

# Оценка комбинационной способности линий редьки черной (*Raphanus sativus* L.)

Evaluation of the combining ability of black radish (*Raphanus sativus* L.) lines

Миронов А.А., Ушанов А.А., Чернова А.А.

Mironov A.A., Ushanov A.A., Chernova A.A.

## Аннотация

## Abstract

Цель исследования – оценка комбинационной способности линий редьки черной по основным хозяйственно ценным признакам. Исследования проводили в 2019–2020 годах на базе ООО «Селекционная станция имени Н.Н. Тимофеева», подразделения ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, которая располагается на территории Москвы. Почвы опытного поля – среднесуглинистые дерново-подзолистые на покровном суглинке. Материалом служили линии редьки черной из коллекции ООО «Селекционная станция имени Н.Н. Тимофеева»: стерильные линии: MS 26, MS151 и фертильные линии: Rч65, Rч62, Rч64, Rч61, RчРын. Стандартом выбран популярный сорт редьки Зимняя круглая черная. Оценка комбинационной способности проводили методом скрещивания двух групп генотипов. Расчет комбинационной способности производили по первой математической модели, предложенной В.К. Савченко. Агроклиматические показатели 2019 и 2020 годов в целом несущественно отличались от среднесулетних значений и были оптимальны для выращивания редьки. Опыты закладывали рендомизированным методом. Схема посева 20×50, однострочная, по 30 растений в варианте, в двукратной повторности. Уход за растениями – общепринятый. Оценка гибридных комбинаций проводили по следующим параметрам: масса корнеплода, масса листьев, диаметр и длина корнеплода, урожайность, индекс формы корнеплода. 5 октября 2020 года шесть гибридных комбинаций были заложены на хранение до 10 апреля 2021 года. Гибридную комбинацию MS26 × Rч65, обладающую комплексом ценных хозяйственных признаков (высокая урожайность, средняя масса листьев, округлая форма корнеплода), можно рекомендовать для стационарного сортоиспытания. Наилучшая сохранность отмечена у гибридных комбинаций MS151 × Rч65 и MS151 × Рын (87,38 и 85,80% соответственно). Анализ эффектов ОК выявил селекционную ценность линий MS151 и Рын (большая масса корнеплода), Rч61 (большая масса листьев), MS26, MS151 и Rч62 (округлая форма корнеплода). Гибридные комбинации MS26 × Rч65, MS26 × Rч62, MS151 × Rч62 обладают стабильностью в проявлении хозяйственных признаков при испытании в разные годы.

The purpose of the study is to evaluate the combinational ability of black radish lines according to the main economically valuable characteristics. The research was carried out in 2019–2020 on the basis of the N.N. Timofeev Breeding Station LLC, a subdivision of the Russian State Agrarian University – MAA named after K.A. Timiryazev, which is located on the territory of Moscow. The soils of the experimental field are medium loamy, sod-podzolic on the cover loam. The material was the black radish lines from the collection of the N.N. Timofeev Breeding Station LLC: sterile lines: MS 26, MS151 and fertile lines: Rch65, Rch62, Rch64, Rch61, RchRyn. The standard is a popular variety of radish Zimnyaya kruglaya chernaya. The evaluation of the combinational ability was carried out by crossing two groups of genotypes. The calculation of the combinational ability was carried out according to the first mathematical model proposed by V.K. Savchenko. The agro-climatic indicators of 2019 and 2020 as a whole did not differ significantly from the long-term average values and are optimal for growing radishes. Bookmark the experience by a randomized method. The sowing scheme is 20 × 50, single-line, 30 plants in a variant, in double repetition. Plant care is generally accepted. Hybrid combinations were evaluated according to the following parameters: root crop mass, leaf mass, root crop diameter and length, yield, root crop shape index. On October 5, 2020, six hybrid combinations were put into storage until April 10, 2021. The hybrid combination MS26 × Rch65, which has a complex of valuable economic characteristics (high yield, average leaf weight, rounded shape of the root crop) can be recommended for station variety testing. The best preservation was noted in hybrid combinations MS151 × Rch65 and MS151 × Ryn (87.38 and 85.80%, respectively). The analysis of the effects of ACS revealed the breeding value of the lines MS151 and Ryn (large mass of root crop), Rch61 (large mass of leaves), MS26, MS151 and Rch62 (rounded shape of the root crop). Hybrid combinations MS26 × Rch65, MS26 × Rch62, MS151 × Rch62 have stability in the manifestation of economic signs when tested in different years.

