

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-2-35-40>
УДК 635.652.2:631.526.32-048.24(571.1)

О.Е. Якубенко*, О.В. Паркина,
Ч. Ван, Н.Т. Нгуен

Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет»
630039, Россия, Новосибирск,
ул. Добролюбова, 160

*Автор для переписки:
o.e.yakubenko@yandex.ru

Вклад авторов: Все авторы участвовали в планировании и постановке эксперимента, а также в анализе экспериментальных данных и написании статьи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Якубенко О.Е., Паркина О.В., Ван Ч., Нгуен Н.Т. Оценка сортов фасоли овощной (*Phaseolus vulgaris*) на адаптивность и клубенькообразующую способность в условиях лесостепи Приобья. *Овощи России*. 2023;(2):35-40. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-2-35-40>

Поступила в редакцию: 08.12.2022
Принята к печати: 23.01.2023
Опубликована: 03.04.2023

Olga E. Yakubenko*, Oksana V. Parkina,
Zhenfen Wang, Nam T. Nguyen

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Novosibirsk State Agrarian University
Dobrolyubov str., 160, Novosibirsk,
Russia, 630039

*Correspondence Author:
o.e.yakubenko@yandex.ru

Conflict of interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

Authors' Contribution: All authors contributed to the planning and setting up the experiment, as well as in the analysis of experimental data and writing of the article.

For citations: Yakubenko O.E., Parkina O.V., Wang Zh., Nguyen N.T. Evaluation of green beans (*Phaseolus vulgaris*) varieties for adaptability and noble-forming ability in the conditions of the forest-steppe of Western Siberia. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(2):35-40. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-2-35-40>

Received: 08.12.2022
Accepted for publication: 23.01.2023
Published: 03.04.2023

Оценка сортов фасоли овощной (*Phaseolus vulgaris*) на адаптивность и клубенькообразующую способность в условиях лесостепи Приобья



Резюме

Актуальность. С агротехнической точки зрения фасоль является ценной культурой, способной экологизировать земледелие. Бобовые культуры обладают способностью вступать в симбиотические отношения с клубеньковыми азотфиксирующими бактериями и ассимилировать азот воздуха. Создание высокоэффективных растительно-микробных систем в агроценозах путем селекции новых сортов бобовых с высоким симбиотическим потенциалом – перспективное направление, позволяющее контролировать эффективность накопления биомассы растений и качество сельскохозяйственной продукции. Возникает необходимость оценки образцов на адаптивность и клубенькообразующую способность для реализации селекционных программ по созданию высокопродуктивных сортов, способных реализовать генетический потенциал продуктивности в резко-континентальном климате.

Материалы и методы. На базе ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ в 2018-2020 годах проведена оценка сортов фасоли овощной разного эколого-географического происхождения с кустовым типом роста. Опытные поля расположены в поселке Мичуринский (левый берег г. Новосибирска) и учебно-производственном хозяйстве «Сад Мичуринцев» (правый берег г. Новосибирска). Изучение образцов по параметрам адаптивности, а также способности формирования клубеньков выполняли в соответствии с общепринятыми методиками. Учитывали признаки продуктивности: число и масса бобов с растения, масса одного боба, урожайность. Целью работы являлась оценка сортов фасоли овощной на адаптивность и клубенькообразующую способность в условиях лесостепи Приобья.

Результаты. При формировании симбиотического аппарата учитывали условия произрастания. На территории п. Мичуринский установлены высокие показатели по биомассе. Сорта Морена и Магура характеризовались интенсивным ростом на опытном поле п. Мичуринский, сорта Золушка и Солнышко – УПХ «Сад Мичуринцев». Общее число клубеньков на растении варьировало от 29 (Кормилица) до 66 шт. (Золушка), активных клубеньков – от 9 (Кормилица) до 49 шт. (Золушка). Отмечено, что сорта Солнышко и Золушка обладали высокими показателями общей адаптивной способности и селекционной ценности генотипа. Установлена сильная взаимосвязь между признаками масса листьев и число активных клубеньков, число активных клубеньков и площадь листовой поверхности; средняя – между числом активных клубеньков и биомассой растения.

