

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-6-78-82>
УДК 635.652.2:(631.559+581.19)(470.311)

А.А. Антошкин*, А.В. Молчанова,
А.М. Смирнова

Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение «Федеральный научный
центр овощеводства»
143072, Россия, Московская обл., Одинцовский
р-н, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14

*Автор для переписки: aa_antoshkin@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют
об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов. А.А. Антошкин разработал схему
селекционной части работы и план исследова-
ния. А.М. Смирнова провела гибридизацию,
получила перспективный селекционный
материал, предоставила его для исследования.
А.А. Антошкин и А.В. Молчанова провели иссле-
дование, получили и проанализировали резуль-
таты. А.А. Антошкин и А.В. Молчанова написали
статью. Все авторы рассмотрели и одобрили это
заключение.

Для цитирования: Антошкин А.А., Молчанова
А.В., Смирнова А.М. Урожайность и биохимиче-
ский состав сортов фасоли овощной (*Phaseolus
vulgaris* L.) в условиях Московской области.
Овощи России. 2022;(6):78-82.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-6-78-82>

Поступила в редакцию: 08.11.2022

Принята к печати: 22.11.2022

Опубликована: 02.12.2022

Alexander A. Antoshkin*, Anna V. Molchanova,
Anna M. Smirnova

Federal State Budgetary Scientific Institution
“Federal Scientific Vegetable Center”
14, Seleccionnaya str., VNISSOK, Odintsovo dis-
trict, Moscow region, Russia, 143072

*Correspondence: aa_antoshkin@mail.ru

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

Author contributions. A.A. Antoshkin developed the
scheme of the breeding part of the work and the
research plan. A.M. Smirnova conducted hybridiza-
tion, obtained promising breeding material, and pro-
vided it for research. A.A. Antoshkin and A.V.
Molchanova conducted research, received and ana-
lyzed the results. A.A. Antoshkin and A.V.
Molchanova wrote an article. All of the authors
reviewed and approved the report.

For citations: Antoshkin A.A., Molchanova A.V.,
Smirnova A.M. Biochemical content and yield of
some cultivars of green bean (*Phaseolus vulgaris*
L.) under Moscow region conditions. *Vegetable
crops of Russia.* 2022;(6):78-82. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-6-78-82>

Received: 08.11.2022

Accepted for publication: 22.11.2022

Published: 02.12.2022

Урожайность и биохимический состав сортов фасоли овощной (*Phaseolus vulgaris* L.) в условиях Московской области



Резюме

Актуальность. Увеличение спроса в России на сорта фасоли отечественной селек-
ции стимулировало в Федеральном научном центре овощеводства активизацию
исследований по созданию новых спаржевых сортов овощного направления.

Материалы и методы. Материалом для исследования послужили четыре сорта
фасоли овощной – Секунда, Лика, Ульяша, Си Бемоль лаборатории селекции и
семеноводства овощных бобовых культур Федерального научного центра овоще-
водства. Учеты и наблюдения проводили по Методике Государственного сортоис-
пытания сельскохозяйственных культур, 1975 г. Учет продуктивности (урожайно-
сти) бобов проводили в начале технической стадии спелости по повторностям.
Уборку урожая проводили при достижении биологической стадии спелости.
Биохимические исследования растений проводили в лабораторно-аналитическом
отделе ФГБНУ ФНЦО. Был изучен биохимический состав бобов сортов фасоли
овощной по следующим показателям: определение суммарного содержания водо-
растворимых антиоксидантов, аскорбиновой кислоты, сухого вещества, полифе-
нолов, моносахаров, суммы сахаров и крахмала.

Результаты. Оценка образцов по совокупности факторов способствует отбору
наиболее перспективных и высококачественных сортов для их внедрения в про-
изводство. В результате проведенных исследований фасоли овощной по основ-
ным хозяйственно ценным признакам и биохимическому составу за период с 2018
по 2020 годы выделены сорта Лика и Ульяша. Они отличались высокой продуктив-
ностью бобов и семян. Спаржевый сорт Лика отмечен наибольшим содержанием
суммы водорастворимых антиоксидантов, аскорбиновой кислоты и суммы саха-
ров, сорт типа “лобио” Ульяша – высоким содержанием полифенолов и суммы
антиоксидантов в спиртовом экстракте. Стабильно высокая урожайность, адап-
тивный потенциал и высокое качество бобов, подтвержденное результатами био-
химической оценки, позволяют рекомендовать эти сорта для потребления населе-
нием в рамках диетического питания и как альтернативу мясомолочной продук-
ции.

