

**СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ  
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)**

---

Естественные науки. 2022. № 2 (7). С. 74–82.

*Yestestvennyye nauki = Natural Sciences*. 2022; no. 2(7):74–82 (In Russ.).

Научная статья

УДК 631.527.8

doi 10.54398/1818507X\_2022\_2\_74

**БИОТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ  
СОРТОВЫХ ПРИЗНАКОВ ПЕРЦА СЛАДКОГО**

*Авдеева Сауле Тлегеновна<sup>1</sup>, Щербакова Наталья Сергеевна<sup>2</sup>,  
Пучков Михаил Юрьевич<sup>3</sup>✉, Сухенко Людмила Тимофеевна<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>ООО «Урожай», Астрахань, Россия

<sup>2-4</sup>Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева,  
Астрахань, Россия

<sup>3</sup>rosecostroi@mail.ru✉

**Аннотация.** В статье изучали варьирование количественных биотехнологических признаков плодов сортов перца сладкого. Объектами исследования служили шесть сортов перца сладкого: Профессор Авдеев, Людмила, Новичок ВНИИОБ, Спринтер, Золотистая малютка, Малютка. Биотехнологическую изменчивость плодов перца сладкого исследовали на репрезентативной выборке, состоящей из 25 растений. Биометрический анализ проводился по четырём морфологическим признакам: масса плода, толщина стенки плода, выход семян, масса семенной камеры. В результате данных исследований можно отметить, что все сорта характеризуются различным размахом варьирования биотехнологических признаков. В ходе исследования выяснено, что чаще наблюдается степень изменчивости с минимальной вариацией, что указывает достоверную стабильность биотехнологических признаков у изучаемых сортов.

**Ключевые слова:** перец сладкий, варьирование количественных биотехнологических признаков

**Для цитирования:** Авдеева С. Т., Щербакова Н. С., Пучков М. Ю., Сухенко Л. Т. Биотехнология формирования сортовых признаков перца сладкого // Естественные науки. 2022. № 2 (7). С. 74–82. [https://doi.org/10.54398/1818507X\\_2022\\_2\\_74](https://doi.org/10.54398/1818507X_2022_2_74).

**BIOTECHNOLOGY FOR FORMING  
SWEET PEPPER VARIETY TRAITS**

*Avdeeva Saule T.<sup>1</sup>, Shcherbakova Natalya S.<sup>2</sup>, Puchkov Mikhail Yu.<sup>2</sup>✉,*

*Sukhenko Lyudmila T.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Urozhay LLC, Astrakhan, Russia

<sup>2</sup>Astrakhan State University named after V. N. Tatishchev, Astrakhan, Russia

<sup>3</sup>rosecostroi@mail.ru✉

**Abstract.** The article studied the variation of quantitative biotechnological characteristics of fruits of sweet pepper varieties. The objects of the study were 6 varieties of sweet pepper: Professor Avdeev, Lyudmila, Novichok VNIIOB, Sprinter, Golden Malyutka, Malyutka. The biotechnological variability of sweet pepper fruits was studied on a representative sample of 25 plants. Biometric analysis was carried out for 4 morphological features: fruit weight, fruit wall thickness, seed yield, seed chamber weight. As a result of these studies, it can be noted that all varieties are characterized by a different range of biotechnological traits. In the course of the study, it was found that the degree of variability with minimal variation is more often observed, which indicates a significant stability of biotechnological characteristics in the studied varieties.

**Keywords:** sweet pepper, variation of quantitative biotechnological features

**For citation:** Avdeeva S. T., Shcherbakova N. S., Puchkov M. Yu., Sukhenko L. T. Biotechnology of the formation of varietal characteristics of sweet pepper. *Yestestvennyye nauki = Natural Sciences*. 2022; no. 2(7):74–82. [https://doi.org/10.54398/1818507X\\_2022\\_2\\_74](https://doi.org/10.54398/1818507X_2022_2_74).

**Введение.** Перец является одной из ценнейших овощных культур, обладающей высокими вкусовыми, питательными и лечебными свойствами [10].