**Ключевые слова:** редька черная, комбинационная способность, гибридная комбинация, линия, лежкость.

**Key words:** black radish, combining ability, hybrid combination, line, keeping quality.

**Для цитирования:** Миронов А.А., Ушанов А.А., Чернова А.А. Оценка комбинационной способности линий редьки черной (*Raphanus sativus* L.) // Картофель и овощи. 2022. №3. С. 37–40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.11.57.007>

**For citing:** Mironov A.A., Ushanov A.A., Chernova A.A. Evaluation of the combining ability of black radish (*Raphanus sativus* L.) lines. Potato and vegetables. 2022. No3. Pp. 37-40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.11.57.007> (In Russ.).

**Р**едька относится к корнеплодным растениям вида *Raphanus sativus* L. Наибольшую популярность эта культура имеет в странах Восточной Азии, где и выращивается основной объем всей производимой редьки в мире [1]. Несмотря на все полезные свойства этой культуры, в нашей стране редька, к сожалению, недооценена.

Редьку в товарных хозяйствах выращивают в основном в овощных се-

вооборотах. Данных по площадям возделывания в литературе не приводят. Используют главным образом сорта советской селекции, в связи с чем урожайность культуры невелика и не превышает 25 т/га. Однако исследователи указывают на возможность получения урожая редьки 80–100 т/га [2].

По данным на 2021 год в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к ис-

пользованию на территории нашей страны, включено 32 сорта и гибрида редьки, из них 30 отечественной селекции [3]. На рынке семян овощных растений этот сортимент ежегодно расширяется за счет перспективных сортов и гибридов отечественной и зарубежной селекции, однако F<sub>1</sub> гибридов черной редьки пока недостаточно [4, 5].

Изучение комбинационной способности линий редьки черной в ус-



Гибридная комбинация Ms26 × Pч65: а) 1 повторность; б) 2 повторность

ловиях средней полосы позволит выделить ценные образцы для дальнейшей селекционной работы, а наиболее перспективные гибридные комбинации рекомендовать для проведения расширенного станционного, а далее – для государственного сортоиспытания. Для оценки селекционной ценности линий и гибридных комбинаций чаще всего используют эффекты общей и специфической комбинационной способности (ОКС и СКС).

При создании F<sub>1</sub> гибридов на основе ядерно-цитоплазматической мужской стерильности особенности наследования хозяйственных признаков и эффектов комбинационной способности изучают в топкроссе или методом скрещивания двух групп генотипов [6, 7].

Цель исследования – оценка комбинационной способности линий редьки черной по основным хозяйственно ценным признакам. В задачи исследования входила оценка F<sub>1</sub> гибридов

редьки по основным хозяйственно ценным признакам и выделение лучших гибридных комбинаций для условий средней полосы, а также оценка эффекта комбинационной способности родительских линий и выделение наиболее перспективных из них для дальнейшей селекции.

**Условия, материалы и методы исследования**

Исследования проводили в 2019–2020 годах на базе ООО «Селекционная станция имени Н.Н. Тимофеева», подразделении ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, которая располагается на территории Москвы. Почвы опытного поля – среднесуглинистые дерново-подзолистые на покровном суглинке. Мощность пахотного горизонта около 20–22 см. В пахотном слое почвы содержание гумуса составляет 2,7%, азота (N) – 12,0 мг, фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) – 39,3 г, калия (K<sub>2</sub>O) – 34,3 мг. Показатель pH близок к ней-

тральному – 6,4. Содержание калия в норме, а подвижного фосфора достаточно велико. Среднесуточная температура и осадки в период проведения опыта были достаточно благоприятными для роста и развития культуры. Агроклиматические показатели 2019 и 2020 годов в целом несущественно отличались от среднесуточных значений и оптимальны для выращивания редьки.

