

О.В. Литвиненко

Н.Ю. Корнева ✉

А.А. Литвиненко

Федеральный научный центр
«Всероссийский научно-
исследовательский институт сои»,
Благовещенск, Россия

✉ knju@vniisoi.ru

Поступила в редакцию: 22.04.2025

Accepted in revised: 12.07.2025

Accepted for publication: 27.07.2025

©Литвиненко О.В., Корнева Н.Ю.,
Литвиненко А.А.

Сравнительная оценка некоторых физических показателей сои зернового и овощного типов

РЕЗЮМЕ

В последнее время в России наблюдается увеличение интереса к эдамаме (овощной сое), однако на сегодняшний день на территории страны отсутствуют официально зарегистрированные сорта сои, специально предназначенные для использования в качестве овощной культуры. Российские ученые активно исследуют перспективы ее выращивания в различных регионах.

Цель данного исследования — изучение в сравнительно-сортовом аспекте динамических изменений физических свойств зеленых бобов и семян сои.

В качестве объектов исследования использованы зеленые бобы и семена сои сортов зернового направления Даурия и Евгения селекции ФНЦ ВНИИ сои и сорт сои овощного направления Mikawashima японской селекции (принятый за стандарт). В процессе исследования изучены физические свойства зеленых бобов и семян сои — масса 1000 семян, крупность (размер) бобов и семян, а также прочность семян. Установлено, что сорта зернового направления по показателям крупности бобов и семян уступают овощному сорту. Существенные различия были зафиксированы по показателям массы 1000 семян при фактической влажности от $50,10 \pm 0,18$ до $76,66 \pm 0,11\%$: у сорта Даурия на 44,8–53,4%, у сорта Евгения на 17,8–50,0%. По коэффициенту величины семян отличия составили, соответственно, на 47,7–57,5% и 44,2–52,7%. Показатели прочности семян исследуемых сортов сои Даурия и Евгения значительно превышали значения стандарта — на 54,7–69,2% и 26,6–46,7% соответственно.

Ключевые слова: соя, сорт, зеленые бобы и семена, линейные размеры, масса 1000 семян, коэффициент величины семян, прочность семян

Для цитирования: Литвиненко О.В., Корнева Н.Ю., Литвиненко А.А. Сравнительная оценка некоторых физических показателей сои зернового и овощного типов. *Аграрная наука*. 2025; 397(08): 98–103.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-397-08-98-103>

Research article

 creative commons

Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-397-08-98-103

Oksana V. Litvinenko

Nadezhda Yu. Korneva ✉

Alexander A. Litvinenko

Federal Research Center "All-Russian
Scientific Research Institute of Soybean",
Blagoveshchensk, Russia

✉ knju@vniisoi.ru

Received by the editorial office: 22.04.2025

Accepted in revised: 12.07.2025

Accepted for publication: 27.07.2025

© Litvinenko O.V., Korneva N.Yu., Litvinenko A.A.

Comparative assessment of some physical indicators of grain and vegetable soybeans

ABSTRACT

Recently, an interest in edamame (vegetable soybeans) in Russia increased, but today there are no officially registered soybean varieties in the country that are specifically intended for use as a vegetable crop. Russian scientists are studying a possibility of growing it in various regions of the country.

The purpose of this study is to study the dynamic changes in the physical properties of green beans and soybean seeds in a comparative varietal aspect.

Green beans and soybean seeds of the Dauria and Evgenia grain varieties selected by the Federal Research Center of the All-Russian Research Institute of Soybeans and the Mikawashima vegetable soybean variety of Japanese breeding (accepted standard) were used as research objects. In the course of the study, the physical properties of green beans and soybean seeds were studied — the mass of 1000 seeds, the size of the beans and seeds, as well as the strength of the seeds. It has been established that grain varieties are inferior to vegetable varieties in terms of the size of beans and seeds. Significant differences were recorded in terms of the mass of 1000 seeds at actual humidity from 50.10 ± 0.18 to $76.66 \pm 0.11\%$: the Dauria variety has 44.8–53.4%, the Evgenia variety has 17.8–50.0%. According to the coefficient of seed size, the differences were 47.7–57.5% and 44.2–52.7%, respectively. The strength indicators of the seeds of the studied soybean varieties Dauria and Evgenia significantly exceeded the standard values — by 54.7–69.2% and 26.6–46.7%, respectively.