Ключевые слова: фасоль овощная (*Phaseolus vulgaris*), сорт, адаптивность, клубенькообразующая способность, активные клубеньки, урожайность

Evaluation of green beans (*Phaseolus vulgaris*) varieties for adaptability and noble-forming ability in the conditions of the forest-steppe of Western Siberia

Abstract

Relevance. From an agrotechnical point of view, beans are a valuable crop capable of greening agriculture. Legumes have the ability to enter into symbiotic relationships with nodule nitrogen-fixing bacteria and assimilate atmospheric nitrogen. The creation of highly efficient plant-microbial systems in agroecosystems by breeding new varieties of legumes with a high symbiotic potential is a promising direction that makes it possible to control the efficiency of plant biomass accumulation and the quality of agricultural products. There is a need to evaluate varieties for adaptability and nodule-forming ability to implement breeding programs to create highly productive and high-quality varieties that can realize the genetic potential of productivity in the sharply continental climate.

Materials and methods. On the basis of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Novosibirsk State Agrarian University in 2018-2020, an assessment was made of green bean varieties of different ecological and geographical origin with a bush type of growth. Experimental fields are located in the village of Michurinsky (left bank of Novosibirsk) and the educational and production farm "Garden of Michurintsev" (right bank of Novosibirsk). The study of samples in terms of adaptability parameters, as well as the ability to form nodules, was performed in accordance with generally accepted methods. We took into account the characteristics that affect the productivity of the crop - the number and weight of beans per plant, the weight of one bean, and the yield. The aim of the work is to evaluate the varieties of vegetable beans for adaptability and nodule-forming ability in the conditions of the forest-steppe of the Siberian region.

Results. When forming the symbiotic apparatus, the growth conditions were taken into account. It has been established that high rates of biomass are observed on the territory of the village of Michurinsky. Varieties Morena and Maguyra are characterized by intensive growth in the experimental field of the village of Michurinsky, varieties Zolyushka and Solnyshko – the educational and production farm "Garden of Michurintsev". The total number of nodules per plant varied from 29 (Kormilitsa) to 66. (Zolyushka), active nodules – from 9 (Kormilitsa) to 49 (Zolyushka). It is noted that the varieties Solnyshko and Zolyushka have high rates of general adaptive ability and breeding value of the genotype. A strong relationship has been established between the characteristics of leaf mass and the number of active nodules, the number of active nodules and the leaf surface area; average - between the number of active nodules and plant biomass.

Key words: green bean (*Phaseolus vulgaris*), variety, adaptability, nodule-forming ability, active nodules, productivity

Введение

Зернобобовые культуры обладают уникальной способностью вступать в симбиотические отношения с клубеньковыми азотфиксирующими бактериями и с помощью этого ассимилировать азот воздуха [1].

Образование клубеньков – результат сложной последовательности явлений, начинающихся вне корня. Процесс заражения происходит через корневые волоски и может зависеть как от генетических особенностей сорта, так и от периода, протекающего до заражения и скорости роста клубеньков [2].

В последние годы стало актуальным заниматься экологическим земледелием, в результате чего происходит восстановление биологических ресурсов почвы [3]. Включение фасоли обыкновенной в севооборот может улучшить физические свойства и структуру почвы – на ее корнях развиваются клубеньковые бактерии, которые способны накапливать до 60 кг/га биологического азота в почве за год [4, 5]. По данным исследований наблюдается увеличение урожайности зерновых культур без внесения дополнительных минеральных азотных удобрений после возделывания фасоли [6]. Поживные остатки культуры улучшают биологические процессы в почве, усиливают ферментативную активность и доступность питательных веществ, способствуют повышению плодородия почвы.