Плоды перца сладкого используют как в технической, так и в биологической (семенной) спелости. Их употребляют в свежем, тушёном, засоленном, жареном, фаршированном, маринованном и сушёном виде для приготовления перечной пасты и пюре, перечного кетчупа, перечного сока.

В настоящее время перец выращивают на больших площадях в Ставропольском и Краснодарском краях, Ростовской области, на Северном Кавказе, Нижнем Поволжье [9].

Известно, что перец широко распространён в юго-восточных странах Европы — Болгарии, Венгрии, Румынии, Италии, Греции, Югославии [2].

В мировом земледелии его возделывают как однолетнюю культуру. Как многолетнее растение перец возделывается только в жарких странах, особенно в Южной Америке. В диком виде он встречается в тропических районах Америки [11].

Во многих странах мира готовят порошок из сушёных плодов перца сладкого, представляющий собой своеобразный и очень насыщенный витаминный концентрат, содержащий более 100 мг аскорбиновой кислоты на 100 г массы [5].

Несомненным преимуществом плодов перца сладкого является содержание большого количества различных витаминов, поэтому перец характеризуют как поливитаминный продукт. По накоплению витамина С он превосходит все возделываемые овощные и плодовые культуры, за исключением смородины чёрной и шиповника. Аскорбиновая кислота содержится во всех частях плода, особенно в мякоти. В 100 г сырой массы содержится 100–400 мг витамина С. Много в плодах и витамина Р — 300–500 мг в 100 г сырой массы. Обладая Р-витаминной активностью, перец уменьшает хрупкость и проницаемость капилляров, способствуя прочности кровеносных сосудов, повышает пониженную свертываемость крови и оказывая благотворное физиологическое действие на организм человека. Кроме вышеуказанных витаминов перец содержит витамины группы В (тиамина — 0,02–0,09 мг,

рибофлавина — 0,02–0,1 мг), фолиевой кислоты (1,3–2,9 мг), каротин (про- витамин А) и др. [4, 8].

Сладкие сорта содержат меньше капсаицина (около 0,03 %), который придаёт горечь плодам. В зависимости от условий выращивания и степени созревания плодов, в нём содержится 80–92 % воды, от 4,5 до 7,4 % сахаров, преимущественно фруктозы и глюкозы, от 1,3 до 2,6 % белков. Особый приятный перечный аромат придают плодам перца эфирные масла. Благодаря содержанию солей калия, железа, цинка и других минеральных веществ, органических кислот перец является диетическим продуктом [6].

В государственном реестре селекционных достижений зарегистрированы около 970 сортов и гибридов F1. Все сорта отличаются по ряду параметров и созданы для возделывания в различных регионах России. Современная селекция перца сладкого направлена на создание сортов с улучшенными показателями: более высокий удельный вес плода и изменение содержания биохимических показателей в процессе его созревания и хранения [1].

Внедрение биотехнологии в селекционные исследования позволяет отследить и провести выборку наиболее показательных признаков в сортах перца сладкого, создавать образцы, устойчивые к распространённым болезням и вредителям, повышенной транспортабельностью, лёжкостью и высокими потребительскими качествами. С использованием селекционных методов представляется возможным улучшить биотехнологические показатели качества плодов и изменение сроков созревания и хранения культуры перца сладкого [3].

**Цель и задачи исследования** — изучение биотехнологии создания сортовых особенностей перца сладкого.

**Условия, материалы и методы исследования.** Исследования проводились с 2019 по 2021 г. Объектами исследования служили шесть районированных сортов перца сладкого селекции Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого овощеводства и бахчеводства: Профессор Авдеев, Людмила, Новичок ВНИИОБ, Спринтер, Золотистая малютка, Малютка. Сорта от среднераннего до среднеспелого срока созревания.