Key words: soybeans, variety, green beans and seeds, linear dimensions, weight of 1000 seeds, seed size coefficient, seed strength

For citation: Litvinenko O.V., Korneva N.Yu., Litvinenko A.A. Comparative assessment of some physical indicators of grain and vegetable soybeans. *Agrarian science*. 2025; 397(08): 98–103 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-397-08-98-103>

Введение/Introduction

Овощная соя, или эдамаме (пер. с яп. — зеленые бобы на стебле), — это известная и популярная сельскохозяйственная культура, имеющая долгую историю выращивания в Японии и многих других странах Юго-Восточной Азии.

В настоящее время основными производителями овощной сои являются Япония, Китай, Тайвань, Корея, Таиланд, которые не только занимаются ее выращиванием, но и активно создают новые сорта этой культуры. Эти же страны являются крупнейшими потребителями данного продукта, где овощная соя благодаря своим вкусовым и питательным качествам широко используется в национальных кухнях и занимает значительную долю на рынке функциональных продуктов и здорового питания.

Интерес к овощной сое, как к ценному нутрицевтику, значительно возрос в последние десятилетия и охватил множество стран по всему миру, включая регионы Африки, Америки и Европы. В целом в мировых растительных коллекциях биоресурсов насчитываются сотни сортов сои овощного типа [1–3].

Овощная соя очень питательна и богата полезными для организма человека фитохимическими веществами. Она является источником белка (11–13 г / 100 г), жиров (5,0–6,8 г / 100 г), в том числе полиненасыщенных жирных кислот (ω -3 — 361 мг% и ω -6 — 1794 мг%), углеводов (10–11 г / 100 г) и пищевых волокон (около 4,2 г / 100 г), содержит различные биологически активные вещества: калий (590–620 мг%), кальций (58–197 мг%), фосфор (170–194 мг%), магний (62–65 мг%), железо (2,70–3,55 мг%), медь (128–410 мкг%), селен (91,5 мкг%), аскорбиновую кислоту (27–29 мг%), ниацин (1,65 мг%), тиамин (0,31–0,44 мг%), рибофлавин (0,15–0,175 мг%), фолиевую кислоту (165–320 мкг%), филлохинон (26,8–30,0 мкг%), изофлавоны (20,42 мг%). Калорийность 100 г продукта составляет 135–147 ккал [4–7].

В отличие от зерновой сои, которую собирают при полной зрелости семян (R8), зеленые (незрелые) бобы овощной сои собирают между стадиями репродуктивного роста растения R6 и R7, когда семена заполняют 80–90% ширины боба и сохраняют около 65% влажности [3, 6, 8]. В этот период в молодых (не достигших фазы полного созревания) зеленых семенах сои содержится минимальное количество антипитательных веществ, это позволяет применять для их приготовления кратковременную (в течение нескольких минут) термическую обработку, одновременно обеспечивающую разрушение антипитательных веществ и сохранение питательных.

После кратковременной обработки зеленых семян сои (в очищенном или неочищенном от бобов виде) паром, отваривания в подсоленной воде или обжарки их можно употреблять в пищу как основной, самостоятельный продукт или в

качестве гарнира, а также использовать как компонент в рецептурах кулинарных изделий (добавлять в салаты, супы, овощные рагу и другие горячие блюда) и заготавливать для длительного хранения в виде замороженных овощных смесей [6, 9–11].

В настоящее время овощная соя благодаря своей пищевой ценности и биологической значимости оказалась в центре внимания населения нашей страны. Особенно среди потребителей, заинтересованных в натуральных продуктах питания, любителей вегетарианских и веганских диет [4, 12]. В связи с этим всё чаще в розничной торговой сети и на различных интернет-платформах (сайтах) овощная соя предлагается к продаже в виде импортируемых замороженных овощных смесей (полуфабрикатов), а также появляются рекламные предложения о реализации семенного материала. При этом в литературных источниках информация о выращивании и переработке сои в РФ как овощной культуры отсутствует.

Официально в РФ ни один сорт сои овощного направления не включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Имеются лишь единичные сведения об исследованиях, проводимых российскими учеными, на предмет изучения возможности и целесообразности ее возделывания на территории нашей страны [13, 14].