Для снижения затрат и повышения качества конечной продукции необходимо поддерживать высокоэффективные растительно-микробные системы в агроценозах путем селекции новых сортов фасоли с высокой клубенькообразующей способностью. Это перспективное направление позволит контролировать эффективность накопления биомассы растений и качество сельскохозяйственной продукции. Поиск источников с высокой способностью к образованию клубеньков позволит использовать их в селекции для создания сортов, не требующих применения высоких доз азота.

Основным фактором, влияющим на интенсификацию производства в сельском хозяйстве, является совершенствование существующих и создание новых сортов на основе внедрения эффективных методов селекции и разнообразия исходного материала [7].

При отборе лучших генотипов для создания нового сорта необходимо учитывать экологические особенности региона выращивания [8]. Оценка адаптивности и стабильности форм позволит подобрать родительские пары, наиболее полно реализующие генетический потенциал продуктивности, способные решить основные проблемы экологического земледелия за счет формирования азотфиксирующих клубеньков [9, 10].

Цель исследования – оценить сорта фасоли овощной разного эколого-географического происхождения на адаптивность и клубенькообразующую способность в условиях лесостепи Приобья.

Материалы и методы

В 2018–2020 годах была проведена оценка сортов фасоли овощной разного эколого-географического

происхождения на адаптивность и клубенькообразующую способность – Золушка, Морена, Магура, Солнышко, Ника, Кормилица.

Сорт стандарт – Солнышко, селекции Новосибирского ГАУ и СибНИИРС. Среднеспелый, характеризуется детерминантным кустовым типом стебля, высота растения варьирует от 45 до 50 см. Техническая спелость у сорта наступает через 50–55 суток с момента появления полных всходов. Окраска цветков белая, размер средний. В технической спелости бобы слабоизогнутые, светло-желтой окраски с округлым поперечным сечением, без волокна и пергаментного слоя, длина до 14 см, высота прикрепления нижнего боба до 12 см. Товарная урожайность бобов достигает 20,0 т/га.

Исследования проводили на территории п. Мичуринский (левый берег г. Новосибирска) и УПХ «Сад Мичуринцев» (правый берег г. Новосибирска) по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [11]. Поля опытных участков по периметру окружены лесозащитной полосой.

Норма высева – 22 шт./м². Схема посева 70х6 см. Уход за растениями проводили вручную.

Почва опытного участка п. Мичуринский – выщелоченный чернозем, содержание гумуса 3,5%, P₂O₅ – 57 мг/100 г, K₂O – 20,5 мг/100 г, pH – 6,1 [12].

Почва опытного участка УПХ «Сад Мичуринцев» – серая лесная. Содержание гумуса в пахотном горизонте 3,0...3,2%, азота нитратного – 2,4...4,2 мг/кг, азота аммиачного – 14,2...15,9 мг/кг, подвижного фосфора – 272...307 мг/кг, обменного калия – 88...100 мг/кг почвы [13].

Фенологические наблюдения и морфологическое описание фасоли овощной проводили по общепризнанным методикам в соответствии с методическими указаниями «Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение» и «Изучение образцов мировой коллекции фасоли» [14, 15]. Морфологические параметры растений учитывали дважды за вегетацию – в периоды массового цветения и технической спелости.

Для оценки клубенькообразующей способности и продуктивности растений фасоли в фазу цветения и плодообразования проводили биометрические измерения: число, размер и окраска клубеньков, площадь листовой поверхности, биомасса растений [16].

Показатель экологической пластичности рассчитывали по методике S.A. Eberhart и W.A. Russell [17], подробно описанной в работе О.С. Корзун и А.С. Бруйло [18]. Оценку параметров адаптивности проводили по основным методикам [17, 18, 19].

Учет бобов проводили в фазу технической спелости с фиксированных растений [20].

Математическую обработку данных проводили при помощи программного обеспечения Statistica и Snedecor [21].

Метеорологические условия в годы исследований различались гидротермическим режимом по сравнению со среднемноголетними показателями климатической зоны, что позволило оценить адаптивный потенциал сортов.

