

# Комбинационная способность нового исходного материала капусты

Combination ability of the new source material of cabbage

Костенко Г.А.

## Аннотация

Дана оценка комбинационной способности 10 линий поздней капусты белокочанной, используемых в качестве отцовских компонентов скрещивания по следующим показателям: диаметр розетки, средняя масса кочана, величина наружной и внутренней кочерыги, индекс кочана, вкус, плотность, количество поврежденных листьев кочана *Thrips tabaci* Lind. Один из основных критериев оценки родительских компонентов у гибридов капусты белокочанной – комбинационная способность (КС) линий, которая определяет целесообразность использования линии в селекционном процессе. Для оценки КС используют различные схемы скрещиваний, среди которых в селекции успешно применяют метод топ-красса. Этот метод мы применили для оценки серии новых позднеспелых линий капусты белокочанной, используемых в качестве отцовского компонента при скрещивании с двумя материнскими ЦМС линиями среднепозднего срока созревания. Цель исследования: определить наиболее перспективные линии, стабильно сочетающиеся в своем генотипе максимальное количество необходимых признаков. Исследования проведены в 2020–2021 годах на базе ВНИИ овощеводства – филиала ФГБНУ ФНЦО (д. Верейя Раменского района Московской области). Место исследований относится к лесной зоне в центральной части Русской равнины. Почвы – аллювиально-луговые среднесуглинистого гранулометрического состава. Погодные условия в годы проведения исследований были следующие: в 2020 году отмечалось повышенное выпадение осадков, в 2021 году – жаркая засушливая погода, недостаток влаги, благоприятные условия для развития *Plutella xylostella* (L.) и *Thrips tabaci* Lind. во время вегетации. Недостаток влаги компенсировали дополнительными поливами. Гибридные комбинации сформировали хорошие кочаны, имели высокую товарность и отличное качество кочанов. В результате исследований в 2020–2021 годах выделены линии, сочетающиеся в своем генотипе от 2 до 5 изучаемых признаков. Наиболее перспективные линии: Std13, 24–412н, Срк13, 24–412т. Линии Срк11 и 611 не представляют ценности для дальнейшей селекционной работы.

**Ключевые слова:** капуста белокочанная, гибридная комбинация, комбинационная способность, топ-красс, линии.

**Для цитирования:** Костенко Г.А. Комбинационная способность нового исходного материала капусты // Картофель и овощи. 2022. №5. С. 34–36. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.49.11.006>

Главное мировое направление в селекции капусты – создание  $F_1$  гибридов, которое основано на использовании самонесовместимости и цитоплазматической мужской стерильности [1]. В Государственном Реестре селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации, на 2021 год зарегистрировано 84,6% гибридов капусты белокочанной [2].

Во ВНИИ овощеводства – филиале ФГБНУ ФНЦО ведется работа по

созданию гетерозисных гибридов капусты позднего типа с комплексом хозяйственно полезных признаков, обладающих высокой урожайностью – 75–100 т/га, на основе линий с ЦМС и самонесовместимых инбредных линий. Важнейшим этапом в работе является создание и изучение исходного линейного материала, который является основой всех будущих гибридов.

Одним из основных критериев оценки родительских компонентов у гибридов капусты белокочанной яв-

ляется комбинационная способность (КС) линий, которая определяет целесообразность использования линии в селекционном процессе.

Для оценки КС применяют различные схемы скрещиваний, среди которых в селекции успешно применяется метод топ-красса. Этот метод мы применили для оценки серии новых позднеспелых линий капусты белокочанной, используемых в качестве отцовского компонента при скрещивании с двумя материнскими

Kostenko G.A.