Выделение отечественных сортов сои зернового направления с перспективой использования в качестве овощной культуры особенно актуально в регионах с ограниченными тепловыми ресурсами, где семена не успевают созреть до технической спелости. Это открывает возможность использования таких сортов сои в фазу полного налива семян и физиологической спелости бобов (стадия технической спелости или зеленой спелости для овощных сортов) как высокобелкового, функционально значимого продукта с целью улучшения рациона питания, расширения ассортимента овощей, полезных для человека и, соответственно, требует проведения исследований по изучению качественных показателей (физико-химических свойств и пищевой ценности семян), зависящих от сорта сои, этапа развития растения и определяющих товарность зеленых бобов и семян сои зернового типа в соответствии с требованиями, предъявляемыми к овощной сое.

Полученные по результатам исследований данные могут быть полезны для переработчиков пищевых продуктов, селекционеров и сельхозтоваропроизводителей, а также могут являться полезной информацией непосредственно для потребителей овощной продукции.

Цель исследований — изучить в сравнительно-сортном аспекте динамические изменения физических свойств зеленых бобов и семян сои.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводили в 2023–2024 гг. в условиях лаборатории переработки сельскохозяйственной продукции и биохимического анализа Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский институт сои» (г. Благовещенск, Амурская обл.).

Объекты исследований — зеленые бобы и семена сои коллекционных сортов данного центра: два сорта зернового направления Даурия и Евгения селекции ВНИИ сои и сорт сои овощного направления Mikawashima японской селекции, принятый за стандарт.

Для проведения эксперимента сорта сои зернового направления предварительно подбирали по основным критериям, предъявляемым к овощным сортам: светло-серая (белая) окраска опушения бобов, однородность цвета семян и семенного рубчика, максимальная крупность семян в стадии технической зрелости^{1,2}.

Экспериментальные сорта сои были выращены на участке селекционного опытного поля ФНЦ ВНИИ сои (с. Садовое, Тамбовский муниципальный округ, Амурская обл.) на лугово-черноземной почве. Каждый сорт высевали на делянке 13,5 м² при площади питания одного растения 45 × 10 см, повторность трехкратная.

Физические свойства зеленых бобов и семян сои определяли по следующим методикам: массу 1000 семян (при фактической влажности семян и на сухое вещество) в соответствии с ГОСТ ISO 520-2014³; крупность (размер) бобов и семян устанавливали путем измерения линейных показателей бобов (длины и ширины) и семян (длины, ширины, толщины) с точностью до 0,1 мм. Коэффициент величины семян вычисляли как произведение трех линейных показателей (длины × ширины × толщины)⁴; структурно-механические свойства (прочность) семян сои определяли по сгенерированному алгоритму работы, основанному на определении усилия нагружения на инденторе «Цилиндр Ø 1» при сквозном внедрении его в семя со скоростью движения 1 мм/с с использованием структурометра СТ-2 (ООО «Лаборатория качества», Россия)⁵.

Масса образцов составляла от 10 до 100 г. Образцы отбирали на 1-й, 7-й, 14-й, 21-й и 28-й день фазы налива семян (R6). Для этого на протяжении вегетативного и репродуктивного периодов развития растений проводили фенологические наблюдения по методике W.R. Fehr *et al.*⁶.

Экспериментальные данные обрабатывали методами математической статистики^{7,8} с использованием программы Microsoft Office (Excel) США.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Многочисленными исследованиями установлено, что товарность овощной сои определяется не только органолептическими показателями зеленых бобов и химическим составом семян, но и их физическими свойствами [3, 6, 15]. Так, например, главным визуальным отличием овощной сои является крупноразмерность бобов и семян. Согласно показателям качества, рекомендуемым для овощных сортов, длина бобов должна быть не менее 45,0 мм (желательно 50,0 мм), ширина — не менее 14 мм [6], масса 1000 семян — от 220 г и более (сухого веса). Считается, что более крупные семена имеют превосходство над мелкими по вкусу, текстуре и простоте приготовления [9].

Данные показатели могут варьировать и находятся в зависимости от разных факторов (правильно выбранного времени сбора урожая, сорта сои и пр.) [16]. Поэтому для выявления перспективных сортов сои зернового направления из селекционного материала ВНИИ сои с целью возможности их использования в переработке в качестве овощной продукции были изучены некоторые физические свойства зеленых семян и бобов.

На первом этапе для определения крупности бобов у экспериментальных сортов сои были проведены линейные замеры. Результаты представлены в таблице 1.