Ключевые слова: фасоль овощная, урожайность, сухое вещество, моносахара,
крахмал, антиоксиданты, аскорбиновая кислота, полифенолы.

Biochemical content and yield of some cultivars of green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under Moscow region conditions

Abstract

Relevance. Increased demand in Russia for common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) vari-
eties of domestic breeding has stimulated the Federal Scientific Vegetable Center of
breeding to intensify research on the creation of new asparagus bean varieties of veg-
etable direction.

Materials and methods. Four vegetable bean varieties – Secunda, Lika, Ulyasha, Si Bemol
of the laboratory of selection and seed production of vegetable Legume crops of the
Federal Scientific Vegetable Center were used as the material for the study. The counts
and observations were made according to the Methodology of the State Variety Trial of
Agricultural Crops, 1975. The count of productivity was carried out in the technical stage
of ripeness by replications. Harvesting was carried out when the biological stage of
ripeness was reached. Biochemical studies of plants were carried out in the laboratory-
analytical department of the FSBSI FSVC. The biochemical composition of vegetable bean
(green bean) varieties was studied according to the following indicators: determination of
the total content of water-soluble antioxidants, ascorbic acid, dry matter, polyphenols,
monosaccharides, total sugar content and starch.

Results. Evaluation of samples by aggregate factors contributes to the selection of the
most promising and high-quality varieties for their introduction into production. As a
result of the research of vegetable bean on the main economically valuable features and
biochemical composition for the period from 2018 to 2020, the varieties Lika and Ulyasha
were selected. They were distinguished by high productivity of beans and seeds. Green
bean variety Lika was noted for the highest total content of water-soluble antioxidants,
ascorbic acid and the total of sugars content, the green bean variety “lobio” Ulyasha -
high content of polyphenols and the total of antioxidants in the alcohol extract. Stable
high yield, adaptive potential and high quality of beans, confirmed by the results of bio-
chemical evaluation, allow us to recommend these varieties for consumption by the pop-
ulation as part of the diet and as an alternative to meat and dairy products.

Keywords: green bean, productivity, dry matter, monosaccharides, starch, antioxidants,
ascorbic acid, polyphenols.

Введение

Фасоль обыкновенная (*Phaseolus vulgaris* L.) широко известна и популярна на всех континентах земного шара. Эта культура играет важную роль в вопросе снижения дефицита обеспечения человека полноценным белком при питании [1, 2]. В связи с увеличением спроса в России на сорта фасоли спаржевой, универсальной и зерновой отечественной селекции для приготовления консервов и использования в кулинарии в Федеральном научном центре овощеводства усилены исследования по оценке качества сортов фасоли овощной [3,4].

Селекционная работа лаборатории селекции и семеноводства овощных бобовых культур проводится в тесной координации с филиалами ФГБНУ ФНЦО, ее результаты должны обеспечить сочетание необходимых признаков и показателей: стабильно высокая урожайность и качество товарной продукции, устойчивость к биотическим и абиотическим стрессорам среды, пригодность для механизированной уборки, светлая окраска семян. Кроме того, важным требованием к создаваемым сортам является раннеспелость и холодостойкость, позволяющие формировать товарную продукцию в условиях относительно короткого и нежаркого летнего периода, а также обеспечить возможность создания конвейера поступления зеленых бобов достаточно продолжительное время в условиях ЦНЗ РФ [5,6].

Одним из важнейших факторов, влияющим на интенсификацию производства в сельском хозяйстве, является совершенствование существующих и создание новых сортов с высоким качеством продукции на основе эффективных методов селекции и использовании разнообразия исходного материала [7, 8]. Доктрина продовольственной безопасности РФ от 21.01.2020 г. №20 предусматривает «...обеспечение продовольственной безопасности независимо от изменений внешних и внутренних условий...». Этого можно добиться благодаря «...развитию фундаментальных и прикладных научных исследований в области сельского хозяйства для разработки новых видов, сортов и гибридов сельскохозяйственных культур...» [9].

