62,21	50,49	11,72	5,11	3,20	—	3,41
ЧиIмс×П1дг4	540,88	57,99	44,25	13,74	—	7,39	1,10	5,25
Би5дг2×Квидг7-I	628,63	50,97	32,14	18,83	1,84	14,54	—	2,45
Би5дг2× П1дг4	612,75	60,02	28,48	31,54	—	20,57	—	10,97
Чи1мс× Кви7	586,88	48,74	30,20	18,55	—	11,67	0,65	6,23
Би5дг2-I×П2дг7	670,33	61,02	36,64	24,38	—	18,47	—	5,91
П1дг5-II×Би5дг2	777,75	50,85	42,31	8,53	8,53	—	—	—
П2дг2×Би5дг2	745,25	42,82	27,16	15,65	—	9,85	0,55	5,25
Би5дг2×П2дг2-11	378,38	57,12	42,17	14,95	—	9,52	0,35	5,08
Би5дг2×Квидг5	573,25	44,87	30,26	14,62	—	6,60	0,98	7,04
Кви10×П1дг5	635,50	47,20	41,97	5,23	5,23	—	—	—
П1дг7×Би5дг2	438,57	56,02	41,80	14,21	4,90	7,35	—	1,96
Би5дг2×П1дг8-1	904,75	49,62	39,22	10,40	10,40	—	—	—
Би5дг2-1×П1дг4-1	678,25	61,54	36,04	25,50	—	8,14	—	17,36
П1дг4-II×Би5дг2-2	1015,50	43,84	36,22	7,62	7,62	—	—	—
П1дг5×Би5дг2	728,50	44,39	34,14	10,25	—	7,77	—	2,48
F1 Гидра	165,67	82,41	55,54	26,87	—	14,93	—	11,94
F1 Квистар	713,88	45,44	26,74	18,70	—	12,05	0,22	6,43
НСР05	286,53	—	—	—	—		—	

Примечание. Прочерком обозначено отсутствие потерь по видам болезней

Гибридные комбинации Би5×П2дг7 и П1дг4-II×Би5дг2-2 по выходу товарной продукции имели среднее значение массы свыше 1000 г. и превысили 2 стандарта: Гидра F1 на НСР05 = 286,53

Шесть образцов имели минимальные потери массы от болезней до 11%: Кви3×П1дг1; Би5дг2×Квидг8-2; П1дг5-II×Би5дг2; Кви10×П1дг5; Би-5дг2×П1дг8-1 и П1дг5×Би5дг2.

Примечательно, что генотип П1дг4-II×Би5дг2-2 с высоким выходом товарной массы превзошел до хранения по продуктивности 2 стандарта и вошел в число пяти лучших гибридных комбинаций. У другого генотипа Би5×П2дг7 минимальная из всех изучаемых гибридов общая потеря массы 37,13%, причём он не был поражен болезнями во время хранения. До хранения генотип Би5×П2дг7 превысил по продуктивности стандарт F1 Гидра. Эти два генотипа (П1дг4-II×Би5дг2-2 и Би5×П2дг7) хорошо выровнены в совокупности по важным хозяйственным признакам в полевом опыте 2023 г. и после 4 месяцев хранения имели превышение выхода товарной продукции над двумя стандартами свыше 40%.

Из шести гибридных комбинаций с минимальными потерями массы от болезней до 11% после длительного хранения генотип Би5дг2×П1дг8-1 до хранения превысил по массе кочана 2 стандарта и вошел в пятерку лучших; генотипы Би5дг2×Квидг8-2 и Кви3×П1дг1 – превысили по продуктивности один стандарт. На рис. 2 представлена диаграмма, демонстрирующая процентное соотношение (от исходной массы до закладки на хранение) средних значений массы выхода овощной продукции, убыли массы во время хранения и потерь массы от болезней в результате хранения в провокационных условиях.

Как видно, средний выход товарной продукции, включая стандарты, составил менее 50% от первоначальной средней массы до закладки на хранение (рис.2).

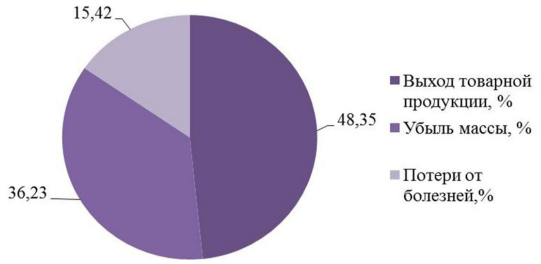

Рис. 2. Среднее значение массы кочанов сохраняемых генотипов капусты пекинской (процент от исходной массы до хранения) в период хранения с октября по февраль 2023-2024 гг.