Материалом служили линии редьки черной из коллекции ООО «Селекционная станция имени Н.Н. Тимофеева»: стерильные линии: MS 26, MS151 и фертильные линии: Pч65, Pч62, Pч64, Pч61, PчРын. Стандартом выбран популярный сорт редьки Зимняя круглая черная.

Оценку комбинационной способности проводили методом скрещивания двух групп генотипов. Комбинационную способность рассчитывали по первой математической модели, предложенной В.К. Савченко [6].

Посев гибридных семян в открытый грунт проводили 25 июля 2019 и 20 июля 2020 года. Опыты закладывали рендомизированным методом. Схема посева 20×50, однострочная, по 30 растений в варианте, в двукратной повторности. Размер опытной делянки – 66 м<sup>2</sup>. Уход за растениями – общепринятый. Растения убирали и оценивали 7 октября 2019 года и 5 октября 2020 года. Оценку гибридных комбинаций проводили по следующим параметрам: масса корнеплода, масса листьев, диаметр и длина корнеплода, урожайность, индекс формы корнеплода. 5 октября 2020 года шесть гибридных комбинаций были заложены на хранение до 10 апреля 2021 года.

**Таблица 1. Оценка гибридных комбинаций редьки черной по хозяйственно ценным признакам, средние величины (2019–2020 годы)**

Образец	Урожайность, т/га	Масса		Длина корнеплода, см (H)	Диаметр корнеплода, см (D)	H/D
		корнеплода, г	листьев, г			
MS26 × Pч65	39,1	392	133	8,4	8,4	1,0
MS26 × Pч62	36,2	362	172	8,6	8,9	1,0
MS26 × Pч61	42,7	427	201	9,9	8,9	1,1
MS26 × Pч64	30,8	308	130	8,0	7,8	1,0
MS26 × PчРын	43,4	435	171	9,4	9,3	1,0
MS151 × Pч65	40,3	404	132	7,7	8,3	0,9
MS151 × Pч62	32,6	326	128	8,3	8,3	1,0
MS151 × Pч61	38	380	181	9,3	9,2	1,0
MS151 × Pч64	42,4	425	185	8,5	8,8	1,0
MS151 × PчРын	41,3	413	162	9,4	8,9	1,1
Зимняя круглая черная (St)	27,3	273	112	6,6	6,7	1,0
HCP <sub>05</sub>	8,8	64,1	35,1	0,67	0,82	0,08

Таблица 2. Показатели эффектов ОКС родительских линий, 2019–2020 годы

Линия	Масса корнеплода		Масса листьев		Длина корнеплода		Диаметр корнеплода	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
MS26	-13,0	-5,43	13,6	-6,9	0,007	0,02	-0,01	0,04
MS151	13,0	5,43	-13,6	6,8	-0,002	-0,03	0,01	-0,04
Рч65	-52,6	68,1	-66,6	12,4	-1,56	0,29	-0,95	0,24
Рч62	-79,9	-10,9	-28,9	8,7	-0,76	0,30	-0,33	0,15
Рч61	85,5	-57,0	62,0	-0,6	2,44	-0,59	1,13	-0,36
Рч64	-52,25	6,31	6,1	-10,6	-0,91	0,06	-0,7	0,01
Рын	74,63	-6,39	22,6	-10,1	1,54	-0,08	0,7	-0,04
НСР <sub>05</sub>	68,3	59,6	37,5	30,2	2,23	0,22	0,72	0,26

**Результаты исследований**

В результате взаимодействия генотип – среда выявлены образцы, стабильно проявляющие показатели хозяйственных признаков (MS26 × Рч65, MS26 × Рч62, MS151 × Рч62, Зимняя круглая черная), и генотипы, сильно подверженные влиянию окружающей среды (табл. 1).