Основными причинами, препятствующими широкому распространению, а иногда даже снижению существующих посевных площадей фасоли овощной, являются: зачастую отсутствие генотипов, устойчивых к наиболее вредоносным болезням и вредителям, форм с высоким адаптивным потенциалом, низкая пригодность сортов к промышленному выращиванию. В связи с этим чаще всего фасоль выращивают на приусадебных участках и мелких крестьянско-фермерских хозяйствах. Другая, не менее значимая причина, препятствующая промышленному выращиванию

фасоли, – высокие стартовые инвестиционные вложения в развитие инфраструктуры хозяйств (полив, дорогостоящие сеялки, уборочные комбайны) или высокие затраты при ручном возделывании фасоли. Именно с этим связан факт размещения основных площадей выращивания фасоли овощной в странах с низкой стоимостью трудовых ресурсов [10]. Научно обоснованная селекционная работа по овощным бобовым культурам в Российской Федерации была начата в 1920 году – с момента организации старейшего научного учреждения – Грибовской овощной селекционно-опытной станции. Научные исследования в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении “Федеральный научный центр овощеводства” (ФГБНУ ФНЦО, ранее ВНИИССОК) в настоящее время проводятся в тесной координации с филиалами и направлены на разработку теоретических и методических основ создания исходного материала бобовых культур с качественно новыми хозяйственно ценными, генетически обусловленными признаками, стабильно высокой урожайностью, с оптимальным соотношением элементов биохимического состава (качеством продукции), с комплексной устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам среды [11].

Материалы и методы исследований**Material and methods**

Материалом для оценки по основным хозяйственно ценным признакам и качеству зеленых бобов послужили четыре сорта фасоли овощной – Секунда, Лика, Уляша, Си Бемоль (рисунки 1-4) лаборатории селекции и семеноводства овощных бобовых культур ФГБНУ ФНЦО, на опытных участках которого проводили исследования в 2018-2020 годах. Почвы опытного поля – дерново-подзолистые и тяжелосуглинистые. В целом агроклиматические условия во время проведения опытов были достаточно благоприятны для роста и развития растений фасоли овощной, однако, по сравнению со средними многолетними данными, значительно различались как по режиму температуры, так и по количеству осадков. Посев производился в III декаде мая, в начале июня уже наблюдались массовые всходы.

Секунда. Раннеспелый (3 группа) полусахарный сорт, период от полных всходов до начала технической спелости 46-54 суток. Растение кустовое, высотой 32-38 см, стебель зеленый со светло-коричневым оттенком и опушением. Бобы прямые, длиной 7,5-8,5 см, шириной 0,8-0,9 см, густоопушенные с клювиком средней длины, четырех-шестисемянные (4-6), без пергаментного слоя и волокна в начале технической спелости. К биологиче-



Рис. 1. Фасоль овощная, сорт Секунда
Fig. 1. Green bean cv. Sekunda



Рис. 2. Фасоль овощная, сорт Лика
Fig. 2. Green bean cv. Lika



Рис. 3. Фасоль овощная, сорт Уляша
Fig. 3. Green bean cv. Ulyasha



Рис. 4. Фасоль овощная, сорт Си Бемоль
Fig. 4. Green bean cv. Si Bemol

ской спелости возможно образование волокна. На растении в среднем 8, потенциально – до 16 бобов, высота прикрепления нижних бобов 12-15 см. Товарная урожайность бобов 7,8-12,5 т/га.

Лика. Группа спелости – от среднераннего до среднеспелого (4-5 группа), сорт сахарный. Период от полных всходов до начала технической спелости 51-58 суток. Растение кустовое, высотой 35-40 см. Бобы в технической спелости – зеленые, прямые, без пергаментного слоя и волокна, длиной 15-17 см, шириной 0,9-1,0 см, верхушка заостренная с клювиком средней длины. Высота прикрепления нижних бобов 16-20 см. Вкусовые качества продукции хорошие. Товарная урожайность бобов в среднем 12,5-15,5 т/га, потенциальная – до 19 т/га.

Ульяша. Среднеспелый сахарный сорт (5 группа). Период от полных всходов до технической спелости бобов 54-60 суток. Растение кустовое, высотой 45-50 см. Бобы в технической спелости – зеленые, прямые, плоские, без пергаментного слоя и волокна, длиной 12-18 см, шириной 1,6-2,3 см, толщиной 0,7-1,1 см. Высота прикрепления нижних бобов 17-20 см. Вкусовые качества продукции хорошие. Товарная урожайность бобов – 10-12 т/га.

Си Бемоль. Среднеспелый сорт универсального типа (5 группа). Растение кустовое, высотой 40-50 см. Бобы в технической спелости – светло-зеленые, слабоизогнутые, плоские, без пергаментного слоя и волокна, длиной 9-15 см, шириной 1,0-1,4 см, толщиной 0,7-1,0 см. К биологической спелости возможно образование пергаментного слоя.