Примечательно, что 2 стандарта после 4 месяцев хранения были подвержены заболеваниям, причем гибрид F1 Квистар показал незначительное повреждение внутренним некрозом, к которому имеет генетическую устойчивость.

Однако кроме генотипа Би5×П2дг7, устойчивого к болезням во время хранения, отдельные кочаны некоторых генотипов после хранения были практически не повреждены. Пример такого кочана с отсутствием видимого физического распада у генотипа Би5дг2×Квидг5 представлен на рис.3.

Рис. 3. Генотип Би5дг2×Квидг5 до (слева) и после (справа) 4-х месяцев хранения

Выводы

В результате полевого испытания устойчивых к киле 33 гибридных комбинаций капусты пекинской выделены 5 наиболее продуктивных, имеющих закрытую вершину и выровненных: П1дг4-II×Би5дг2; Би5дг2-I×П2дг7; Би5дг2×П1дг8-1; Би5дг2-1×П1дг4-1 и П1дг4-II×Би5дг2-2. Эти генотипы со средним значением массы свыше 1700 г. значительно превысили по продуктивности 2 стандарта не менее чем на 30%.

В результате оценки пригодности генотипов к длительному хранению были выделены 2 лучших: П1дг4-II×Би5дг2-2 и Би5×П2дг7 с минимальными потерями массы. Среднее значение выхода товарной продукции этих генотипов значительно превысило 2 стандарта. Генотип П1дг4-II×-Би5дг2-2 – лучший по хозяйственным признакам до и после хранения; генотип Би5×П2дг7 – с минимальной потерей массы и устойчивый к заболеваниям хранения, превысил до хранения по массе стандарт F1 Гидра.

Также были отмечены дополнительно 6 гибридных комбинаций с минимальными потерями массы от болезней во время хранения: Кви3×П1дг1, Би5дг2×Квидг8-2, П1дг5-II×Би5дг2, Кви10×П1дг5, Би5дг2×П1дг8-1 и П1дг5×Би5дг2. Из них генотип Би5дг2×П1дг8-1 до хранения вошел в пя-

терку лучших; генотипы Би5дг2×Квидг8-2 и Кви3×П1дг1 – превысили до хранения по продуктивности один стандарт.

Общий средний выход овощной продукции после хранения составил 48,35%.

Шесть генотипов: П1дг4-II×Би5дг2; Би5дг2-I×П2дг7; Би5дг2×П1дг8-1; Би5дг2-1×П1дг4-1; П1дг4-II×Би5дг2-2 и Би5×П2дг7 рекомендованы для расширенного испытания и отбора перспективных гибридов с комплексом хозяйственно-ценных признаков, включая устойчивость к килe, для передачи на Государственное сортоиспытание. Из них 3 генотипа П1дг4-II×Би-5дг2-2, Би5×П2дг7 и Би5дг2×П1дг8-1 дополнительно показали хорошую пригодность к длительному хранению.

Для дополнительных испытаний на пригодность к длительному хранению рекомендованы 5 гибридных комбинаций с минимальным поражением болезнями и потерей массы: Кви3×П1дг1, Би5дг2×Квидг8-2, П1дг5-II×Би5дг2, Кви10×П1дг5 и П1дг5×Би5дг2.

Информация о конфликте интересов. Конфликт интересов отсутствует.

Информация о спонсорстве. Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в соответствии с соглашением 075-15-2023-220 на поддержку программы развития университета «Приоритет-2030».

