

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-6-62-66>  
УДК 635.347:(631.524.5+581.19)

Л.Л. Бондарева<sup>1</sup>, А.И. Минейкина<sup>1</sup>,  
Т.О. Паслова<sup>1</sup>, А.В. Молчанова<sup>1</sup>,  
Н.О. Паслова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр овощеводства" (ФГБНУ ФНЦО) 143072, Россия, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д.14 [lyuda\\_bondareva@mail.ru](mailto:lyuda_bondareva@mail.ru)

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия» (ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА) 603107, Россия, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 97

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Бондарева Л.Л., Минейкина А.И., Паслова Т.О., Молчанова А.В., Паслова Н.О. Капуста японская: особенности морфологических и биохимических показателей селекционного сортаобразца. *Овощи России*. 2020;(6):62-66. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-6-62-66>

**Поступила в редакцию:** 23.10.2020

**Принята к печати:** 15.11.2020

**Опубликована:** 20.12.2020

Lyudmila L. Bondareva<sup>1</sup>,  
Anna I. Mineykina<sup>1</sup>,  
Tatyana O. Paslova<sup>1</sup>,  
Anna V. Molchanova<sup>1</sup>,  
Natalia O. Paslova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC) 14, Selectionnaya str., VNISSOK, Odintsovo district, Moscow region, Russia, 143072 [lyuda\\_bondareva@mail.ru](mailto:lyuda_bondareva@mail.ru)

<sup>2</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Nizhny Novgorod State Agricultural Academy» (FSBEI HE NNSAA) 97, Gagarin avenue, Nizhny Novgorod, Russia, 603107

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**For citations:** Bondareva L.L., Mineykina A.I., Paslova T.O., Molchanova A.V., Paslova N.O. Japanese cabbage: features of morphological and biochemical parameters of a promising sample. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(6):62-66. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-6-62-66>

**Received:** 23.10.2020

**Accepted for publication:** 15.11.2020

**Accepted:** 20.12.2020

# Капуста японская: особенности морфологических и биохимических показателей селекционного сортаобразца



## Резюме

**Актуальность.** Новые виды овощных культур, ранее неизвестные в широких масштабах появляются на рынке. Одной из таких культур для средней полосы РФ является капуста японская (*Brassica rapa* L. subsp. *nipposinica* (L.H. Bailey) Hanelt). Благодаря высокому содержанию витамина С и микроэлементов, капусту японскую можно отнести к продуктам, рационального сбалансированного питания, в том числе диетического, а также её можно использовать в качестве сырья для медицинской промышленности.

**Материал и методика.** Исследование селекционного сортаобразца капусты японской из коллекции ФГБНУ ФНЦО заключалось в фенологическом наблюдении стадий роста и развития растений, морфологическом изучении хозяйственно ценных признаков и проведении биохимических анализов содержания аскорбиновой кислоты, сухого вещества и фотосинтетических пигментов.

**Результаты.** Результаты наблюдений позволили установить сроки наступления фенологических фаз в условиях защищенного грунта у растений капусты японской и показали, что активное формирование листовой массы у растений происходит на 20 сутки после высадки рассады. Установлена тесная прямая связь продолжительности хозяйственной годности до образования цветоноса с числом листьев у растения ( $R=0,95$ ) и длиной листовой пластины ( $R=0,92$ ). В проведенных биохимических исследованиях выявлено, что содержание аскорбиновой кислоты в селекционном сортаобразце составляет  $37,84 \pm 0,88$  мг%, а сухое вещество находится в пределах  $11,3 \pm 0,42\%$ . Содержание антиоксидантов в пересчете на ГК и АК варьирует в пределах  $5,72 \pm 0,72$  и  $19,5 \pm 2,46$  мг/г соответственно. Изучение морфологических характеристик и биологических особенностей растений капусты японской благоприятствуют максимальному использованию потенциала овощной культуры в условиях Московской области.