В результате исследований установлено, что сорта сои зернового направления Даурия и Евгения по линейным размерам зеленых бобов уступают показателям стандарта, особенно по ширине, независимо от количества семян, находящихся в бобах. У сортов сои Даурия и Евгения длина и ширина как двусемянных, так и трехсемянных бобов были достоверно ниже стандарта. Средняя максимальная длина боба у сорта Mikawashima составляла 60,70 ± 0,81 мм, ширина — 13,45 ± 0,23 мм. У сорта Даурия существенная разница длины бобов составляла 8,7–20,9%, ширины — 19,7–33,1%, у сорта Евгения — соответственно, 7,7–16,1 и 16,3–23,0%.

Далее была определена крупность семян по двум критериям — массе 1000 семян и коэффициенту величины семян. Сравнительная оценка экспериментальных сортов сои показала, что за весь период наблюдений R6 — R7 у овощного

¹ Щелко Л.Г. Международный классификатор СЭВ рода *Glycine* Willd. / Л.Г. Щелко, Т.С. Седова, В.А. Корнейчук. Ленинград: Изд-во ВИР. 1990; 38.

² Фокина Е.М. и др. Каталог сортов сои. ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои. Благовещенск: Одеон. 2021; 69.

³ ГОСТ ISO 520-2014 Зерновые и бобовые. Определение массы 1000 зерен. М.: Стандартинформ. 2019; 11.

⁴ Петибская В.С. Соя: химический состав и использование. Майкоп: Полиграф-Юг. 2012; 432.

⁵ Максимов А.С. Реология пищевых продуктов: лабораторный практикум // А.С. Максимов, В.Я. Черных. СПб.: ГИОРД. 2006; 176.

⁶ Fehr W.R., Caviness C.E., Burmood D.T., Pennington J.S. Stages of development descriptions for soybeans *Glycine max.* (L) Merr. Crop Sci. 1971; 11: 929–930. https://digitalcommons.usu.edu/bee_lab_er/302

⁷ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат. 1985; 351.

⁸ Лисин П.А. Компьютерное моделирование производственных процессов в пищевой промышленности: учеб. пособие. СПб.: Лань. 2023; 256.

сорта сои Mikawashima масса 1000 семян составляла от 422 ± 13 до 724 ± 14 г при фактической влажности семян от $50,10 \pm 0,18$ до $76,66 \pm 0,11\%$. Сорта сои зернового направления по данному показателю значительно уступали стандарту: Даурия — на 44,8–53,4%, Евгения — на 17,8–50,0%. При этом у сорта сои Евгения максимальное значение массы 1000 семян было зафиксировано к 14-му дню, у сорта Даурия — к 21-му (табл. 2).

Сравнительный анализ массы 1000 семян на сухое вещество свидетельствует о том, что по данному показателю семена сои зерновых сортов Даурия и Евгения существенно отличались от сорта-стандарта Mikawashima меньшей массой 1000 семян на 37,6–42,9% и 5,7–32,2% соответственно. Это было подтверждено и результатами сравнительного анализа коэффициента величины семян, который показал, что крупность семян сортов Даурия и Евгения по отношению к стандарту была достоверно ниже на 47,7–57,5% и 44,2–52,7% соответственно. У сортов Даурия и Mikawashima максимальные значения коэффициента величины семян (636,47 и 1245,10 соответственно) наблюдали на 14-й день исследуемого периода, у сорта Евгения (639,53) — на 21-й (табл. 3).

Следующим этапом исследований было определение прочности семян, то есть их способности сопротивляться механическим воздействиям (давлению, сжатию, разрушению). В последующем от прочности семян зависят скорость и параметры технологических процессов, а также органолептические показатели готовых продуктов из сои (текстура, консистенция и др.) [4, 16]. Из данных (табл. 4) видно, что в течение всего периода наблюдений прочность семян сои исследуемых сортов увеличивалась и к 28-му дню превышала первоначальные значения у сорта Mikawashima на 87,5%,