## Abstract

An assessment of the combination ability of 10 lines of late white cabbage is given. Lines are used as paternal crosses. We studied the following parameters: rosette diameter, average head weight, outer and inner stump size, head index, taste, density, number of damaged leaves of *Thrips tabaci* Lind. One of the main criteria for evaluating parental components in cabbage hybrids is the combination ability (CS) of the lines, which determines the feasibility of using the line in the breeding process. Various crossing schemes are used to evaluate CS, among which the topcross method is successfully used in breeding. This method was used by us to evaluate a series of new late-maturing lines of white cabbage used as a paternal component when crossing with two maternal CMS lines of the mid-late ripening period. The purpose of the study: to determine the most promising lines that stably combine the maximum number of the necessary traits in their genotype. Scientific research was carried out in 2020–2021 on the basis of ARRIVG – a branch of FSBSI FSVC (Vereya, Ramensky District, Moscow Region). The research site belongs to the forest zone in the central part of the Russian Plain. Soils are alluvial meadows of medium loamy texture. The weather conditions during the years of the research were not entirely favorable for the cultivation of white cabbage. Precipitation above average annual values was observed in 2020. Hot dry weather, lack of moisture, favorable conditions for the development of *Plutella xylostella* (L.) and *Thrips tabaci* Lind. during the growing season were in 2021. The lack of moisture was compensated by additional irrigation. Hybrid combinations formed good heads, had high marketability and excellent quality of heads. As a result of studies conducted on white cabbage in 2020–2021, lines were identified that combine in their genotype from 2 to 5 of the studied traits. The most promising lines: Std13, 24–412n, Srk13, 24–412t. Lines Cpk11 and 611 are of no value for further breeding work.

**Key words:** white cabbage, hybrid combination, combination ability, top-cross, lines.

**For citing:** Kostenko G.A. Combination ability of the new source material of cabbage. Potato and Vegetables. 2022. No5. Pp. 34–36. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.49.11.006> (In Russ.).

ЦМС линиями среднепозднего срока созревания.

**Условия, материалы и методы исследований**

Исследования проведены в 2020–2021 годах во ВНИИ овощеводства – филиале ФГБНУ ФНЦО (д. Верея Раменского района Московской области). По природно-мелиоративному районированию место исследований относится к лесной зоне в центральной части Русской равнины с суммой осадков 593 мм за год. Средняя продолжительность безморозного периода составляет 136 дней. Самый жаркий месяц июль (18,4 °С). Сумма положительных температур выше 10 °С составляет 2075 °С, период с температурой воздуха более 10 °С – 134 дня. Почвы – аллювиально-луговые среднесуглинистого гранулометрического состава, с низким уровнем грунтовых вод. Пахотный слой имеет высокую степень насыщенности основаниями и с небольшой гидролитической кислотностью.

Посев – во второй декаде апреля в кассеты диаметром 4×4, в открытый грунт рассаду высаживали в 3 декаде мая.

Материалом для исследования служили 20 F<sub>1</sub> гибридов, полученных при скрещивании двух среднепоздних материнских линий с признаком ЦМС и 10 позднеспелых линий I2-I8: Стд14, Срк11, 1131, 611, 24–412н, 24–412т, Срк13, Стд11, Стд13, Стд12. В работе использовали общепринятые методики полевого опыта [3, 4].

Изучение 20 межлинейных гибридных комбинаций, полученных при скрещивании 2019 года, проводили в 2020–2021 годах. Размещение образцов рендомизированно, по 10 растений на каждой делянке. Оценку об-

разцов капусты проводили при наступлении технической спелости по морфологическим и хозяйственно ценным признакам: масса, индекс кочана, высота наружной и внутренней кочерыги, диаметр розетки листьев. Учет пораженности растений трипсом (*Thrips tabaci* Lind.) проводили в момент уборки, путем анализа пораженности капустных листьев кочана при зачистке на 10 растениях в каждом образце. По методике В.К. Савченко [5,6] определяли общую комбинационную способность родительских линий по изучаемым признакам.