**Ключевые слова:** капуста японская, морфологические и биохимические показатели, корреляционный анализ, антиоксиданты, фотосинтетическая активность, пигментный комплекс.

## Japanese cabbage: features of morphological and biochemical parameters of a promising sample

### Abstract

**Relevance.** New types of vegetable crops, previously unknown on a large scale, appear on the market. Japanese cabbage (*Brassica rapa* L. subsp. *nipposinica* (L. H. Bailey) Hanelt) is one of such crops for the middle zone of the Russian Federation. Due to the high content of vitamin C and microelements, Japanese cabbage can be classified as a rational balanced diet, including dietary one, and it can also be used as a raw material for the medical industry.

**Methods.** The study of a promising sample of Japanese cabbage selection at the Federal Research Vegetable Center consisted in phenological observation of the stages of plant growth and development, morphological study of economically valuable traits, and biochemical analyzes of the content of ascorbic acid, dry matter and photosynthetic pigments.

**Results.** The results of observations made it possible to establish the timing of the onset of phenological phases in Japanese cabbage plants and showed that the active formation of leaf mass in plants occurs 20 days after planting the seedlings. A close direct relationship was established between the duration of economic shelf life and the number of leaves in a plant ( $R = 0.95$ ) and the length of the leaf plate ( $R=0.92$ ). In the conducted biochemical studies, it was revealed that the content of ascorbic acid in the promising sample is  $37.84 \pm 0.88$  mg%, and the dry matter is in the range of  $11.3 \pm 0.42\%$ . The content of antioxidants in terms of HA and AA is within  $5.72 \pm 0.72$  and  $19.5 \pm 2.46$  mg/g, respectively. The study of the morphological characteristics and biological characteristics of Japanese cabbage plants contribute to the maximum use of the potential of vegetable crops in the conditions of the Moscow region.

**Keywords:** Japanese cabbage, morphological and biochemical parameters, correlation analysis, antioxidants, photosynthetic activity, pigment complex.

**К**апуста японская (*Brassica rapa* L. subsp. *nipposinica* (L. H. Bailey) Hanelt) является одной из малоизученных нетрадиционных культур, которая относится к восточноазиатским видам капусты. Восточная ветвь вида *Brassica rapa* развилась предположительно из масличных форм [1], корнеплодной репы [2] или обеих этих форм [3] в Китае, а затем в Корее и Японии.

Капустные культуры вида (*Brassica rapa* L. subsp. *nipposinica* (L. H. Bailey) Hanelt) – скороспелые продуктивные культуры, отличающиеся наличием ценных биохимических соединений, относительно простые в выращивании с возможностью нескольких срезов листьев за сезон. Особенность химического состава культур вида (*Brassica rapa* L. subsp. *nipposinica* (L. H. Bailey) Hanelt) (высокое содержание воды и низкое — жиров) обуславливает низкую калорийность капустных растений. Для них характерно высокое содержание углеводов и белков, включающих все незаменимые аминокислоты. Китайская, а особенно японская капуста очень ценны по диетическим свойствам. Они относятся к группе зелено-желтых овощей, важнейшей для полноценного питания. Содержат большое количество аскорбиновой кислоты, каротина, а также содержат витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, фолиевую кислоту, хлорофиллы, значительное количество минеральных элементов – калий, кальций, фосфор, железо [4]. Капуста японская содержит достаточное количество селена (около 130 мг/кг). Необходимо отметить, что капуста японская аккумулирует небольшое количество нитратов (в пределах ПДК) и токсичного кадмия как в листьях, так и в корнеплодах [5].

Капуста японская наряду с пищевыми достоинствами отличается высокой декоративностью и устойчивостью к стеблеванию [6]. Благодаря своим пищевым качествам капуста японская является незаменимой овощной культурой в Китае, Японии, Индонезии, Малайзии и во многих странах Европы. В России данный вид капусты до недавнего времени не имел широкого распространения, однако в последние годы спрос на свежую зелень повышается, что способствует популяризации капусты японской среди населения. Таким образом, огромный потенциал развития внутреннего производства свежей зелени, а также растущая популярность капусты японской, как среди дачников, так и среди рестораторов и крупных тепличных производителей зелени, обуславливает необходимость создания новых сортов, отвечающих строгим требованиям современного рынка.