Список литературы

1. Артемьева, А. М., & Соловьева, А. Е. (2018). Генетическое разнообразие и биохимическая ценность капустных овощных растений рода Brassica L. *Вестник НГАУ. Биология*, *(4)*, 50–61. https://doi.org/10.31677/2072-6724-2018-49-4-50-61
2. Заставнюк, А. Д., Монахос, Г. Ф., & Монахос, С. Г. (2023). Получение и оценка селекционного материала для создания F1 гибридов капусты пекинской (B. rapa ssp. pekinensis) с устойчивостью к стрессовым факторам. *Овощи России*, *(4)*, 13–22. https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-4-13-22
3. Заставнюк, А. Д., Монахос, Г. Ф., Вишнякова, А. В., Миронов, А. А., & Монахос, С. Г. (2022). Генотипирование устойчивости к килe и оценка комбинационной способности капусты пекинской. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*, *(5)*, 77–91. https://doi.org/10.26897/0021-342X-2022-5-77-91
4. Иванова, М. И., Янченко, Е. В., Янченко, А. В., & Вирченко, И. И. (2021). Качество и оптимальный срок лежкости капусты белокочанной поздне-

го срока созревания. *Техника и технология пищевых производств*, *51*(4), 690–700. http://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-690-700

5. Монахос, Г. Ф., & Монахос, С. Г. (2009). *Капуста пекинская Brassica rapa L.Em. Metzg. ssp. pekinensis (Lour.) Hanelt. Биологические особенности, генетика, селекция и семеноводство:* монография. Москва: Издательство РГАУ-МСХА.
6. Монахос, С. Г., Воронина, А. В., Байдина, А. В., & Зубко, О. Н. (2019). Селекция растений на устойчивость – основа защиты от болезней в органическом земледелии. *Картофель и овощи*, *(6)*, 38. https://doi.org/10.25630/PAV.2019.92.83.009
7. Akpolat, H., & Barringer, S. A. (2015). The effect of pH and temperature on cabbage volatiles during storage. *Journal of Food Science*, *80*(8), S1878–S1884. https://doi.org/10.1111/1750-3841.12939
8. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2022). Crops and livestock products: Production quantities of cabbage and other brassicas by country. Retrieved July 18, 2022, from https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize
9. Kim, S., & Rho, H. Y. (2022). The effects of climate change on heading-type Chinese cabbage (Brassica rapa L. ssp. pekinensis) economic production in South Korea. *Agronomy*, *12*(12), 3172. https://doi.org/10.3390/agronomy12123172
10. Kramchote, S., Srilaong, V., Wongs-Aree, C., & Kanlayanarat, S. (2012). Low temperature storage maintains postharvest quality of cabbage (Brassica oleraceae var. capitata L.) in supply chain. *International Food Research Journal*, *19*(2), 759–763. Retrieved from http://agris.upm.edu.my:8080/dspace/handle/0/12128
11. Lee, D. S., et al. (2015). Effect of cold storage on the contents of glucosinolates in Chinese cabbage (Brassica rapa L. ssp. pekinensis). *South Indian Journal of Biological Sciences*, *1*(1), 38–42. https://doi.org/10.22205/sijbs/2015/v1/i1/100441
12. Li, C. W., et al. (1981). The origin, evolution, taxonomy and hybridization of Chinese cabbage. In *Proceedings of the First International Symposium on Chinese Cabbage* (pp. 3–10). AVRDC Publication. Retrieved from https://avrdc.org/publications/proceedings-series/
13. Park, S. H., Cho, H. R., Lee, S. B., Kim, G. K., & Lee, J. S. (2019). Practical cultivation guidelines for kimchi cabbage. Rural Development Administration. Retrieved August 23, 2022, from https://www.nongsaro.go.kr/portal/
14. Porter, K. L., Klieber, A., & Collins, G. (2003). Chilling injury limits low temperature storage of 'Yuki' Chinese cabbage. *Postharvest Biology and Technology*, *28*(1), 153–158. https://doi.org/10.1016/S0925-5214(02)00144-8