Таблица 1. Линейные размеры бобов сои ($M \pm \Delta$ при $p = 0,95$), мм

Table 1. Linear dimensions of soybeans ($M \pm \Delta$ at $p = 0.95$), mm

Период R6 — R7, дни иссле- дований	Сорт сои					
	Mikawashima (стандарт)	Даурия	Евгения	Mikawashima (стандарт)	Даурия	Евгения
	длина			ширина		
Двусемянные бобы						
1	49,90 ± 1,04	45,55 ± 0,64	46,05 ± 0,58	13,30 ± 0,35	9,75 ± 0,40	10,80 ± 0,23
7	52,70 ± 0,81	44,35 ± 0,40	44,20 ± 0,23	13,45 ± 0,23	9,00 ± 0,23	10,35 ± 0,23
14	49,15 ± 0,17	43,20 ± 0,23	44,15 ± 0,17	12,85 ± 0,23	9,65 ± 0,17	10,25 ± 0,29
21	50,85 ± 0,35	42,25 ± 0,29	44,55 ± 0,64	12,55 ± 0,12	9,50 ± 0,12	10,20 ± 0,12
28	50,85 ± 0,98	44,40 ± 0,46	43,15 ± 0,17	12,55 ± 0,12	9,85 ± 0,23	9,75 ± 0,12
HCP ₀₅	1,73			0,54		
Трехсемянные бобы						
1	60,35 ± 0,40	52,55 ± 0,64	55,20 ± 0,23	13,25 ± 0,29	9,90 ± 0,35	10,45 ± 0,12
7	60,70 ± 0,81	50,00 ± 0,58	53,90 ± 0,58	13,35 ± 0,40	9,45 ± 0,17	10,55 ± 0,29
14	60,55 ± 0,64	50,85 ± 0,23	53,25 ± 0,29	12,90 ± 0,23	9,60 ± 0,12	10,35 ± 0,17
21	59,85 ± 0,23	51,50 ± 0,58	52,65 ± 0,35	12,60 ± 0,23	9,60 ± 0,12	10,10 ± 0,12
28	57,15 ± 0,17	51,80 ± 0,92	51,35 ± 0,40	11,95 ± 0,12	9,60 ± 0,12	10,00 ± 0,12
HCP ₀₅	1,66			0,50		

Таблица 2. Масса 1000 семян сои ($M \pm \Delta$ при $p = 0,95$), г

Table 2. Weight of 1000 seeds of soybean ($M \pm \Delta$ at $p = 0.95$), g

Период R6 – R7, дни иссле- дований	Сорт сои					
	Mikawashima (стандарт)	Даурия	Евгения	Mikawashima (стандарт)	Даурия	Евгения
	при фактической влажности			на сухое вещество		
1	422 ± 13	222 ± 13	347 ± 8	$98,5 \pm 3,0$	$59,5 \pm 3,4$	$92,9 \pm 2,1$
7	714 ± 16	333 ± 15	403 ± 12	182 ± 4	104 ± 5	131 ± 4
14	718 ± 9	385 ± 16	446 ± 7	214 ± 3	132 ± 6	169 ± 3
21	724 ± 14	400 ± 12	403 ± 12	267 ± 4	160 ± 6	181 ± 5
28	704 ± 12	331 ± 13	352 ± 14	250 ± 5	156 ± 5	176 ± 7
HCP ₀₅	83,0			24,3		

Таблица 3. Линейные показатели и коэффициент величины семян сои при фактической влажности ($M \pm \Delta$ при $p = 0,95$), мм

Table 3. Linear indicators and coefficient of the size of soybean seeds at actual moisture content ($M \pm \Delta$ at $p = 0.95$), mm

Сорт	Период R6 – R7, дни исследо- ваний	Показатель			
		длина	ширина	толщина	Коэффициент величины зерна
Mikawashima (стандарт)	1	$13,44 \pm 0,05$	$7,29 \pm 0,10$	$9,58 \pm 0,09$	938,63
	7	$14,05 \pm 0,12$	$7,90 \pm 0,12$	$9,71 \pm 0,06$	1077,76
	14	$15,04 \pm 0,05$	$8,27 \pm 0,20$	$10,01 \pm 0,06$	1245,10
	21	$14,50 \pm 0,17$	$7,91 \pm 0,12$	$10,02 \pm 0,12$	1149,24
	28	$14,53 \pm 0,23$	$7,81 \pm 0,13$	$9,61 \pm 0,13$	1090,54
Даурия	1	$12,19 \pm 0,05$	$5,10 \pm 0,12$	$7,47 \pm 0,08$	464,40
	7	$12,65 \pm 0,17$	$5,51 \pm 0,12$	$7,60 \pm 0,12$	529,73
	14	$13,45 \pm 0,23$	$5,93 \pm 0,12$	$7,98 \pm 0,09$	636,47
	21	$12,65 \pm 0,23$	$6,09 \pm 0,10$	$7,80 \pm 0,12$	600,90
	28	$11,39 \pm 0,23$	$5,60 \pm 0,12$	$7,27 \pm 0,16$	463,71
Евгения	1	$12,91 \pm 0,24$	$5,12 \pm 0,20$	$7,93 \pm 0,15$	524,17
	7	$12,41 \pm 0,23$	$5,17 \pm 0,14$	$7,95 \pm 0,12$	510,07
	14	$13,56 \pm 0,18$	$5,66 \pm 0,12$	$7,98 \pm 0,12$	612,46
	21	$13,23 \pm 0,27$	$5,99 \pm 0,10$	$8,07 \pm 0,08$	639,53
	28	$13,10 \pm 0,12$	$5,92 \pm 0,12$	$7,78 \pm 0,12$	603,35
HCP ₀₅		0,78	0,31	0,17	72,54