Определение биологических, морфологических и биохимических характеристик растительного материала в сельскохозяйственном производстве имеет важное значение при планировании посева, посадки, борьбы с вредителями и болезнями, сбора урожая, а также при эффективном применении послеуборочных операций, таких как хранение, сушка, упаковка и т.д.

Цель работы – изучение морфологических и биохимических особенностей селекционного сортаобразца капусты японской лаборатории селекции и семеноводства капустных культур ФГБНУ ФНЦО.

## Материалы и методы

Материалом исследования являлся селекционный сортобразец капусты японской (*Brassica rapa* L. subsp. *nipposinica* (L.H. Bailey) Hanelt) лаборатории селекции и семеноводства капустных культур ФГБНУ ФНЦО (рис.1), который был получен путем многолетнего отбора из исходного сорта капусты японской Mizuna (Chilternseeds Firm). В качестве контроля использовали районированный сорт капусты японской Салад Мизуна.

Работа проведена в 2018-2019 годах в условиях защищенного грунта ФГБНУ ФНЦО (Московская область). Семена высевали в кассеты с диаметром ячейки 5х5 см в третьей декаде апреля. Через 25-28 суток рассаду высаживали в пленочную необогреваемую теплицу по схеме 60х40 см.

В период роста и развития растений капусты японской проводили фенологические наблюдения и биометрические измерения, согласно Методики УРОВО.

Биохимические исследования растений проводили в лабораторно-аналитическом отделе ФГБНУ ФНЦО. Был изучен биохимический состав листьев по следующим показателям: суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов – по методу Максимовой и др. [7], стандартом являлась аскорбиновая и галловая кислоты; содержание аскорбиновой кислоты – по методике Сапожниковой, Дорофеевой [8].

Для определения содержания хлорофиллов а и b, их суммы, а также суммы каротиноидов в листьях брали высеки с каждого образца, экстрагировали 96%-ным этанолом и результат определяли на спектрофотометре с использованием методики Lichtenthaler et al. [9]. Расчёты проводили по формулам, представленным в монографии Голубкина и др. [10]. Содержание сухого вещества устанавливали методом высушивания навески до постоянного веса при температуре 70°C в течение 72 часов [11]. Уровень сахаров устанавливали цианидным методом [12].

Статистическую обработку результатов осуществляли с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel 2010.

## Результаты

В результате проведенных наблюдений фенологических фаз селекционного сортаобразца капусты японской в сравнении с контрольным сортом, были установлены их генотипические различия. Так, при появлении всходов и до наступления 10%-ной хозяйственной годности растений, изучаемые сортаобразцы были однородны в развитии. Однако, селекционный сортаобразец капусты японской имел более продолжительную хозяйственную годность продуктивных органов растений до образования цветоноса по сравнению с контрольным сортом салат Мизуна. Вследствии данных наблюдений было показано, что селекционный сортаобразец оказался более устойчив к стеблеванию (табл. 1).

**Таблица 1. Фенологические фазы селекционного и контрольного сортаобразцов капусты японской в условиях защищенного грунта, сутки от посева семян**  
**Table 1. Phenological phases of breeding and control varieties of Japanese cabbage in glasshouses, day from sowing seeds**

Название	Всходы	1-й настоящий лист	5-й настоящий лист	Техническая спелость		Появление цветоноса		Начало цветения	Массовое цветение	Образование стручков	Уборка семенников
				10%	100%	10%	100%				
Селекционный сортаобразец	3	7	16	38	52	53	58	55	60	79	97
Салат Мизуна	3	7	16	38	43	44	50	46	55	68	88

Таблица 2. Сроки посева, хозяйственной годности и уборки селекционного сортообразца капусты японской в условиях защищенного грунта  
 Table 2. Timing of planting, economic suitability and harvesting breeding varietal sample of Japanese cabbage in glasshouses

апрель			май			июнь			июль			август		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Посев			Высадка рассады			Хозяйственная годность			Цветение			Уборка семенников		

Исходя из проведенных наблюдений динамики роста и развития растений капусты японской предлагается схема посева, посадки и уборки растений селекционного сортообразца капусты японской при выращивании в условиях защищенного грунта (Табл. 2).