Семена образцов в конкурсном, предварительном сортоиспытании, контрольном питомнике и первичном семеноводстве (размножение) высевали механизировано, семенной сеялкой Winterstiger plodseed XL; семена образцов в коллекции, гибридном и селекционном питомниках – Winterstiger rowseed S. Оцениваемые в опыте сорта (Секунда, Лика, Ульяша, Си Бемоль) относятся к детерминантной группе, их посев проводился трехстрочно, с междурядьем 35 или 45 см. Норма высева составляла 30-35 шт./м², площадь делянки 10м², повторность четырехкратная, размещение делянок рендомизированное. Необходимое описание и оценку вегетирующих растений фасоли овощной в коллекционном, гибридном и селекционном питомниках проводили на основе Международного классификатора СЭВ культурных видов рода *Phaseolus* L., 1985 года [12,13]. Учеты и наблюдения в предварительном и контрольном сортоиспытании, питомниках размножения проводили по Методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [14].

Учет продуктивности (урожайности) проводили в технической стадии спелости по метровкам (1 м²) вручную, в каждой из повторностей оцениваемого сортообразца, при необходимости пересчитывали на 1 га. Уборку урожая проводили при достижении биологической стадии спелости двумя способами: первый – ручная уборка с дозариванием на напольной сушилке и обмоло-

том пучковой молотилкой Winterstiger LD 350; второй – уборка и дозаривание в полевых условиях с дальнейшим обмолом селекционным комбайном Winterstiger classic [14,15,16].

Биохимические исследования растений проводили в лабораторно-аналитическом отделе ФГБНУ ФНЦО. При проведении биохимических исследований отбирали среднюю пробу надземной массы с 30 растений. Был изучен биохимический состав бобов сортов фасоли овощной по следующим показателям: определение суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов – по методу Максимов и др., [17], стандартом являлась аскорбиновая и галловая кислоты; содержание аскорбиновой кислоты – по методике Сапожниковой, Дорофеевой [18]. Содержание сухого вещества – методом высушивания навески до постоянного веса [19]. Определение моносахаров, суммы сахаров и крахмала в образцах фасоли проводили цианидным методом [20].

Содержание полифенолов определяли с помощью спектрофотометра с использованием реактива Фолина-Чиокалтеу [21] в спиртовых экстрактах высушенных бобов фасоли овощной (70%-ный этанол, нагревание до 80°C в течение 1 часа). В качестве стандарта использовали галловую кислоту. Результаты исследований выражали в мг-экв. галловой кислоты/г сухой массы.

Содержание суммы антиоксидантов определяли титрованием 1 мл 0,05 Н раствора KMnO₄ в среде 0,24 М H₂SO₄ анализируемым раствором (спиртовым экстрактом высушенных бобов фасоли овощной) до обесцвечивания раствора перманганата [21,22]. В качестве стандарта использовали галловую кислоту. Результаты исследований выражали в мг-экв. галловой кислоты/г сухой массы.

Результаты исследований и обсуждение

Results and discussion

С 2018 по 2020 годы проводилась адаптивная оценка сортов фасоли овощной по основным хозяйственно ценным признакам в полевых питомниках Московской области (п. ВНИИССОК) и качеству зеленой продукции (биохимическим показателям). В качестве стандарта применяли сорт фасоли овощной Секунда.

По результатам оценки по признакам “число бобов на растении” и “продуктивность бобов” сорт Лика достоверно превышал стандарт Секунда на 3,4 шт./раст. и 9,7 г/раст., соответственно, (табл. 1). Сорт Ульяша также значительно превысил стандарт по признаку “продуктивность бобов” – на 2,6 г/раст. Сорта Лика и Ульяша достоверно превысили стандарт по “урожайности бобов” на 2,9 т/га и 1,3 т/га, соответственно и семенной урожайности на 0,29 т/га и 0,48 т/га, соответственно.

Проведенная биохимическая оценка сортов фасоли овощной показала, что по содержанию аскорбиновой кислоты и сумме водорастворимых антиоксидантов сорт Лика существенно превысил как стандартный образец, так и другие сорта в 1,5 и 1,4 раза, соответственно (табл. 2).