Таблица 4. Прочность семян сои при фактической влажности ($M \pm \Delta$ при $p = 0,95$), Н/мм²

Table 4. Strength of soybean seeds at actual moisture content ($M \pm \Delta$ at $p = 0.95$), N/mm²

Период R6 – R7, дни исследований	Сорт сои		
	Mikawashima (стандарт)	Даурия	Евгения
1	0,064 ± 0,001	0,099 ± 0,001	0,081 ± 0,001
7	0,071 ± 0,001	0,106 ± 0,002	0,085 ± 0,001
14	0,073 ± 0,001	0,113 ± 0,002	0,095 ± 0,001
21	0,106 ± 0,002	0,162 ± 0,002	0,147 ± 0,002
28	0,120 ± 0,002	0,203 ± 0,003	0,176 ± 0,002
HCP ₀₅	0,016		

у сорта Даурия на 105,1%, у сорта Евгения на 117,3%. Предположительно, это связано с процессами, способствующими увеличению показателя прочности: полимеризации белковой составляющей, уменьшением содержания влаги в семенах сои, утолщением семенной оболочки, происходящими в период роста, развития растения и созревания семян [6]⁹.

Таким образом, установлено, что у сортов сои зернового направления показатели прочности

семян превышали аналогичные показатели стандарта от 54,7 до 69,2% у сорта Даурия, от 26,6 до 46,7% у сорта Евгения.

Выводы/Conclusions

Установлено, что сорта сои зернового направления существенно уступают овощному (стандарту) по крупности бобов и семян:

- длина бобов у сорта Даурия достоверно ниже стандарта на 8,7–20,9%, ширина — на 19,7–33,1%, у сорта Евгения — соответственно, на 7,7–16,1% и 16,3–23,0%;
- масса 1000 семян при фактической влажности у сорта Даурия достоверно ниже стандарта на 44,8–53,4%, у сорта Евгения — на 17,8–50,0%;
- масса 1000 семян на сухое вещество у сорта Даурия меньше стандарта на 37,6–42,9%, у сорта Евгения — на 5,7–32,2%;
- коэффициент величины семян исследуемых сортов Даурия и Евгения достоверно ниже стандарта на 47,7–57,5% и 44,2–52,7% соответственно.

Показатели прочности семян сои зернового направления превышают аналогичные показатели стандарта: у сорта Даурия — от 54,7 до 69,2%; у сорта Евгения — от 26,6 до 46,7%.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Lord N. *et al.* Combining Agronomic and Pest Studies to Identify Vegetable Soybean Genotypes Suitable for Commercial Edamame Production in the Mid-Atlantic U.S. *Agricultural Sciences*. 2021; 12(7): 738–754. <https://doi.org/10.4236/as.2021.127048>
2. Golobov S. Produktion av edamame — Kvalitetsparametrar för odling och kon-sumtion. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet. 2022; 51.
3. Carneiro R.C.V., Duncan S.E., O'Keefe S.F., Yin Y., Neill C.L., Zhang B. Sensory and Consumer Studies in Plant Breeding: A Guidance for Edamame Development in the U.S. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2020; 4: 124. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00124>
4. Беркетова Л.В., Еремина С.В. Протеинсодержащие продукты как альтернатива источникам белка в рационе. *Бюллетень науки и практики*. 2018; 4(8): 154–161. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1345205>
5. Moinuddin, Khan F.A., Amir M., Narayan S., Dar Z.M., Khan M.H. Vegetable soybean (*Edamame*): a potential area of research — a review. *SKUAST Journal of Research*. 2023; 25(3): 376–386. <https://doi.org/10.5958/2349-297X.2023.00051.X>
6. Xu Y. *et al.* Physical and nutritional properties of edamame seeds as influenced by stage of development. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2016; 10(2): 193–200. <https://doi.org/10.1007/s11694-015-9293-9>
7. Castillo-Téllez B., Castillo Téllez M., Vega-Gómez C.J., Mejía-Pérez G.A., Castillo B.M.A. Direct and mixed solar drying effect on edamame (*Glycine max* (L.) Merr.) kinetics and colorimetry. *SWC2021 Proceedings*. International Solar Energy Society. 2021. <https://doi.org/10.18086/swc.2021.31.02>
8. Мавлянова Р.Ф., Зуев В.И., Ким В.В., Пирназаров Д.Р. Технология возделывания овощной сои в Узбекистане. *Sylmo Servis*. 2013; 24.
9. Zeipiņa S., Alsina I., Lepse L. Insight into edamame yield and quality settings: a reviews. *Research for Rural Development*. 2017; 2: 40–45. <https://doi.org/10.22616/rrd.23.2017.047>