Важнейшими факторами продукционного процесса растений являются рост и развитие. Поэтому при проведении наблюдений за прохождением фенологических фаз капусты японской, был проведен учет прироста основных морфологических показателей. Учет показателей роста и развития растений проводили каждые 5 суток от начала высадки рассады в фазе 5-6 настоящих листьев. Отмечено, что у контрольного сортообразца на 22 сутки после высадки рассады отмечено образование первых цветоносов, у селекционного сортообразца первые цветоносы образовались на 29 сутки после высадки рассады.

Отмечено, что листья, которые являются основой продуктового органа у растений капусты японской, начинают активно формироваться на 20 сутки после высадки рассады (рис. 1, А). При этом селекционный сортообразец оказался более устойчив к стеблеванию, поэтому число листьев у растений сформировалось в 2,4 раза больше,

чем у сорта Салад Мизуна. Такие показатели, как длина черешка, длина и ширина листовой пластины имеют главную динамику прироста в период формирования продуктивных органов растений. Следует отметить, что такие показатели, как средняя длина черешка и средняя длина листовой пластины находились в пределах ошибки средней у изученных сортообразцов. При этом, средняя ширина листовой пластины у селекционного сортообразца была почти в 2 раза меньше, чем у контрольного сорта Салад Мизуна (рис.1, В,С,Д). Таким образом, генетические факторы существенно повлияли на некоторые морфологические параметры изученных сортообразцов.

Продолжительность хозяйственной годности растений до появления цветоноса, является важным параметром для товаропроизводителей. Для управления этим показателем необходимо знать, из каких компонентов он складывается и какова возможная вариабельность этих величин в зависимости от сорта, природно-климатических условий и технологии возделывания.

Проведенный корреляционный анализ позволил выявить характер связей между продолжительностью хозяйственной годности и морфометрическими параметрами