Таблица 1

**Некоторые морфологические и хозяйственные признаки изучаемых сортообразцов перца сладкого**

Название сортообразца	Плод			Кол-во дней от всходов до созревания
	окраска	форма	масса, г	
Профессор Авдеев	оранжевая	призмовидная	150	88
Людмила	желтая	томатовидная	140	89
Новичок ВНИИОБ	красная	удлинённо-пирамидальная	125	77
Спринтер	красная	томатовидная	120	84
Золотистая малютка	оранжевая	округлая	14	96
Малютка	красная	усечённо-конусовидная	20	100

Расчёт статистических показателей проводился в соответствии с методикой [7].

Биотехнологическую изменчивость плодов перца сладкого исследовали на репрезентативной выборке, состоящей из 25 растений. Биометрический анализ проводился по четырём морфологическим признакам: масса плода, толщина стенки плода, выход семян, масса семенной камеры.

Для характеристики уровня развития признака в совокупности рассчитали взвешенную среднюю арифметическую по формуле:

$$x = \frac{fX}{n}, \quad (1)$$

где  $X$  — значение признака, варианты;

$f$  — частота встречаемости каждой варианты, признака;

$n$  — общее число измеренных значений, сумма всех частот.

Для оценки изменчивости признака вычислили дисперсию ( $s^2$ ) — частное от деления суммы квадратов отклонений ( $(X - x)^2$ ) на число всех измерений без единицы ( $n-1$ ) по формуле:

$$s^2 = \frac{(X-x)^2}{n-1}, \quad (2)$$

где  $X$  — значение признака, варианты;

$x$  — взвешенная средняя арифметическая

$n$  — общее число измеренных значений, сумма всех частот.

Стандартное отклонение ( $s$ ) показывает средний размах варьирования признака и рассчитывается по формуле:

$$s = \sqrt{\frac{(X-x)^2}{n-1}}, \quad (3)$$

где  $X$  — значение признака, варианты;

$x$  — взвешенная средняя арифметическая;

$n$  — общее число измеренных значений, сумма всех частот.

Для определения показателя степени изменчивости, сравнения изменчивости признаков в различных вариационных рядах использовали коэффициент вариации ( $V$ ), который вычисляется по формуле:

$$V = \frac{s}{x} \times 100\%, \quad (4)$$

где  $s$  — стандартное отклонение;

$x$  — взвешенная средняя арифметическая.

Показатель точности (ошибка выборочной средней) рассчитали по формуле:

$$S_x = \frac{s}{n}, \quad (5)$$

где  $s$  — стандартное отклонение;

$n$  — общее число измеренных значений, сумма всех частот.

В качестве числового показателя простой линейной корреляции, указывающего на тесноту (силу) и направление связи между признаками, использовали коэффициент корреляции ( $r$ ), который рассчитали по формуле:

$$r = \frac{\sum(X-x)(Y-y)}{\sqrt{\sum(X-x)^2 - \sum(Y-y)^2}}, \quad (6)$$

где  $X, Y$  — значения признака, варианты.

Стандартную ошибку коэффициента корреляции определили по формуле:

$$s_r = \frac{\sqrt{1-r^2}}{n-2}, \quad (7)$$

где  $r$  — коэффициент корреляции;

$n$  — общее число измеренных значений, сумма всех частот.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Данные таблицы 2 показывают, что по признаку «масса плода» (биотехнологический) выделялся сорт Профессор Авдеев — 158,0 г. Наибольший показатель толщины стенки плода (морфологический) был у сортов Людмила и Спринтер — 11,2 и 9,4 мм, наименьший — у сорта Малютка — 3,1 мм. Высокий показатель выхода семян (агрономический) у сортов Новичок ВНИИОБ и Спринтер. Незначительным выходом семян отличились мелкоплодные сорта Малютка и Золотистая малютка. По массе семенной камеры (биотехнологический) выделился сорт Спринтер (табл. 2).

Анализ данных изменчивости четырёх количественных биотехнологических признаков (масса плода, толщина стенки плода, выход семян, масса семенной камеры) у исследуемых сортов перца сладкого показал, что большинство признаков характеризовались невысоким уровнем коэффициента вариации ( $CV$  в пределах 10–20 %).