Существенно превзошли стандарт по признаку масса корнеплода в оба года исследований восемь гибридных комбинаций, остальные комбинации либо находились на уровне стандарта, либо имели превышение только в отдельные годы исследований. По урожайности практически все гибридные комбинации продемонстрировали более высокие значения, однако достоверное превышение имели только восемь (самые урожайные MS26 × Рч61, MS26 × Рын, MS151 × Рч65, MS151 × Рч64 и MS151 × Рын, превзошедшие стандарт на 53, 58, 48, 55 и 51% соответственно).

Большая облиственность важна для корнеплодных овощных культур, выращиваемых в открытом грунте. Большая листовая масса затеняет почву и уменьшает развитие сорной растительности. По признаку масса листьев шесть комбинаций превзошли стандарт и четыре были на одном уровне с ним. Сопоставив дан-

ные урожайности и массы надземной части растений, можно сделать вывод о более эффективном использовании фотосинтетического потенциала листьев для формирования корнеплодов у следующих гибридных комбинаций MS26 × Рч65, MS26 × Рын, MS151 × Рч65, MS151 × Рч62 и MS151 × Рын.

Во время селекционного процесса по созданию линий, участвующих в гибридизации, отбирали растения с округлой формой корнеплода, поэтому и гибридные комбинации имели индекс формы, близкий к единице. В то же время у сортообразцов наибольшей изменчивости подвержена длина, нежели диаметр. Наиболее стабильные линейные показатели корнеплода отмечены у гибридной комбинации MS151 × Рч64 и у стандарта – Зимняя круглая черная.

Соответствие продукции рыночным условиям проверяли по «ГОСТ 32810–2014. Редька свежая. Технические условия»: диаметр корнеплода зимней редьки должен быть не менее 5 см [8]. Все гибридные комбинации удовлетворяют этим требованиям.

По комплексу хозяйственных признаков следует выделить комбинации MS26 × Рч65, MS26 × Рч64, MS151 × Рч62, обладающие высокой урожай-

ностью, округлой формой корнеплода, перспективных для расширенного стационарного сортоиспытания.

Анализ гибридных комбинаций по хозяйственно ценным признакам необходим для выделения лучших. Одна из ключевых характеристик линий – эффект ОКС, т.е. вклад линии в проявление признака у гибридов, полученных с ее участием (табл. 2).

Стерильные линии MS26 и MS151 и фертильная линия Рч62 обладают стабильностью по проявлению эффектов ОКС по большинству признаков. Для создания гибридов с большой массой корнеплода следует использовать стерильную линию MS151 и фертильную линию Рын, обладающие наибольшими положительными эффектами ОКС по признаку средняя масса корнеплода. При селекции корнеплодов с большой массой листьев следует использовать фертильную линию Рч61, обладающую высоким положительным эффектом ОКС по признаку средняя масса листьев. При испытании выделили линии MS26, MS151 и Рч62, обладающие показателями эффектов ОКС по длине и диаметру корнеплода, близкими к нулю, что позволяет создавать округлые гибридные комбинации с их участием.

Все корнеплоды комбинации MS151 × Рч61 были забракованы, т.к. они имели большую площадь поражения поверхности плесневыми грибами (табл. 3). Самую лучшую сохранность (86,5%) показала комбинация MS151 × Рч65, также хорошие результаты наблюдались у комбинации MS26 × Рын (81,9%). У отмеченных гибридных комбинаций убыль массы в основном обусловлена потерей влаги корнеплодами. Выявлено, что минимальные потери веса наблюдаются у комбинаций MS151 × Рч65 (12,62%) и MS151 × Рын (14,20%).

**Выводы**

Гибридную комбинацию MS26 × Рч65, обладающую комплексом ценных хозяйственных признаков (высокая урожайность, средняя масса листьев, округлая форма корнеплода), можно рекомендовать для стационарного сортоиспытания. Наилучшая сохранность отмечена у гибридных комбинаций MS151 × Рч65 и MS151 × Рын (12,62 и 14,20% соответственно). Анализ эффектов ОКС выявил селекционную ценность линий MS151 и Рын (большая масса корнеплода), Рч61 (большая масса листьев), MS26, MS151 и Рч62

Таблица 3. Сохранность корнеплодов гибридных комбинаций после шести месяцев хранения, 2021 год