Таблица 1. Оценка по морфологическим и хозяйственно ценным признакам сортов фасоли овощной, 2018-2020 годы
Table 1. Estimation according to morphological and economic characteristics of green beans, 2018-2020

| Сорт | Густота стояния растений, шт./м ² | Число бобов, шт./раст. | Продуктивность бобов, г/раст. | Урожайность бобов, т/га | Урожайность семян, т/га |
|-------------------|--|------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| St Секунда | 33,8±0,7 | 10,2±1,1 | 43,5 | 12,5 | 2,63 |
| Лика | 33,2±0,8 | 13,6±1,6 | 53,2 | 15,4 | 2,92 |
| Ульяша | 32,7±0,6 | 8,9±1,2 | 46,1 | 13,8 | 3,11 |
| Си Бемоль | 32,5±0,5 | 7,9±1,0 | 43,4 | 12,7 | 2,81 |
| НСР ₀₅ | | | 2,4 | 1,1 | 0,21 |

Таблица 2. Суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов (мг-экв АК/г сыр. м.) и аскорбиновой кислоты (мг%) в лопатке фасоли овощной, 2018-2020 годы
Table 2. Content of the total water-soluble antioxidants and ascorbic acid in green bean, 2018-2020

| Сорт | Аскорбиновая кислота, мг% | Суммарное содержание антиоксидантов, мг-экв. АК/г |
|------------|---------------------------|---|
| St Секунда | 9,68±0,26 b | 4,72±0,11 b |
| Лица | 13,20±0,32 a | 6,37±0,13 a |
| Ульяша | 9,68±0,26 b | 3,20±0,07 c |
| Си Бемоль | 9,68±0,26 b | 4,73±0,11 b |

Значения с одинаковыми буквами статистически не различаются согласно тесту Дункана при $p < 0,05$
 Values with similar letters do not differ statistically according to Duncan's test at $p < 0.05$

В то же время, у сорта Ульяша отмечено существенное снижение содержания суммы водорастворимых антиоксидантов по сравнению с сортом Лица в 2 раза и в 1,5 раза в сравнении с контрольным сортом.

Содержание сухого вещества в технической стадии спелости было сравнимым у всех сортов опыта, и только для сорта Ульяша была выявлена тенденция к снижению этого показателя (рис. 5).

Количество крахмала также было сравнимым у всех сортов фасоли овощной, за исключением сорта Лица, в котором было отмечено достоверное снижение этого показателя в 1,2 раза в связи с более продолжительным превращением сахаров в крахмал при созревании бобов (рис. 6) [23,24].

Содержание моносахаров у сорта Лица также снижалось по сравнению с другими сортами в 1,2 раза, тогда как по показателю суммы сахаров наименьшее значение было показано для стандартного сорта Секунда – в 1,2 раза ниже других изученных сортов (рис. 7).

Содержание полифенолов наибольшим было у сорта Ульяша – 18,41 мг-экв ГК/г (рис. 8). Другие сорта по количеству полифенолов достоверно не отличались – 16,19...16,89 мг-экв ГК/г сух. м. Тогда как по сумме антиоксидантов был выявлен разброс данных от 21,94 мг-экв ГК/г у сорта Ульяша до 15,91 мг-экв ГК/г сух. м. у сорта Си Бемоль.

Заключение

Conclusions

Оценка образцов по совокупности факторов способствует отбору наиболее перспективных и высококачественных сортов для их внедрения в производство. В результате проведенных исследований фасоли овощной по основным хозяйственно ценным признакам и биохимическому составу за период с 2018 по 2020 годы выделены сорта Лица и Ульяша. Они отличались высокой продуктивностью бобов и семян. Спаржевый сорт Лица отмечен наибольшим содержанием суммы водорастворимых антиоксидантов, аскорбиновой кислоты и суммы сахаров, сорт типа “лобио” Ульяша – высоким содержанием полифенолов и суммы антиоксидантов в спиртовом экстракте. Стабильно высокая урожайность, адаптивный потенциал и высокое качество бобов, подтвержденное результатами биохимической оценки, позволяют рекомендовать эти сорта для потребления населением в рамках диетического питания и как альтернативу мясомолочной продукции.

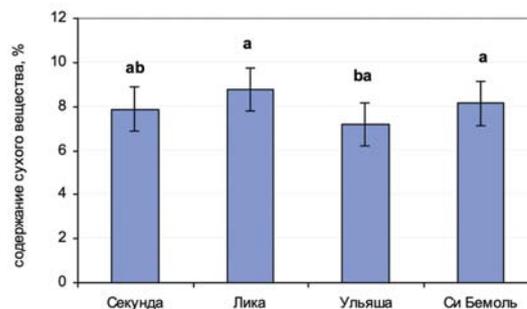


Рис. 5. Содержание сухого вещества (%) в лопатке фасоли овощной. Значения с одинаковыми буквами статистически не различаются согласно тесту Дункана при $p < 0,05$
Fig. 5. Dry matter content in green bean. Values with similar letters do not differ statistically according to Duncan's test at $p < 0.05$