REFERENCES

1. Lord N. *et al.* Combining Agronomic and Pest Studies to Identify Vegetable Soybean Genotypes Suitable for Commercial Edamame Production in the Mid-Atlantic U.S. *Agricultural Sciences*. 2021; 12(7): 738–754. <https://doi.org/10.4236/as.2021.127048>
2. Golobov S. Production of edamame — Quality parameters for cultivation and consumption. Alnarp: Swedish University of Agricultural Sciences. 2022; 51 (in Swedish).
3. Carneiro R.C.V., Duncan S.E., O'Keefe S.F., Yin Y., Neill C.L., Zhang B. Sensory and Consumer Studies in Plant Breeding: A Guidance for Edamame Development in the U.S. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2020; 4: 124. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00124>
4. Berketova L.V., Eremina S.V. Proteinaceous products as alternative protein sources in the diet. *Bulletin of Science and Practice*. 2018; 4(8): 154–161 (in Russian). <https://doi.org/10.5281/zenodo.1345205>
5. Moinuddin, Khan F.A., Amir M., Narayan S., Dar Z.M., Khan M.H. Vegetable soybean (*Edamame*): a potential area of research — a review. *SKUAST Journal of Research*. 2023; 25(3): 376–386. <https://doi.org/10.5958/2349-297X.2023.00051.X>
6. Xu Y. *et al.* Physical and nutritional properties of edamame seeds as influenced by stage of development. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2016; 10(2): 193–200. <https://doi.org/10.1007/s11694-015-9293-9>
7. Castillo-Téllez B., Castillo Téllez M., Vega-Gómez C.J., Mejía-Pérez G.A., Castillo B.M.A. Direct and mixed solar drying effect on edamame (*Glycine max* (L.) Merr.) kinetics and colorimetry. *SWC2021 Proceedings*. International Solar Energy Society. 2021. <https://doi.org/10.18086/swc.2021.31.02>
8. Mavlyanova R.F., Zuev V.I., Kim V.V., Pirnazarov D.R. Technology of cutting vegetable soybeans in Uzbekistan. Tashkent: *Sylmo Servis*. 2013; 24 (in Russian).
9. Zeipiņa S., Alsina I., Lepse L. Insight into edamame yield and quality settings: a reviews. *Research for Rural Development*. 2017; 2: 40–45. <https://doi.org/10.22616/rrd.23.2017.047>

⁹ Куликова Е.Г., Корягин Ю.В., Корягина Н.В. Физиология и биохимия растений: учеб. пособие. Пенза: ПГАУ. 2019; 190.