Комбинация	Средняя масса		Убыль и отход, %
	корнеплода до хранения, г	корнеплода после хранения, г	
MS151 × Рч61	379	–	100
MS26 × Рын	327	303	20,05
MS151 × Рч62	317	250	23,55
MS151 × Рын	405	362	14,20
MS151 × Рч64	386	304	21,24
MS151 × Рч65	420	367	12,62
НСР <sub>05</sub>	56,1	42,9	–

(округлая форма корнеплода). Гибридные комбинации MS26 × Pч65, MS26 × Pч62, MS151 × Pч62 обладают стабильностью в проявлении хозяйственных признаков при испытании в разные годы.

**Благодарности**  
Селекционные образцы редьки черной выращивали и оценивали при финансовой и организационной поддержке ООО «Селекционная станция имени Н.Н. Тимофеева».

## Светлана Ивановна Санина

На восемьдесят пятом году жизни скончалась выдающийся деятель советской и российской аграрной журналистики, талантливый редактор, многие годы возглавлявший журнал «Картофель и овощи», Светлана Ивановна Санина.

Весь ее жизненный путь был отдан миссии просвещения. Окончив в 1959 году с отличием ТСХА, она работала агрономом, экскурсоводом в павильоне «Земледелие» ВДНХ, а затем с головой окунулась в захватывающий мир советской отраслевой печати, постоянно повышала квалификацию. Она работала в журнале «Земледелие», была ведущим редактором журнала «Сахарная свекла», а в 1979 году стала одним из инициаторов создания крайне актуального в то время издания «Масличные культуры». В 1985 году Светлана Ивановна становится главным редактором журнала «Картофель и овощи». Ее глубокий, системный, подчас острый взгляд на проблему сделал «Картофель и овощи» одним из ведущих отраслевых аграрных изданий СССР.

Неоценима заслуга Светланы Ивановны и в сохранении журнала в труднейшие для отечественной с.-х. печати девяностые годы, когда она сумела организовать работу журнала в новых условиях. Сегодня «Картофель и овощи» хранит лучшие традиции издания и творчески развивает их.

**Редакция журнала «Картофель и овощи», агрофирма «Поиск», коллективы ведущих научных центров по овощеводству и картофелеводству, овощеводы и картофелеводы России глубоко скорбят вместе с родными и близкими Светланы Ивановны и выражают им искренние соболезнования.**

### Библиографический список

1. Косенко М.А. Результаты и перспективы селекции редьки европейской. Овощи России. 2019. № 4. С. 29–31. DOI: 10.18619/2072-9146-2019-4-29-31.
2. Кононков П.Ф., Бунин М.С., Кононкова С.Н. Новые овощные растения. 2-е изд., доп. М.: Россельхозиздат, 1985. 61 с.
3. Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию [Электронный ресурс] URL: <https://reestr.gossortrf.ru>. Дата обращения: 20.10.21.
4. Косенко М.А. Перспективные гибриды редьки европейской зимней // Известия ФНЦО. 2020. № 2. С. 91–96. DOI: 10.18619/2658-4832-2020-2-91-96.
5. Косенко М.А. Новый среднеспелый гибрид редьки европейской зимней // Аграрная Россия. 2018. № 11. С. 18–21. DOI: 10.30906/1999-5636-2018-11-18-21.
6. Савченко В.К. Генетический анализ в сетевых пробных скрещиваниях Минск: Наука и техника, 1984. 223 с.
7. Монахос Г.Ф., Миронов А.А., Тюханова С.М. Селекция F<sub>1</sub> гибридов редьки (*Raphanus sativus* L.) на основе линий с мужской стерильностью // Овощи России. 2015. № 1 (26). С. 8–12.
8. ГОСТ 32810-2014 (UNECE STANDARD FFV-59:2010) Редька свежая. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2015. 14 с.