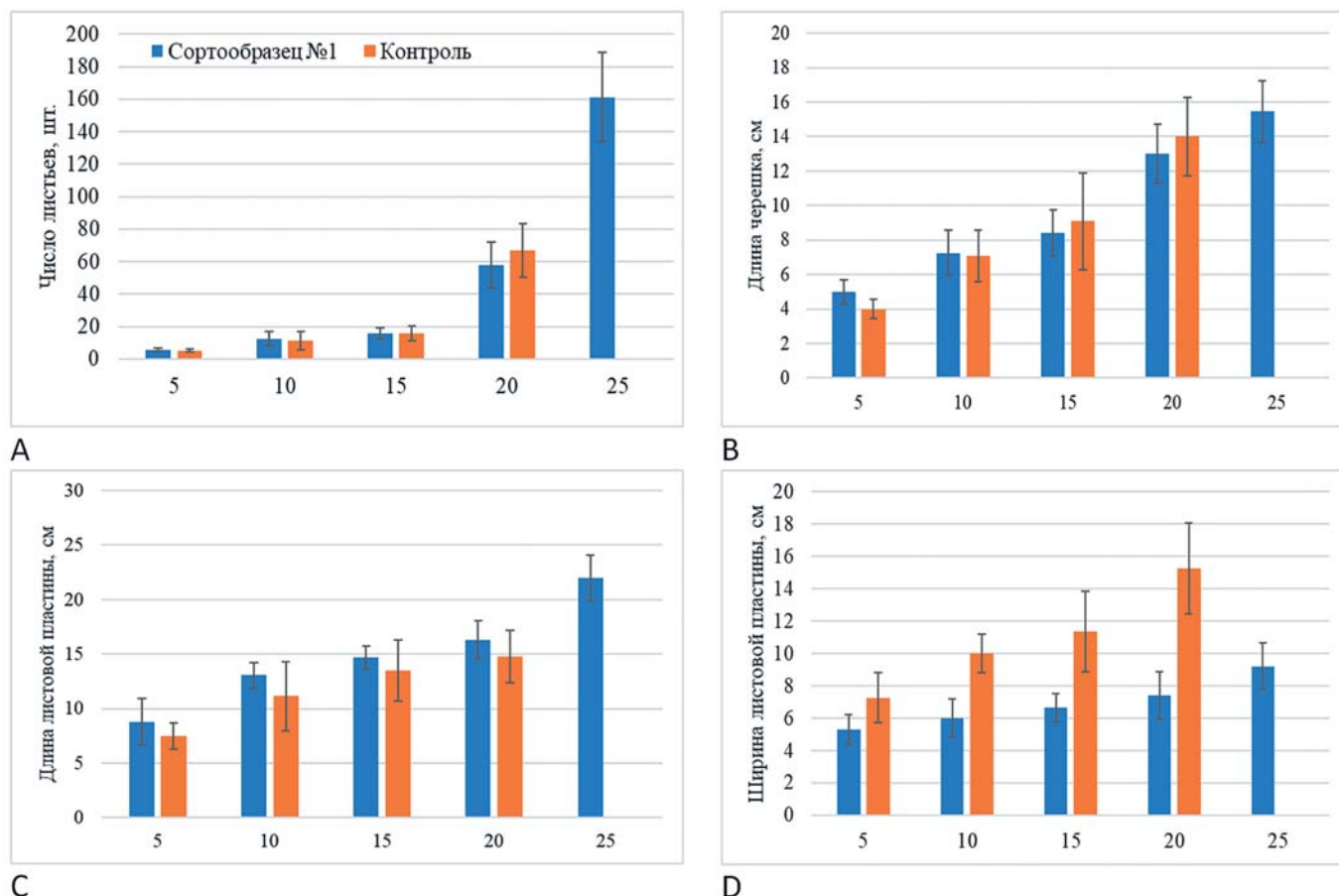
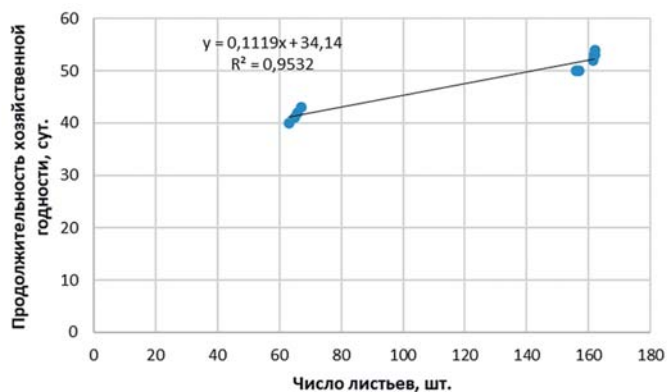


Рис. 1. Учет прироста основных морфометрических показателей капусты японской через каждые 5 суток: А – числа листьев, В – длины черешка, С – длины листовой пластины, Д – ширины листовой пластины  
 Fig. 1. Accounting for the increase of the main morphometric values of Japanese cabbage every 5 days: А – number of leaves, В – length petioles, С – length leaf, D – width leaf



**Рис. 2. Корреляционный анализ между продолжительностью хозяйственной годности растений капусты японской и числом листьев. Уровень значимости 95%**  
**Fig. 2. Correlation analysis between the duration of the economic suitability of Japanese cabbage plants and the number of leaves. 95 per cent significance level**

**Таблица 3. Суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов, аскорбиновой кислоты и сухого вещества в селекционном и контрольном сортах капусты японской**  
**Table 3. The total content of water-soluble antioxidants, ascorbic acid and dry matter in the breeding and control varieties of Japanese cabbage**