15. Porter, K. L. (2004). The postharvest physiology of Chinese cabbage cv. 'Yuki'. Doctoral dissertation, University of Adelaide, Australia. Retrieved from https://hdl.handle.net/2440/22065
16. Qi, X., An, H., Ragsdale, A. P., Hall, T. E., Gutenkunst, R. N., Chris Pires, J., & Barker, M. S. (2017). Genomic inferences of domestication events are corroborated by written records in Brassica rapa. *Molecular Ecology*, *26*(13), 3373–3388. https://doi.org/10.1111/mec.14131
17. Ren, W., et al. (2020). Utilization of Ogura CMS germplasm with the clubroot resistance gene by fertility restoration and cytoplasm replacement in Brassica oleracea L. *Horticulture Research*, *7*, Article number: 156. https://doi.org/10.1038/s41438-020-0282-8
18. Studstill, D., Simonne, E., Brecht, J., & Gilreath, P. (2007). Pepper spot ("gomasho") on napa cabbage. University of Florida, IFAS Extension Fact Sheet HS352. Retrieved from http://edis.ifas.ufl.edu/HS352
19. Sun, X. X., et al. (2018). Genetic analysis of Chinese cabbage reveals correlation between rosette leaf and leafy head variation. *Frontiers in Plant Science*, *9*, 1455. https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01455
20. Yuan, J., Shen, C., Yuan, R., et al. (2021). Identification of genes related to tipburn resistance in Chinese cabbage and preliminary exploration of its molecular mechanism. *BMC Plant Biology*, *21*, 1–12. https://doi.org/10.1186/s12870-021-03303-z
21. Yu, Y. J., Zhao, X. Y., & Xu, J. B. (2002). Screening method for resistance to tipburn in Chinese cabbage. In *XXVI International Horticultural Congress: Advances in Vegetable Breeding* (No. 637, pp. 189–193). https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.637.22

References

1. Artemyeva, A. M., & Solovieva, A. E. (2018). Genetic diversity and biochemical value of vegetable plants of the genus Brassica L. *Bulletin of NSTU. Biology*, *(4)*, 50–61. https://doi.org/10.31677/2072-6724-2018-49-4-50-61
2. Zastavnyuk, A. D., Monakhos, G. F., & Monakhos, S. G. (2023). Creation and evaluation of breeding material for developing F1 hybrids of Chinese cabbage (Brassica rapa ssp. pekinensis) resistant to stress factors. *Vegetables of Russia*, *(4)*, 13–22. https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-4-13-22
3. Zastavnyuk, A. D., Monakhos, G. F., Vishniakova, A. V., Mironov, A. A., & Monakhos, S. G. (2022). Genotyping clubroot resistance and evaluating combining ability in Chinese cabbage. *Proceedings of Timiryazev Agricultural Academy*, *(5)*, 77–91. https://doi.org/10.26897/0021-342X-2022-5-77-91

4. Ivanova, M. I., Yanchenko, E. V., Yanchenko, A. V., & Virchenko, I. I. (2021). Quality and optimal shelf life of late-maturing white cabbage. *Food Industry Technologies*, *51*(4), 690–700. http://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-690-700
5. Monakhos, G. F., & Monakhos, S. G. (2009). Chinese cabbage (Brassica rapa L. Em. Metzg. ssp. pekinensis (Lour.) Hanelt). Biological characteristics, genetics, breeding and seed production. Moscow: Publishing house of RGAA-MSAU.
6. Monakhos, S. G., Voronina, A. V., Baydina, A. V., & Zubko, O. N. (2019). Breeding for disease resistance as a foundation for pest control in organic farming. *Potatoes and Vegetables*, *(6)*, 38. https://doi.org/10.25630/PAV.2019.92.83.009
7. Akpolat, H., & Barringer, S. A. (2015). The effect of pH and temperature on cabbage volatiles during storage. *Journal of Food Science*, *80*(8), S1878–S1884. https://doi.org/10.1111/1750-3841.12939
8. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2022). Crops and livestock products: Production quantities of cabbage and other brassicas by country. Retrieved July 18, 2022, from https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize
9. Kim, S., & Rho, H. Y. (2022). The effects of climate change on heading-type Chinese cabbage (Brassica rapa L. ssp. pekinensis) economic production in South Korea. *Agronomy*, *12*(12), 3172. https://doi.org/10.3390/agronomy12123172
10. Kramchote, S., Srilaong, V., Wongs-Aree, C., & Kanlayanarat, S. (2012). Low temperature storage maintains postharvest quality of cabbage (Brassica oleraceae var. capitata L.) in supply chain. *International Food Research Journal*, *19*(2), 759–763. Retrieved from http://agris.upm.edu.my:8080/dspace/handle/0/12128
11. Lee, D. S., et al. (2015). Effect of cold storage on the contents of glucosinolates in Chinese cabbage (Brassica rapa L. ssp. pekinensis). *South Indian Journal of Biological Sciences*, *1*(1), 38–42. https://doi.org/10.22205/sijbs/2015/v1/i1/100441
12. Li, C. W., et al. (1981). The origin, evolution, taxonomy and hybridization of Chinese cabbage. In *Proceedings of the First International Symposium on Chinese Cabbage* (pp. 3–10). AVRDC Publication. Retrieved from https://avrdc.org/publications/proceedings-series/
13. Park, S. H., Cho, H. R., Lee, S. B., Kim, G. K., & Lee, J. S. (2019). Practical cultivation guidelines for kimchi cabbage. Rural Development Administration. Retrieved August 23, 2022, from https://www.nongsaro.go.kr/portal/
14. Porter, K. L., Klieber, A., & Collins, G. (2003). Chilling injury limits low temperature storage of 'Yuki' Chinese cabbage. *Postharvest Biology and Technology*, *28*(1), 153–158. https://doi.org/10.1016/S0925-5214(02)00144-8
15. Porter, K. L. (2004). The postharvest physiology of Chinese cabbage cv. 'Yuki'. Doctoral dissertation, University of Adelaide, Australia. Retrieved from https://hdl.handle.net/2440/22065