Наиболее стабильно проявление признака «масса плода». Из шести изучаемых, четыре сорта отличались низкой степенью изменчивости этого признака ( $CV = 4,40$ – $9,76$  %), остальные два сорта – средней степенью изменчивости ( $CV = 15,81$ – $15,95$  %).

По признаку «толщина стенок плода» три из шести испытанных сортов отличаются незначительным уровнем изменчивости ( $CV = 4,00$ – $7,22$ %) и три сорта со средней изменчивостью. Три сорта: Людмила, Новичок ВНИИОБ, Спринтер — отличаются незначительным коэффициентом вариации ( $CV = 6,27$ – $8,57$  %) признака «масса семенной камеры», остальные средним.

По признаку «выход семян» все сорта со средним показателем коэффициента вариации ( $CV = 14,10$ – $16,98$  %).

В большей степени сорта дифференцированы по признаку «толщина стенки плода»: коэффициент вариации у сорта Людмила — 4,0 %, а у сорта Новичок ВНИИОБ — 16,09 %, а также по признаку «масса плода»: у сорта Людмила — 4,4 %, а у сорта Золотистая малютка — 15,95 %. Этот факт может быть связан с индивидуальными особенностями изучаемых сортов.

Таблица 2

**Статистические показатели варьирования количественных биотехнологических признаков плодов сортов перца сладкого**

Название образца	X	V (%)	S
Масса плода			
Профессор Авдеев	158,0±3,7	9,76	18,35
Людмила	131,2±1,1	4,4	5,36
Новичок ВНИИОБ	120,2±2,1	9,33	10,75
Спринтер	112,2±2,2	9,66	10,84
Малютка	9,8±0,3	15,81	1,55
Золотистая малютка	12,6±0,4	15,95	2,01
Толщина стенки плода			
Профессор Авдеев	5,5±0,1	10,5	0,58
Людмила	11,2±0,3	4,0	0,45
Новичок ВНИИОБ	5,2±0,1	16,09	0,84
Спринтер	9,4±0,2	5,83	0,55
Малютка	3,1±0,05	7,22	0,22
Золотистая малютка	4,1±0,1	15,61	0,64
Выход семян			
Профессор Авдеев	0,96±0,1	15,62	0,15
Людмила	1,59±0,2	14,46	0,23
Новичок ВНИИОБ	1,72±0,3	16,28	0,28
Спринтер	1,77±0,3	15,25	0,27
Малютка	0,78±0,1	14,10	0,11
Золотистая малютка	0,53±0,1	16,98	0,09
Масса семенной камеры			
Профессор Авдеев	12,75±0,3	12,31	1,57
Людмила	10,8±0,2	7,77	0,84
Новичок ВНИИОБ	9,8±0,2	8,57	0,84
Спринтер	20,8±0,3	6,27	1,30
Малютка	1,7±0,1	15,88	0,27
Золотистая малютка	2,2±0,1	15,90	0,35

Коэффициент вариации изучаемых биотехнологических признаков чётко показал сортовую специфику. Сорты Людмила и Спринтер по сравнению с другими отличаются большей константностью всех биотехнологических признаков, сорта Золотистая малютка, Профессор Авдеев, Малютка отличаются разнообразием проявления признаков, т. е. большей вариабельностью.

При изучении внутрисортных фенотипических корреляций между четырьмя биотехнологическими количественными признаками у шести сортов перца сладкого нами определено наличие положительных корреляционных связей (на низком, среднем и высоком уровнях) биотехнологических признаков.

Линейные показатели признака «масса плода» имеют большое значение для селекции. Обычно в процессе биотехнологического отбора корреляцию проводят по размеру плода или его массе без учёта сопряжённых с ним признаков плода, в связи с чем для успешного проведения негативного отбора по другим признакам плода необходимо знать их взаимосвязь с массой плода.