10. Li X., Welbaum G.E., Rideout S.L., Singer W., Zhang B. Vegetable Soybean and Its Seedling Emergence in the United States. Jimenez-Lopez J.C., Clemente A. (eds.). Legumes Research. *IntechOpen*. 2022; 1. <https://doi.org/10.5772/intechopen.102622>
11. Krasnova I., Segliņa D., Juhņeviča-Radenkova K., Lepse L., Zeipiņa S. The effect of ozonated water on changes in the quality of blanched edamame during cold storage. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2022; 25: e2021140. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.14021>
12. Ткачева Н., Елисева Т. Бобы эдамаме: 5 ключевых фактов о пользе продукта и как приготовить. *Журнал здорового питания и диетологии*. 2022; 19: 101–104. <https://doi.org/10.59316/vi19.167>
13. Волощенко С.В., Лоскутов Р.И., Щеглов Н.Т. Об использовании зерновых сортов сои в качестве овощной культуры. Селекция и семеноводство овощных культур в XXI веке. Материалы Международной научно-практической конференции. М.: ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур. 2000; 1: 165–169.
14. Шафигуллин Д.Р., Байков А.А., Гинс М.С., Пронина Е.П., Солдатенко А.В. Исследование суммарного содержания антиоксидантов в семенах овощных бобовых культур, выращенных в условиях Московской области. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2018; (4): 103–109. <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2018-11057>
15. Мульо Панолуиса Ф.Э., Семенова Н.А., Романова Е.В. Оценка исходного материала сои овощной *Glycine max* L. Merr. в Московской области. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство*. 2023; 18(4): 531–540. <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2023-18-4-531-540>
16. Santana A.C., Carrão-Panizzi M.C., Mandarino J.M.G., Leite R.S., Da Silva J.B., Ida E.I. Effect of harvest at different times of day on the physical and chemical characteristics of vegetable-type soybean. *Food Science and Technology*. 2012; 32(2): 351–356. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612012005000044>

ОБ АВТОРАХ

Оксана Викторовна Литвиненко

кандидат ветеринарных наук,
ведущий научный сотрудник
lov@vniisoi.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7414-0039>

Надежда Юрьевна Корнева

научный сотрудник
knju@vniisoi.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8180-6070>

Александр Александрович Литвиненко

лаборант-исследователь
heavy.rain552@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0002-6592-7950>

Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт сои», Игнатьевское шоссе, 19, Благовещенск, 675027, Россия

10. Li X., Welbaum G.E., Rideout S.L., Singer W., Zhang B. Vegetable Soybean and Its Seedling Emergence in the United States. Jimenez-Lopez J.C., Clemente A. (eds.). Legumes Research. *IntechOpen*. 2022; 1. <https://doi.org/10.5772/intechopen.102622>

11. Krasnova I., Segliņa D., Juhņeviča-Radenkova K., Lepse L., Zeipiņa S. The effect of ozonated water on changes in the quality of blanched edamame during cold storage. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2022; 25: e2021140. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.14021>

12. Tkacheva N., Eliseeva T. Edamame beans: 5 key facts about the benefits of the product and how to cook. *Journal.edaplus.info*. 2022; 19: 101–104 (in Russian). <https://doi.org/10.59316/vi19.167>

13. Voloshchenko S.V., Loskutov R.I., Shcheglov N.T. On the use of grain varieties of soybeans as a vegetable crop. *Selection and seed production of vegetable crops in the 21st century. Proceedings of the International scientific and practical conference*. Moscow: All-Russian Research Institute of Vegetable Breeding and Seed Production. 2000; 1: 165–169 (in Russian).

14. Shafigullin D.R., Baykov A.A., Gins M.S., Pronina E.P., Soldatenko A.V. The study of the antioxidant total content in vegetable legume crops grown in the Moscow region. *Legumes and groat crops*. 2018; (4): 103–109 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2018-11057>

15. Mullo Panoluisa F.E., Semenova N.A., Romanova E.V. Evaluation of different lines of vegetable soybean *Glycine max* L. Merr. under conditions of the Moscow region. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2023; 18(4): 531–540 (in Russian). <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2023-18-4-531-540>

16. Santana A.C., Carrão-Panizzi M.C., Mandarino J.M.G., Leite R.S., Da Silva J.B., Ida E.I. Effect of harvest at different times of day on the physical and chemical characteristics of vegetable-type soybean. *Food Science and Technology*. 2012; 32(2): 351–356. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612012005000044>

ABOUT THE AUTHORS

Oksana Viktorovna Litvinenko

Candidate of Veterinary Sciences,
Leading Researcher
lov@vniisoi.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7414-0039>

Nadezhda Yurievna Korneva

Researcher
knju@vniisoi.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8180-6070>

Alexander Alexandrovich Litvinenko

Laboratory Researcher
heavy.rain552@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0002-6592-7950>

Federal Research Center "All-Russian Scientific Research Institute of Soybean",
19 Ignatievskoe shosse, Blagoveshchensk, 675027, Russia