16. Qi, X., An, H., Ragsdale, A. P., Hall, T. E., Gutenkunst, R. N., Chris Pires, J., & Barker, M. S. (2017). Genomic inferences of domestication events are corroborated by written records in Brassica rapa. *Molecular Ecology*, *26*(13), 3373–3388. https://doi.org/10.1111/mec.14131
17. Ren, W., et al. (2020). Utilization of Ogura CMS germplasm with the clubroot resistance gene by fertility restoration and cytoplasm replacement in Brassica oleracea L. *Horticulture Research*, *7*, Article number: 156. https://doi.org/10.1038/s41438-020-0282-8
18. Studstill, D., Simonne, E., Brecht, J., & Gilreath, P. (2007). Pepper spot ("gomasho") on napa cabbage. University of Florida, IFAS Extension Fact Sheet HS352. Retrieved from http://edis.ifas.ufl.edu/HS352
19. Sun, X. X., et al. (2018). Genetic analysis of Chinese cabbage reveals correlation between rosette leaf and leafy head variation. *Frontiers in Plant Science*, *9*, 1455. https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01455
20. Yuan, J., Shen, C., Yuan, R., et al. (2021). Identification of genes related to tipburn resistance in Chinese cabbage and preliminary exploration of its molecular mechanism. *BMC Plant Biology*, *21*, 1–12. https://doi.org/10.1186/s12870-021-03303-z
21. Yu, Y. J., Zhao, X. Y., & Xu, J. B. (2002). Screening method for resistance to tipburn in Chinese cabbage. In *XXVI International Horticultural Congress: Advances in Vegetable Breeding* (No. 637, pp. 189–193). https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.637.22

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Заставнюк Анастасия Дмитриевна, аспирант кафедры ботаники селекции и семеноводства садовых растений
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
ул. Тимирязевская, 49, г. Москва, 127550, Российская Федерация
a.zastavnuk@rgau-msha.ru

Монахос Григорий Федорович, канд. с.-х. наук, генеральный директор
ООО «Селекционная станция имени Н.Н. Тимофеева»
ул. Пасечная, 5, г. Москва, 127550, Российская Федерация
breedst@mail.ru

Монахос Сократ Григорьевич, д-р с.-х. наук, профессор РАН, заведующий кафедрой ботаники, селекции и семеноводства садовых растений
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
ул. Тимирязевская, 49, г. Москва, 127550, Российская Федерация
s.monakhos@rgau-msha.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Anastasiya D. Zastavnyuk, post-graduate student, Department of Botany, Plant Breeding and Seed Technology
Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy
49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation
a.zastavnuk@rgau-msha.ru
SPIN-code: 3976-0659
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4115-0606
ResearcherID: ADP-6159-2022

Grigoriy F. Monakhos, PhD (Ag), Chief Executive Officer
Breeding Station named after N.N. Timofeev Ltd.
5, Pasechnaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation
breedst@mail.ru
SPIN-code: 3741-6845
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6603-6933

Sokrat G. Monakhos, DSc (Ag), Professor, Head of the Department of Botany, Plant Breeding and Seed Technology
Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy
49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation
s.monakhos@rgau-msha.ru
SPIN-code: 7130-9663
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9404-8862
ResearcherID: L-5962-2013

Поступила 02.07.2024 Received 02.07.2024
После рецензирования 25.07.2024 Revised 25.07.2024
Принята 07.08.2024 Accepted 07.08.2024