Таблица 1. Оценка пластичности и стабильности сортов фасоли овощной
Table 1. Evaluation of plasticity and stability of green bean varieties

| Сорт | Число бобов с растения | | | Масса бобов с растения | | | Масса одного боба | | | Урожайность бобов | | |
|----------------|------------------------|-------|--------------|------------------------|-------|--------------|-------------------|-------|--------------|-------------------|-------|--------------|
| | X_i , шт. | b_i | S_{gi} , % | X_i , г | b_i | S_{gi} , % | X_i , г | b_i | S_{gi} , % | X_i , т/га | b_i | S_{gi} , % |
| Солнышко – ст. | 44 | 0,6 | 3,5 | 211,3 | 1,1 | 25,9 | 4,1 | 0,9 | 9,4 | 17 | 0,4 | 3,7 |
| Ника | 39 | 1,4 | 9,7 | 169,8 | 1,9 | 33,8 | 5,2 | 0,7 | 3,0 | 15 | 0,6 | 14,7 |
| Кормилица | 38 | 0,5 | 1,1 | 208,4 | 1,3 | 25,9 | 5,5 | 0,8 | 5,3 | 15 | 0,7 | 16,4 |
| Морена | 34 | 1,2 | 6,5 | 131,9 | -1,7 | 41,4 | 4,4 | 0,9 | 8,4 | 13 | 1,1 | 18,0 |
| Магура | 25 | 1,5 | 11,8 | 95,1 | -2,9 | 56,7 | 4,8 | 1,5 | 14,3 | 9 | 1,6 | 31,2 |
| Золушка | 47 | 1,3 | 9,3 | 242,8 | 1,8 | 18,7 | 5,2 | -1,3 | 7,8 | 16 | 0,6 | 9,9 |

Примечание: X_i – среднее значение признака; b_i – коэффициент регрессии; S_{gi} – относительная стабильность сорта

Результаты и их обсуждение

Проведена оценка сортов коллекции Федерального научного центра овощеводства (Золушка, Морена, Магура) и сибирской селекции (Солнышко, Ника, Кормилица) на адаптивность и клубенькообразующую способность.

Изучение адаптивности и стабильности сортов позволяет обосновать и подобрать отдельные элементы технологии выращивания культур с учетом их сортовой особенности в конкретной почвенно-климатической зоне [22]. Главным условием для создания высококачественного сорта является сочетание в нем экологической пластичности, стабильности и продуктивности [23].

Продуктивность сортов – сложный признак, который определяется массой бобов с растения и зависит от составляющих элементов: числа бобов с растения и массы одного боба.

Относительная стабильность генотипа (S_{gi}) выступает важным параметром при селекции культур на адаптивность [22]. Изучаемые сорта по числу бобов на растении и массе одного боба характеризовались наибольшей стабильностью. По числу бобов с растения выделены стабильные сорта: Кормилица, Солнышко, Морена, Золушка, Ника; по массе одного боба – Ника, Кормилица, Золушка, Морена, Солнышко. По массе бобов с растения средняя стабильность отмечена у сорта