**Результаты исследований**

Розетка листьев у растений капусты белокочанной имеет большое значение и определяет систему агротехнических мероприятий. В гибридных комбинациях показатель составил 41–72 см и 45–78 см по годам исследований. У изучаемых линий эффект ОКС по признаку варьировал от –14,75 до 8,75 см в 2020 году и от –17,23 до 9,28 см в 2021 году. На протяжении наших исследований стабильными низкими эффектами ОКС обладали линии – 24–412н, 24–412т, Срк13, Стд12. Эти линии перспективны для селекции гибридов с компактной розеткой. Линии Срк11, Стд11 обладают стабильно положительными эффектами ОКС (табл.).

Размер урожая капусты белокочанной напрямую зависит от массы кочана. Средняя масса кочана в гибридных комбинациях варьировала от 2,7 до 4,4 кг в 2020 г. и от 2,0 до 3,9 кг в 2021 году. У изучаемых линий эффект ОКС по признаку варьировал от –0,37 кг у линии Стд12 до 0,49 кг у линии 1131 в 2020 году и от –0,78 кг у линии 24–412н до 1,03 кг у Стд13 в 2021 году. Наиболее перс-

пективные линии для селекции с положительным эффектом ОКС. В наших исследованиях это линии Стд14 и Ст 13, отличающиеся стабильно положительными результатами.

Высота наружной кочерыги – один из параметров, по которому оценивают пригодность сортов и гибридов к механизированной уборке, влияет на устойчивость растений к ряду патогенов, определяют устойчивость к полеганию. Высота наружной кочерыги у гибридных комбинаций варьировала от 7 до 18 см в 2020 г. и от 11 до 20 см в 2021 году. У отцовских линий эффект ОКС по этому признаку варьировал от –2,65 см у линии Стд12 до 4,85 см у линии 1131 в 2020 году и от –4,5 см у линии Стд12 до 3,5 см у линии Стд11 в 2021 году. Наиболее перспективные линии для селекции с положительным эффектом ОКС на протяжении двух лет исследований: 1131, 24–412н, Стд11.

Индекс кочана характеризует форму кочана. Наиболее интересна для селекции у капусты белокочанной округлая и округло-плоская форма кочана. Индекс формы кочана у гибридных комбинаций изменялся в интервалах 0,8–1,12 и 0,8–1,2 по годам исследований. У изученных линий эффект ОКС варьировал от –0,1 у линии Срк11 до 0,1 у линии 1131 в 2020 году и от –0,16 у линии Срк11 до 0,19 у линии Стд11 в 2021 году. Наиболее перспективные линии для селекции со стабильно положительным эффектом ОКС: 1131, Стд11, Стд12.

Длина внутренней кочерыги – важный морфологический признак, определяющий качество урожая. Кочаны капусты должны быть с оптимальной внутренней структурой. Длина внутренней кочерыги у гиб-

**Показатели эффектов ОКС линий, 2020-2021 годы**

Линия	Диаметр розетки, см		Масса кочана, кг		Наружная кочерыга, см		Индекс кочана		Внутренняя кочерыга, см		Вкус, балл		Плотность, балл		Поврежденных листьев кочана, шт.	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Стд14	-1,25	0,28	0,19	0,38	-0,15	1,00	-0,02	-0,06	1,30	0,88	0,30	-0,15	0,30	0,13	1,20	-4,30
Срк11	8,75	5,78	-0,22	0,98	-1,65	0,00	-0,10	-0,16	-0,20	2,38	-0,20	0,10	-0,20	0,38	0,20	-0,30
1131	7,25	-3,22	0,49	-0,43	4,85	3,00	0,10	0,09	0,80	0,13	-0,45	-0,15	-1,20	-0,88	3,70	-2,30
611	3,75	-0,47	0,19	-0,48	1,35	-1,00	0,00	0,14	1,30	0,13	0,05	-0,40	0,05	-0,38	-0,30	2,20
24-412н	-14,75	-17,23	-0,42	-0,78	0,85	2,00	-0,08	-0,06	-2,20	-1,63	0,05	0,10	0,30	0,38	-2,30	0,70
24-412т	-2,25	-0,22	-0,12	-0,68	-2,15	-3,00	0,00	-0,01	-0,70	-1,13	0,05	0,10	0,30	0,13	0,20	1,20
Срк13	-3,75	-0,22	0,29	-0,33	-0,65	-3,00	0,00	-0,03	-0,70	0,88	0,05	0,10	0,80	0,63	-0,30	-1,30
Стд11	7,75	6,28	-0,17	0,07	0,35	3,50	0,05	0,19	1,30	-0,13	0,05	0,35	-0,70	0,13	0,20	1,20
Стд13	0,75	9,28	0,14	1,03	-0,65	2,00	-0,03	-0,16	0,30	-0,88	0,30	0,10	0,55	0,63	-2,80	3,20
Стд12	-6,25	-0,22	-0,37	0,23	-2,65	-4,50	0,08	0,06	-1,20	-0,63	-0,20	-0,15	-0,20	-0,38	0,20	-0,30