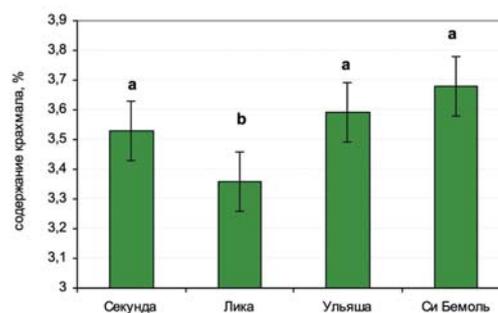


Рис. 6. Содержание крахмала (%) в лопатке фасоли овощной. Значения с одинаковыми буквами статистически не различаются согласно тесту Дункана при $p < 0,05$
Fig. 6. Starch content in green bean. Values with similar letters do not differ statistically according to Duncan's test at $p < 0.05$

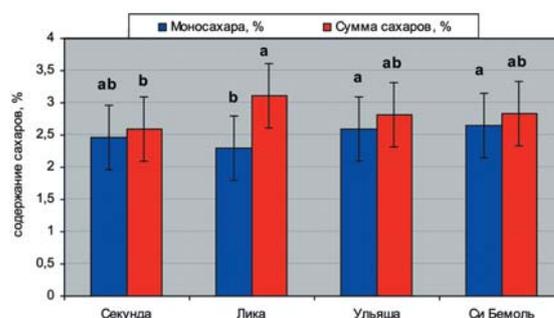


Рис. 7. Содержание моносахаров (%) и суммы сахаров (%) в лопатке фасоли овощной. Значения с одинаковыми буквами статистически не различаются согласно тесту Дункана при $p < 0,05$
Fig. 7. Content of monosaccharides and total sugar content in green bean. Values with similar letters do not differ statistically according to Duncan's test at $p < 0.05$

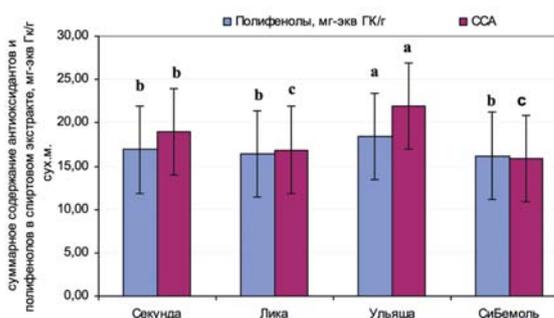


Рис. 8. Содержание полифенолов и суммарное содержание антиоксидантов (спиртовой экстракт) в лопатке фасоли овощной. Значения с одинаковыми буквами статистически не различаются согласно тесту Дункана при $p < 0,05$
Fig. 8. Polyphenol content and the total antioxidant content in green bean. Values with similar letters do not differ statistically according to Duncan's test at $p < 0.05$

Об авторах:

Александр Александрович Антошкин – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства овощных бобовых культур, <https://orcid.org/0000-0002-3534-2727>, автор для переписки, aa_antoshkin@mail.ru

Анна Владимировна Молчанова – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник Лабораторно-аналитического отдела, <https://orcid.org/0000-0002-7795-7463>, vovka_ks@rambler.ru

Анна Михайловна Смирнова – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства овощных бобовых культур, <https://orcid.org/0000-0002-4619-5937>

About the Authors:

Alexander A. Antoshkin – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher of Laboratory of breeding and seed production of Fabaceae crops, <https://orcid.org/0000-0002-3534-2727>, Correspondence Author, aa_antoshkin@mail.ru

Anna V. Molchanova – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher of Analytical department, <https://orcid.org/0000-0002-7795-7463>, vovka_ks@rambler.ru

Anna M. Smirnova – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher of Laboratory of breeding and seed production of Fabaceae crops, <https://orcid.org/0000-0002-4619-5937>