Название	Содержание аскорбиновой кислоты, мг/100 г	Содержание сухого вещества, %	Суммарное содержание антиоксидантов, мг/г	
			в ЕАК	в ЕГК
Селекционный сорт	137,84±8,80a	11,3±0,42c	19,5±2,46	5,72±0,72
Салат Мизуна	119,75±6,15b	12,5±0,85c	-	-

Значения с одинаковыми буквами существенно не отличались при  $P \leq 0,05$

**Таблица 4. Содержание фотосинтетических пигментов в селекционном сорте капусты японской**  
**Table 4. Content of photosynthetic pigments in a breeding varieties of Japanese cabbage**

Название	Хлорофилл, мг/г				Каротиноиды, мг/г
	a	b	a+b	a/b	
Селекционный сорт	1,25±0,07	0,72±0,03	1,97±0,09	1,7	0,29±0,06

рами. Установлена тесная прямая связь продолжительности хозяйственной годности с числом листьев у растения капусты японской ( $R=0,95$ ) (рис. 2).

Согласно литературным данным по биохимическим исследованиям доказано, что листья капусты японской богаты витаминами и минералами, которые можно употреблять как в свежем виде, так и в переработке [13]. В

проведенных биохимических исследованиях показано содержание аскорбиновой кислоты в селекционном сортообразце №1 равное  $137,84 \pm 8,8$  мг/100 г, что выше, чем в контрольном. Содержание сухого вещества находилось в пределах  $11,30 \pm 0,42\%$ , в контрольном –  $12,50 \pm 0,85\%$ , что указывает на пригодность данных сортообразцов к длительному хранению (табл. 3).

Следствием окислительных процессов, протекающих в человеческом организме, является избыточное образование свободных радикалов, которые разрушают белок, ДНК, липиды и другие биологически активные соединения, что приводит к преждевременному старению и в конечном итоге к сокращению продолжительности жизни. Защитных функций организма недостаточно для противодействия вредным окислительным реакциям, протекающим по радикально-цепному механизму. Один из способов снижения вредного воздействия окислительных процессов на организм человека — использование пищи, содержащей природные антиоксиданты [14]. В перспективном селекционном сортообразце капусты японской

суммарное содержание антиоксидантов в пересчете на ГК и АК составляет  $5,72 \pm 0,72$  и  $19,5 \pm 2,46$  мг/г соответственно.

Изучение фотосинтетической активности и пигментного комплекса играют важную роль в изучении регуляции развития растений и их устойчивости к стрессовым факторам. Хлорофилл а является главным функциональным пигмен-



**Рис. 3. Рост и развитие растений селекционного сорта капусты японской в условиях защищенного грунта**  
**Fig. 3. The growth and development of plants of a breeding varieties of Japanese cabbage in glasshouses**



**Рис. 4. Листовая розетка селекционного сорта капусты японской**  
**Fig. 4. A rosette of leaves have breeding varieties of Japanese cabbage**

том, донором энергии для фотосинтезирующих реакций. Результаты анализа показали высокое содержание хлорофилла а в листьях селекционного сортаобразца капусты японской (1,25±0,07) (табл. 4).

Одним из информативных параметров, характеризующих работу фотосинтетического аппарата, является отношение хлорофилла а к хлорофиллу b. При этом, чем больше хлорофилла а в отношении, тем активнее происходит фотосинтез. В нашем исследовании данный показатель соответствует 1,7. Пигментный комплекс растений капусты японской характеризовался относительно не высоким содержанием каротиноидов – 0,29±0,06 мг/г, при этом зеленых пигментов содержалось в 6,8 раз выше.

## Заключение

Полученные результаты морфометрических и биохимических показателей перспективного селекционного сортаобразца капусты японской могут быть использованы для внедрения в хозяйственное производство, разработки оптимальных условий выращивания для получения наибольшей урожайности, а также для процессов послеуборочной обработки, подбора оптимальных подходящих методов сушки, консервирования и т. д.