ридов должна составлять 35–40% от высоты кочана. При меньших значениях этого показателя в наших исследованиях отмечалось растрескивание в нижней части кочана вдоль внутренней кочерыги. Длина внутренней кочерыги у гибридных комбинаций варьировала от 7 до 13 см. У линий эффект ОКС варьировал от –2,2 см у линии 24–412н до 1,3 см у линии Стд14 и 611 в 2020 году, в 2021 году от –1,63 у линии 24–412н до 2,38 у линии Срк11. Наиболее перспективные линии для селекции со стабильно отрицательным эффектом ОКС: 24–412н, 24–412т, Стд12.

Вкусовые качества имеют определяющее значение в потреблении продукта. Вкус гибридных комбинаций при дегустационной оценке составил от 3 до 5 баллов в 2020 году и от 3,5 до 5 баллов в 2021 году. У линий эффект ОКС варьировал от –0,45 у линии 1131 до 0,30 у линий Стд14 и Стд13 в 2020 году и от –0,40 у линии 611 до 0,35 у линии Стд11 в 2021 году. Наиболее перспективные линии для селекции, обладающие стабильно положительными эффектами ОКС: 24–412н, 24–412т, Срк13, Стд11, Стд13.

Плотность кочана определяет внутреннюю структуру кочана и играет огромную роль в величине уро-

жая. Плотность кочана гибридных комбинаций составляла от 3 до 5 баллов. У линий эффект ОКС варьировал от –1,2 у линии 1131 до 0,8 у линий Срк13 в 2020 году и от –0,88 до 0,63 в 2021 году. Наиболее перспективные линии для селекции со стабильно положительным эффектом ОКС: Стд14, 24–412н, 24–412т, Срк13, Стд13.

В настоящее время серьезная проблема на капусте – *Thrips tabaci* Lind. Он повреждает растения и высасывает клеточный сок, вызывая образование желто-коричневых пятен и полос на наружных и внутренних листьях кочана, при высокой численности лист обесцвечивается и отмирает. Питание трипса на растениях при формировании кочана приводит к проблемам с товарностью кочанов и хранением продукции. Поврежденные кочаны можно закладывать на хранение, однако их необходимо неоднократно очищать от поврежденных листьев. Это приводит к снижению средней массы кочана до 20–30%, ухудшению товарного вида и дополнительным затратам [7]. Повреждение *Thrips tabaci* Lind. у гибридных комбинаций составило от 2 до 13 листьев кочана в 2020 году и от 0 до 12 листьев в 2021 году. У линий эффект ОКС варьировал от –2,8 листьев у Стд13 до 3,7 листьев у линий 1131. В 2021 году эффект

ОКС составил от –4,3 у линии Стд14 до 3,2 у линии Стд13. Наиболее перспективные линии со стабильно отрицательными эффектами ОКС. В наших исследованиях это линия Срк13.