Для изучаемых биотехнологических признаков всех сортов перца установлена достоверная положительная корреляция между массой плода и выходом семян, т. е. возможен позитивный отбор высокого выхода семян при высокой массе плода. Наиболее высокий коэффициент корреляции между массой плода и выходом семян ( $r_1 = 0,986$  и  $0,682$  соответственно) отмечен у сортов Профессор Авдеев и Людмила (повышенный удельный вес плода), а также у мелкоплодных сортов — Малютка и Золотистая малютка ( $r_1 = 0,720$  и  $0,953$  соответственно).

У большинства изученных сортов между массой плода и толщиной стенки плода существует прямая положительная корреляция за исключением сорта Спринтер ( $r_2$  составляет минус  $0,262$ ). Наиболее высокий коэффициент корреляции отмечен у сортов Людмила и Малютка ( $r_2 = 0,999$  и  $0,815$  соответственно; табл. 3).

Таблица 3

**Корреляционная зависимость признаков сортов перца сладкого**

Название сорта	$r_1$ (масса плода – выход семян)	$r_2$ (масса плода – толщина стенки плода)
Профессор Авдеев	$0,986 \pm 0,02$	$0,440 \pm 0,09$
Людмила	$0,682 \pm 0,04$	$0,999 \pm 0,004$
Новичок ВНИИОБ	$0,259 \pm 0,09$	$0,159 \pm 0,09$
Спринтер	$0,420 \pm 0,09$	$-0,262 \pm 0,08$
Малютка	$0,720 \pm 0,07$	$0,815 \pm 0,06$
Золотистая малютка	$0,953 \pm 0,03$	$0,219 \pm 0,09$

Для всех изученных сортообразцов плодов перца сладкого установлена достоверная положительная корреляционная взаимосвязь между биотехнологическими признаками: выход семян и масса семенной камеры, т. е. чем крупнее семенная камера, тем больше в ней семян. Вместе с тем, выделено несколько образцов (Золотистая малютка, Спринтер), у которых имела место высокая достоверная отрицательная корреляция признаков. Наибольший положительный коэффициент корреляции отмечен у сорта Профессор Авдеев (табл. 4).

Таблица 4

**Корреляционная зависимость признаков сортов перца сладкого**

Название сорта	$r_3$ (выход семян – масса семенной камеры)
Профессор Авдеев	$0,940 \pm 0,3$
Людмила	$0,094 \pm 0,1$
Новичок ВНИИОБ	$0,046 \pm 0,1$
Спринтер	$-0,878 \pm 0,4$
Малютка	$0,646 \pm 0,6$
Золотистая малютка	$-0,623 \pm 0,08$

**Заключение.** В результате данных исследований можно отметить, что все сорта характеризуются различным размахом варьирования биотехнологических признаков. В ходе исследования выяснено, что чаще наблюдается степень изменчивости с минимальной вариацией, что указывает достоверную стабильность биотехнологических признаков у изучаемых сортов.

#### Список литературы

1. Авдеев, Ю. И. Генетический анализ количественных признаков растений / Ю. И. Авдеев. — Астрахань : Нова, 2003. — С. 25–68, 72–133.
2. Авдеев, Ю. И. Теоретические и прикладные исследования по овощным культурам / Ю. И. Авдеев. — Астрахань : Полиграфком, 2004. — С. 258–283.
3. Авдеев, Ю. И. Методические разработки, доноры и направления исследований в селекции овощных культур / Ю. И. Авдеев, А. Ю. Авдеев, О. П. Кигашпаева. — Астрахань, 2014. — 204 с.
4. Авросимович, В. В. Биохимия овощных культур / В. В. Авросимович, Н. И. Ермиков. — Москва, 1961. — С. 20–25.
5. Бажмаева, Ф. К. Мелкоплодные сорта перца сладкого для цельноплодного консервирования / Ф. К. Бажмаева, Ю. И. Авдеев. // Картофель и овощи. — 2008. — № 7. — С. 26–28.
6. Гикало, Г. С. Культура перца и баклажана в Краснодарском крае / Г. С. Гикало. — Краснодар, 1972. — 80 с.
7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. — М., 1979. — 336 с.
8. Дьяченко, В. С. Овощи и их пищевая ценность / В. С. Дьяченко. — Москва : Россельхозиздательство, 1979. — 159 с.
9. Иванова, Л. М. Селекция сортов сладкого перца в условиях орошения / Л. М. Иванова, Ю. И. Авдеев, А. Ю. Авдеев // Генофонд, селекция и технологии возделывания пасленовых культур : мат-лы Междунар. науч.-практич. конф. — Астрахань, 2008. — С. 85–91.
10. Иванова, Е. И. Элементы технологии производства, хранения, транспортировки и переработки овощебахчевой продукции / Е. И. Иванова, Н. В. Коринец, А. А. Жилкин. — Астрахань, 2004. — С. 11–13, 95, 137–145.
11. Круг, Г. Овощеводство / Г. Круг ; пер. с нем. к. с.-х. н. В. И. Мунова. — Москва : Колос, 2000. — С. 480–485.