• Литература

- De Ron M. (ed.). Grain Legumes. Handbook of Plant Breeding 10. DOI: 10.1007/978-1-4939-2797-5.
- Broughton W.J., Hernandez G., Blair M., Beebe S., Gepts P., Vanderleyden J. Beans (*Phaseolus* spp.) – model food legumes. *Plant and Soil*. 2003;(252):55–128.
- Казыдуб Н.Г., Кузьмина С.П., Коцюбинская О.А., Бондаренко Н.А., Уфимцева С.В. Зернобобовые культуры в структуре функционального питания (фасоль зерновая и овощная, горох овощной, нут). *Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада*. 2019;(133):157–167.
- Филимонова Ю.А. Оценка коллекционных образцов фасоли овощной по химическому составу в условиях Западной предгорной зоны Северного Кавказа. *Гавриш*. 2006;(5):17–19.
- Паркина О.В., Гончаров Н.П., Якубенко О.Е. Выбор сортов фасоли овощной для разработки конвейера сырья в условиях лесостепи Приобья. *ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА СОВРЕМЕННОЙ АГРАРНОЙ НАУКИ: сборник национальной (Всероссийской) научной конференции. – ИЦ «Золотой колос»*. 2018. С. 56–60.
- Kozar E.G., Engalycheva I.A., Antoshkin A.A., Smirnova A.M. Search sources of green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) resistance to virus diseases in the Moscow region. *International congress on oil and protein crops. Meeting of the EUCARPIA oil and protein crops section*. Chisinau, 2018. P.137–138.
- Горбатовский А. Сущность, факторы и принципы интенсификации сельского хозяйственного производства в новых условиях хозяйствования. *Аграрная экономика*. Минск: Белорусская наука, 2017. С.19–29.
- Alladassi M.E., Nkaludo S., Mukankusi C., [et. al.] Inheritance of resistance to common bacterial blight in four selected common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*. 2017;9(6):71–78.
- Указ Президента РФ от 21.01.2020 №20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации».
- Казыдуб Н.Г. Селекция и семеноводство фасоли в условиях южной лесостепи Западной Сибири. Тюмень, 2013. 296.
- Антон Ш., Смирнова А.М., Антошкин А.А. Оценка коллекционных образцов фасоли овощной по хозяйственно ценным признакам в условиях Московской области. *Овощи России*. 2018;(5):43–46. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-5-43-46>
- Международный классификатор СЭВ культурных видов рода *Phaseolus* L. ВИР, 1985, 45.
- Корсаков Н.И., Адамова О.А., Будакова В.И. Методические указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур. Л.: ВИР. 1975. 59 с.
- Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 4: Картофель, овощные и бахчевые культуры. Разраб. акад. ВАСХНИЛ Д. Д. Брежнев, агр., кандидаты с.-х. наук В. А. Бакулина и Н. К. Давидич [и др.]. 1975. 182 с.
- Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат. 1985. 351с.
- Lazarev A.M. Legume bacteriosis and control measures (guidelines). SPB: VIZR, 2006.
- Maksimova T.V., Nikulina I.N., Pakhomov V.P., Shkarina E.I., Chumakova Z.V., Arzamastsev A.P. Method for determining antioxidant activity. Patents of invention RU 2170930 C1 (2001).
- Sapozhnikov E.V., Dorofeeva L.S. The method of estimate of ascorbic acid by iodimetric titrimetry in color plant extracts. *Canning and dry industry*. 1966;(5):63–67.
- Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П., Перуанский Ю.А., Луконникова Г.А., Иконникова М.И. Методы биохимических исследований. Л., Агропромиздат. 1987. 430 с.
- Определение сахаров в овощах, ягодах и плодах. Цианидный метод определения сахаров в растениях. Практикум по агрохимии, под ред. Кидина В.В. Москва, изд-во «Колос». 2008. С.236–240.
- Голубкина Н.А., Кекина Е.Г., Молчанова А.В., Антошкина М.С., Надежкин С.М., Солдатенко А.В. Антиоксиданты растений и методы их определения. 2020. Серия Научная мысль. 181 с.
- Apak R., Gorinstein S., Böhm V., Schaich K.M., Özyürek M., Güçlü K. Methods of measurement and evaluation of natural antioxidant capacity. *Activity (IUPAC Technical Report)*. *Pure Appl. Chem*. 2013;85(5):957–998.
- Казыдуб Н.Г., Маракаева Т.В., Коцюбинская О.А. Урожайность и химический состав зеленых бобов сортов фасоли овощной селекции Омского ГАУ в условиях южной лесостепи Западной Сибири. *Овощи России*. 2017;(2):50–54. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-2-50-54>
- Yoshida H., Tomiyama Y., Kita S., Mizushima Y. Lipid classes, fatty acid composition and triacylglycerol molecular species of kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2005;107(5):307–315.