### Выводы

Наиболее перспективны для дальнейшей селекционной работы линии, сочетающие в себе высокие показатели ОКС по многим хозяйственно ценным признакам. В результате исследований выявлено сочетание от 2 до 5 признаков в одном генотипе. Наиболее перспективные линии: Стд13 сочетает в своем генотипе высокую положительную ОКС по массе кочана, вкусу и плотности; 24–412н сочетает высокую положительную ОКС по высоте наружной кочерыги, вкусу, плотности, индексу кочана и отрицательную ОКС по величине розетки, величине внутренней и наружной кочерыги; Срк13 сочетает стабильно положительную ОКС по вкусу, плотности и отрицательную ОКС по величине розетки и количеству поврежденных листьев кочана; 24–412т положительную ОКС по вкусу, плотности и отрицательную ОКС по величине розетки, величине внутренней кочерыги. Линии Срк11 и 611 менее ценны для дальнейшей селекционной работы.

### Библиографический список

1. Монахос Г.Ф., Монахос С.Г., Костенко Г.А. Селекция капусты на устойчивость: состояние и перспективы // Картофель и овощи. 2016. №12. С. 31–35.
2. Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию [Электронный ресурс] URL: <https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2021/04/%D0%98%D1%82%D0%B%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9-%D1%80%D0%B5%D0%B5%D1%81%D1%82%D1%80-2021.pdf>. Дата обращения: 15.04.2022.
3. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М.: Россельхозакадемия, 2011. 125 с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
5. Савченко В.К. Метод оценки комбинационной способности генетически разнокачественных наборов родительских форм // Методики генетико-селекционного и генетического эксперимента. Минск, 1973. С. 48–77.
6. Савченко В.К. Многоцелевой метод количественной оценки комбинационной способности в селекции на гетерозис // Генетика. 1978. №5. С. 793–804.
7. Болезни и вредители овощных культур и картофеля / А.К. Ахатов, Ф.Б. Ганнибал, Ю.И. Мешков, Ф.С. Джалилов, В.Н. Чижов, А.Н. Игнатов, В.П. Полищук, Т.П. Шевченко, Б.А. Борисов, Ю.М. Стройков, О.О. Белошаркина. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013. С. 286–289.

### References

1. Monakhos G.F., Monakhos S.G., Kostenko G.A. Cabbage breeding for resistance: status and prospects. Potato and vegetables. 2016. No12. Pp. 31–35. (In Russ.)
2. State Register of breeding achievements approved for use [Web resource] URL: <https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2021/04/%D0%98%D1%82%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9-%D1%80%D0%B5%D0%B5%D1%81%D1%82%D1%80-2021.pdf>. Access date: 15.04.2022 (In Russ.)
3. Litvinov S.S. Methodology of the field experiment in vegetable growing. Moscow. Rosselkhozacadeiya. 2011. 649 p. (In Russ.)
4. Dospikhov B.A. Methodology of the field experiment. Moscow. Agropromizdat. 1985. 351 p. (In Russ.)
5. Savchenko V.K. Method of estimation of combinational ability of genetically different-quality sets of parent forms. Minsk. 1973. Pp. 48–78 (In Russ.)
6. Savchenko V.K. Multi-purpose method for quantitative assessment of combination ability in breeding for heterosis. Genetics. 1978. No5. Pp. 793–804 (In Russ.)
7. Diseases and pests of vegetable crops and potatoes A.K. Akhatov, F.B. Hannibal, Yu.I. Meshkov, F.S. Jalilov, V.N. Chizhov, A.N. Ignatov, V.P. Polishchuk, T.P. Shevchenko, B.A. Borisov, Yu.M. Stroikov, O.O. Beloshapkina. Moscow. KMK. 2013. Pp. 286–289 (In Russ.)

### Об авторе

Костенко Галина Александровна, канд. с.-х. наук, в.н.с. лаборатории селекции капустных культур, ВНИИО-филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», селекционер агрофирмы «Поиск». E-mail: [kostenko@poiskseeds.ru](mailto:kostenko@poiskseeds.ru)

### Author details

Kostenko G.A., Cand. Sci. (Agr.), leading research fellow cabbage breeding laboratory, ARRIVG – a branch of the FSBSI FSVC, breeder of the Poisk agrofirma. E-mail: [kostenko@poiskseeds.ru](mailto:kostenko@poiskseeds.ru)