Изучение морфологических характеристик и биологических особенностей растений капусты японской благоприятствуют максимальному использованию потенциала овощной культуры в условиях Московской области

### Об авторах:

**Людмила Леонидовна Бондарева** – доктор с.-х. наук, зав. лаб. селекции и семеноводства капустных культур, <https://orcid.org/0000-0002-0912-5913>

**Анна Игоревна Минейкина** – кандидат с.-х. наук.

н. с. лаб. репродуктивной биотехнологии в селекции с.-х. растений, <https://orcid.org/0000-0001-9864-1137>

**Татьяна Олеговна Паслова** – мл. н. сотрудник лаб. селекции и семеноводства капустных культур, <https://orcid.org/0000-0002-9342-9628>

**Анна Владимировна Молчанова** – кандидат с.-х. н., ст.н.сотр. лабораторно-аналитического отдела <http://orcid.org/0000-0002-7795-7463>

**Наталья Олеговна Паслова** – студентка Нижегородской сельскохозяйственной академии

### About the authors:

**Lyudmila L. Bondareva** – Doc. Sci. (Agriculture),

Head of Laboratory of Cole Crop Breeding and Seed Production, <https://orcid.org/0000-0002-0912-5913>

**Anna I. Mineyikina** – Cand. Sci. (Agriculture),

Researcher of Laboratory of Reproductive Biotechnology in Crop Breeding, <https://orcid.org/0000-0001-9864-1137>

**Tatyana O. Paslova** – Junior Researcher of Laboratory Cole Crop Breeding and Seed, <https://orcid.org/0000-0002-9342-9628>

**Anna V. Molchanova** – Cand. Sci. (Agriculture), senior researcher of analytical center, <http://orcid.org/0000-0002-7795-7463>

**Natalia O. Paslova** – student

### • Литература

- Gomez-Campo C., Prakash S. Origin and domestication. *Elsevier Press*.1999. P.33–58.
- Игнатов А.Н. Генетическое разнообразие фитопатогенных ксантомонад вида *Xanthomonas campestris* и устойчивость к ним растений семейства *Brassicaceae*: Дис. д-ра биол. наук. М., 2006. 350 с.
- Takuno S., Kawahara T., Ohnishi O. Phylogenetic relationships among cultivated types of *Brassica rapa* L. em. Metzg. as revealed by AFLP analysis. *Genetic Resources and Crop Evolution*.2007;(54):279–285.
- Артемьева А.М., Соловьева А.Е. Генетическое разнообразие и биохимическая ценность капустных овощных растений рода *Brassica* L. *Вестник НГАУ*. 2018;4:50-61.
- Пивоваров В.Ф., Тареева М.М., Мухортов В.Ю., Голубкина Н.А., Замана С.П., Кошелева О.В. Капуста японская – высокоценная овощная культура. *Картофель и овощи*.2009;(9):13.
- Артемьева А.М. Новые поступления капустных культур вида *brassica rapa* L. в коллекцию ВИР. *Овощи России*. 2017;(2):14-19. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-2-14-19>
- Максимова Т.В., Никулина И.Н., Пахомов В.П., Шкарина Е.И., Чумакова З.В., Арзамасцев А.П. Способ определения антиокислительной активности. Пат РФ 2170930 С1 М. 2001.
- Сапожникова Е.В., Дорофеева Л.С. Определение содержания аскорбиновой кислоты в окрашенных растительных экстрактах йодометрическим методом. *Консервная и овощеводческая промышленность*.1966;(5):29-31.
- Lichtenthaler, H.K. Chlorophylls and Carotenoids: Pigments of Photosynthetic Biomembranes. *Methods in Enzymology*.1987;(148):350-382.
- Голубкина, Н.А. Кекина Е.Г., Молчанова А.В. и др. Антиоксиданты растений и методы их определения. Монография. Москва: ФГБНУ ФНЦО.2018. 68 с.
- Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. и др. Методы биохимического исследования растений. 3 изд., перераб. и доп. Л.: *Агропромиздат. Ленинградское отделение*.1987. 430 с.
- Кидин В.В., Дерюгин И.П., Кобзаренко В.И. Практикум по агрохимии. М.: *КолосС*, 2008. С.158-159.
- Hasturk Sahin F., Aktas T., Eryilmaz Acikgoz F., Akcay T. Some technical and mechanical properties of mibuna (*Brassica rapa* var. nipposinica) and mizuna (*Brassica rapa* L. subsp. *nipposinica* (L. H. Bailey) Hanelt). *PeerJPrePrints*. 2016;(4):e1698v1. <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.1698v113>.
- Дубцова Г.Н., Негматуллоева Р.Н. Фенольные соединения и антиоксидантная активность в порошках из плодов шиповника. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2011;(4):46-48