• References

- De Ron M. (ed.). Grain Legumes. Handbook of Plant Breeding 10. DOI: 10.1007/978-1-4939-2797-5.
- Broughton W.J., Hernandez G., Blair M., Beebe S., Gepts P., Vanderleyden J. Beans (*Phaseolus* spp.) – model food legumes. *Plant and Soil*. 2003;(252):55–128.
- Kazydub N.G., Kuzmina S.P., Kotsyubinskaya O.A., Bondarenko N.A., Ufimtseva S.V. Leguminous crops in the structure of functional nutrition (grain and vegetable beans, vegetable peas, chickpeas). *Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden*. 2019;(133):157–167. (In Russ.)
- Filimonova Yu.A. Evaluation of collection samples of vegetable beans by chemical composition in the conditions of the Western foothill zone of the North Caucasus. *Gavrih*. 2006;(5):17–19. (In Russ.)
- Parkina O.V., Goncharov N.P., Yakubenko O.E. The choice of vegetable bean varieties for the development of a raw material conveyor in the conditions of the forest-steppe of Ob region. *THEORY AND PRACTICE OF MODERN AGRARIAN SCIENCE: a collection of the national (All-Russian) scientific conference. – IC “Golden Ear”*. 2018. P.56–60. (In Russ.)
- Kozar E.G., Engalycheva I.A., Antoshkin A.A., Smirnova A.M. Search sources of green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) resistance to virus diseases in the Moscow region. *International congress on oil and protein crops. Meeting of the EUCARPIA oil and protein crops section*. Chisinau, 2018. P.137–138.
- Gorbatovsky A. Essence, factors and principles of intensification of agricultural production in the new economic conditions. *Agrarian economy*. Minsk: Belarusian Science, 2017. P. 19–29. (In Russ.)
- Alladassi M.E., Nkaludo S., Mukankusi C., [et. al.] Inheritance of resistance to common bacterial blight in four selected common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*. 2017;9(6):71–78.
- Decree of the President of the Russian Federation of January 21, 2020 № 20 “On Approval of the Food Security Doctrine of the Russian Federation”.
- Kazydub N.G. Breeding and seed production of beans in the conditions of southern forest-steppe of Western Siberia. Tyumen, 2013. 296. (In Russ.)
- Anton S., Smirnova A.M., Antoshkin A.A. Evaluation of collection samples of vegetable beans (*Phaseolus vulgaris* L.) for economically valuable grounds in the conditions of the Moscow region. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(5):43–46. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-5-43-46>
- International CMEA classifier of cultivated species of the genus *Phaseolus* L. VIR, 1985. 45 p. (In Russ.)
- Korsakov N.I., Adamova O.A., Budakova V.I. Guidelines for the study of the collection legumes cultures. L.: All-Russian Research Institute of Plant Industry. 1975. 59 p. (In Russ.)
- Methods of state variety testing of agricultural crop. Issue. 4: Potatoes, vegetables and gourds. 1975. 182 p. (In Russ.)
- Dospichov B.A. Method of field experience. M.: Agropromizdat. 1985. 351 p. (In Russ.)
- Lazarev A.M. Legume bacteriosis and control measures (guidelines). SPB: VIZR, 2006.
- Maksimova T.V., Nikulina I.N., Pakhomov V.P., Shkarina E.I., Chumakova Z.V., Arzamastsev A.P. Method for determining antioxidant activity. Patents of invention RU 2170930 C1 (2001). (In Russ.)
- Sapozhnikov E.V., Dorofeeva L.S. The method of estimate of ascorbic acid by iodimetric titrimetry in color plant extracts. *Canning and dry industry*. 1966;(5):63–67. (In Russ.)
- Ermakov A.I., Arasimovich V.V., Yarosh N.P., Peruansky U.A., Lukonnikova G.A., Ikonnikova M.I. Methods of biochemical research. L., Agropromizdat. 1987. 430 p. (In Russ.)
- Determination of sugars in vegetables, berries and fruits. Cyanide method of determination of sugars in plants. Practicum on agrochemistry, ed. by V.V. Kidin. Moscow, publishing house “Kolos”. 2008. P.236–240. (In Russ.)
- Golubkina N.A., Kekina E.G., Molchanova A.V., Antoshkina M.S., Nadezhkin S.M., Soldatenko A.V. Plants Antioxidants and methods for their determination. 2020. 181 p. (In Russ.)
- Apak R., Gorinstein S., Böhm V., Schaich K. M., Özyürek M., Güçlü K. Methods of measurement and evaluation of natural antioxidant capacity. *Activity (IUPAC Technical Report)*. *Pure Appl. Chem*. 2013;85(5):957–998.
- Kazydub N.G., Marakaeva T.V., Kotsyubinskaya O.A. Yield capacity and chemical composition of green beans in cultivars of kidney bean bred at Omsk agrarian university in the south forest-steppe of Western Siberia. *Vegetable crops of Russia*. 2017;(2):50–54. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-2-50-54>
- Yoshida H., Tomiyama Y., Kita S., Mizushima Y. Lipid classes, fatty acid composition and triacylglycerol molecular species of kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2005;107(5):307–315.