#### References

1. Avdeev, Yu. I. *Geneticheskiy analiz kolichestvennykh priznakov rasteniy*. Astrakhan: Nova, 2003; 25–68, 72–133.
2. Avdeev, Yu. I. *Teoreticheskie i prikladnye issledovaniya po ovoshchnym kulturam*. Astrakhan: Poligrafkom, 2004; 258–283.
3. Avdeev, Yu. I., Avdeev, A. Yu., Kigashpaeva, O. P. *Metodicheskie razrabotki, donory i napravleniya issledovaniy v seleksii ovoshkhnykh kultur*. Astrakhan, 2014; 204 p.
4. Avrosimovich, V. V., Ermikov, N. I. *Biokhimiya ovoshchnykh kultur*. Moscow, 1961; 20–25.
5. Bazhmaeva, F. K., Avdeev, Yu. I. Melkoplodnye sorta pertsy sladkogo dlya tselnoplodnogo konservirovaniya. *Kartofel i ovoshhi = Potatoes and vegetables*. 2008; no. 7: 26–28.
6. Gikalo, G. S. *Kultura pertsy i baklazhany v Krasnodarskom krae*. Krasnodar, 1972; 80 p.
7. Dospheov, B. A. *Metodika polevogo opyta*. Moscow, 1979; 336 p.
8. Dyachenko, V. S. *Ovoshhi i ih pishchevaya tsennost*. Moscow: Rosselkhozizdatelstvo, 1979; 159 p.
9. Ivanova, L. M., Avdeev, Yu. I., Avdeev, A. Yu. Seleksiya sortov sladkogo pertsy v usloviyakh orosheniya. *Genofond, seleksiya i tekhnologii vzdelyvaniya paslenovykh kultur = Gene pool, selection and technology of cultivating nightshade crops*. Astrakhan, 2008; 85–91.

10. Ivanova, E. I., Korinets, N. V., Zhilkin, A. A. *Elementy tekhnologii proizvodstva, khraneniya, transportirovki i pererabotki ovoshchabahchevoy produktsii = Elements of production technology, storage, transportation and processing of vegetable products*. Astrakhan, 2004;11–13, 95, 137–145.

11. Krug, G. *Ovoshchevodstvo = Vegetable growing*. Moscow: Kolos, 2000;480–485.

#### **Информация об авторах**

Авдеева С. Т. — сотрудник;

Щербакова Н. С. — младший научный сотрудник;

Пучков М. Ю. — доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий научно-образовательной лабораторией;

Сухенко Л. Т. — доктор биологических наук, профессор.

#### **Information about the authors**

Avdeeva S. T. — employee;

Shcherbakova N. S. — Junior Researcher;

Puchkov M. Yu. — Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Scientific and Educational Laboratory;

Sukhenko L. T. — Doctor of Biological Sciences, Professor.

#### **Вклад авторов**

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### **Contribution of the authors**

The authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 16.05.2022; одобрена после рецензирования 18.05.2022; принята к публикации 21.05.2022.

The article was submitted 16.05.2022; approved after reviewing 18.05.2022; accepted for publication 21.05.2022.