### • References

- Gomez-Campo C., Prakash S. Origin and domestication. *Elsevier Press*.1999. P.33–58.
- Ignatov A.N. Genetic diversity of phytopathogenic xanthomonads of the species *Xanthomonas campestris* and resistance to them of plants of the *Brassicaceae* family: Dis. Dr. Biol. sciences. M., 2006. 350 p. (In Russ.)
- Takuno S., Kawahara T., Ohnishi O. Phylogenetic relationships among cultivated types of *Brassica rapa* L. em. Metzg. as revealed by AFLP analysis. *Genetic Resources and Crop Evolution*.2007;(54):279–285.
- Artemieva A.M., Solovyov A.E. Genetic diversity and biochemical value of cabbage vegetable plants of the genus *Brassica* L. *Bulletin of NSAU*. 2018;(4):50-61. (In Russ.)
- Pivovarov V.F., Tareeva M.M., Mukhortov V.Yu., Golubkina N.A., Zamana S.P., Kosheleva O.V. Japanese cabbage - High-value vegetable culture. *Potatoes and vegetables*. 2009;(9):13. (In Russ.)
- Artemieva A.M. New incoming accessions of *Brassica rapa* L. into the VIR plant collection. *Vegetable crops of Russia*. 2017;(2):14-19. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-2-14-19>
- Maksimova T.V., Nikulina I.N., Pakhomov V.P., Shkarina E.I., Chumakova Z.V., Arzamastsev A.P. Method for determining antioxidant activity. Patent RF 2170930 C1 M. 2001. (In Russ.)
- Sapozhnikova E.V., Dorofeeva L.S. Determination of the content of ascorbic acid in colored plant extracts by the iodometric method. *Canning and vegetable growing industry*. 1966;(5):29-31. (In Russ.)
- Lichtenthaler, H.K. Chlorophylls and Carotenoids: Pigments of Photosynthetic Biomembranes. *Methods in Enzymology*.1987;(148):350-382.
- Golubkina, N.A., Kekina E.G., Molchanova A.V. Antioxidants of plants and methods for their determination. Moscow. 2018. 68 p. (In Russ.)
- Ermakov A.I., Arasimovich V.V., Yarosh N.P. Methods of biochemical research of plants. L.: *Agropromizdat*. 1987. 430 p. (In Russ.)
- Kidin V.V., Deryugin I.P., Kobzarenko V.I. Workshop on agrochemistry. M., *Kolos*, 2008 P.158-159. (In Russ.)
- Hasturk Sahin F., Aktas T., Eryilmaz Acikgoz F., Akcay T. Some technical and mechanical properties of mibuna (*Brassica rapa* var. nipposinica) and mizuna (*Brassica rapa* L. subsp. *nipposinica* (L.H. Bailey) Hanelt). *PeerJPrePrints*. 2016;(4):e1698v1. <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.1698v113>.
- Dubtsova G.N., Negmatulloeva R.N. Phenolic compounds and antioxidant activity in rosehip powders. *Storage and processing of agricultural raw materials*. 2011;(4):46-48. (In Russ.)