### References

1. Kosenko M.A. Results and prospects of breeding of European radish. Vegetables of Russia. 2019. No4. Pp. 29–31. DOI: 10.18619/2072-9146-2019-4-29-31. (In Russ.).
2. Kononkov P.F., Bunin M.S., Kononkova S.N. New vegetable plants. 2nd ed., additional. Moscow. Rossel'hozizdat. 1985. 61 p. (In Russ.).
3. State Register of breeding achievements approved for use [Web resource] URL: <https://reestr.gossortrf.ru>. Access date: 20.10.21 (In Russ.).
4. Kosenko M.A. Promising hybrids of European winter radish. Proceedings of the Federal Scientific Center of Vegetable Growing. 2020. No2. Pp. 91–96. DOI: 10.18619/2658-4832-2020-2-91-96. (In Russ.).
5. Kosenko M.A. A new medium-ripened hybrid of European winter radish. Agrarian Russia. 2018. No11. Pp. 18–21. DOI: 10.30906/1999-5636-2018-11-18-21. (In Russ.).
6. Savchenko V.K. Genetic analysis in network trial crosses. Minsk. Nauka i tekhnika. 1984. 223 p. (In Russ.).
7. Monakhos G.F., Mironov A.A., Tyukhanova S.M. Selection of F<sub>1</sub> hybrids of radish (*Raphanus sativus* L.) based on lines with male sterility. Vegetables of Russia. 2015. No1 (26). Pp. 8–12 (In Russ.).
8. GOST 32810-2014 UNECE STANDARD FFV-59:2010 Fresh radish. Technical specifications. Moscow. Standartinform. 2015. 14 p. (In Russ.).

### Об авторах

Миронов Алексей Александрович, канд. с.-х., доцент кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений. E-mail: [a.mironov@rgau-msha.ru](mailto:a.mironov@rgau-msha.ru)  
Ушанов Александр Анатольевич, канд. с.-х. наук, доцент кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений. E-mail: [a.ushanoff@rgau-msha.ru](mailto:a.ushanoff@rgau-msha.ru)  
Чернова Александра Андреевна, студентка 2 курса магистратуры института садоводства и ландшафтной архитектуры. E-mail: [litlee2014@yandex.ru](mailto:litlee2014@yandex.ru)  
ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева

### Author details

Mironov A.A., Cand. Sci. (Agr.), assoc. prof. of Departments of botany, breeding and seed production of garden plants. E-mail: [a.mironov@rgau-msha.ru](mailto:a.mironov@rgau-msha.ru)  
Ushanov A.A., Cand. Sci. (Agr.), assoc. prof. of Departments of botany, breeding and seed production of garden plants. E-mail: [a.ushanoff@rgau-msha.ru](mailto:a.ushanoff@rgau-msha.ru)  
Chernova A.A., master's student of Institute of horticulture and landscape architecture. E-mail: [litlee2014@yandex.ru](mailto:litlee2014@yandex.ru)  
Russian State Agrarian University – MTAA named after K.A. Timiryazev

### АДРЕС ДЛЯ ПЕРЕПИСКИ:

140153 Московская область, Раменский район, д.Верее. стр.500, В. И. Леунову  
Сайт: [www.potatoveg.ru](http://www.potatoveg.ru) E-mail: [kio@potatoveg.ru](mailto:kio@potatoveg.ru) тел. 7 (49646) 24-306, моб.+7(910)423-32-29, +7(916)677-23-42, +7(916)498-72-26

Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство № 016257 © Картофель и овощи, 2020

Журнал входит в перечень изданий ВАК РФ для публикации трудов аспирантов и соискателей ученых степеней, в международную реферативную базу данных Agris.

Информация об опубликованных статьях поступает в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ). Научным статьям присваивается цифровой идентификатор объекта DOI (Digital Object Identifier).

Подписано к печати 9.03.22. Формат 84x108<sup>1/16</sup> Бумага гляцевая мелованная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 4,2. Заказ №498. Отпечатано в ГУП РО

«Рязанская областная типография» 390023, г.Рязань, ул.Новая, д.69/12.

Сайт: [www.ryazanskaya-tipografiya.pf](http://www.ryazanskaya-tipografiya.pf) E-mail: [stolzakazov@mail.ryazan.ru](mailto:stolzakazov@mail.ryazan.ru).

Телефон: +7 (4912) 44-19-36