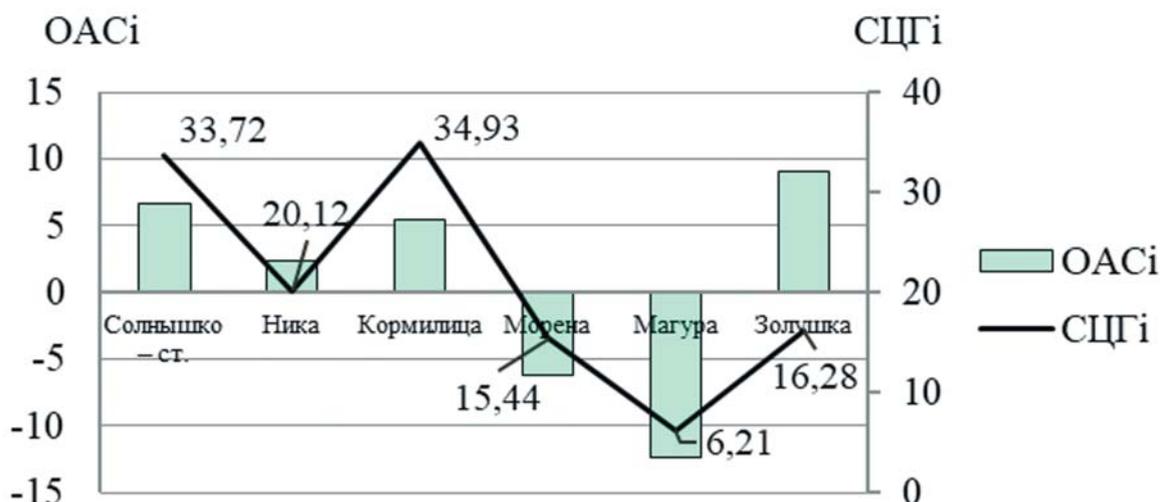


Рис. 1. Связь OAC и СЦГ по числу бобов с растения

Fig. 1. Relationship between the General adaptive ability and the breeding value of the genotype by the number of pods per plant

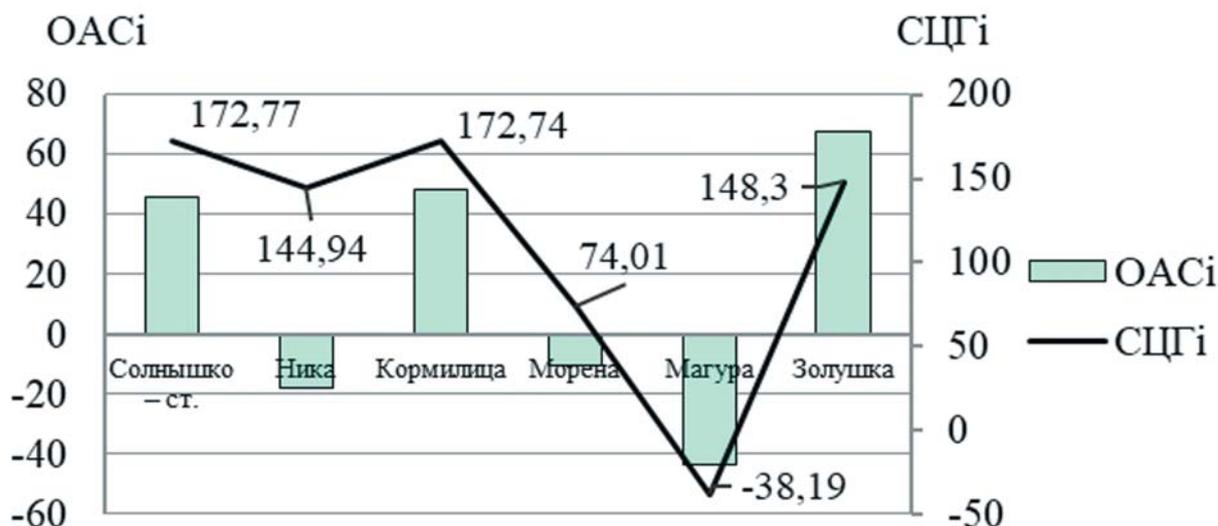


Рис. 2. Связь OAC и CЦГ по массе бобов с растения
Fig. 2. Relationship between the General adaptive ability and the breeding value of the genotype by the mass of beans per plant

Золушка. По урожайности сорта Солнышко и Золушка отличались высокой стабильностью, средней – сорта Ника и Кормилица.

Коэффициент регрессии позволяет оценить экологическую пластичность и характеризует общую тенденцию изменений урожайности сорта. Установлено, что высокая отзывчивость на улучшение условий произрастания отмечена у сортов Морена и Магура. (табл. 1).

Параметр общей адаптивной способности позволяет комплексно оценить сорта по параметрам адаптивности и продуктивности. Комплексный показатель селекционной ценности генотипа (CЦГ) позволяет выделить генотипы, сочетающие среднюю устойчивость и продуктивность [23].

По признаку число бобов с растения сорта Золушка, Солнышко, Кормилица и Ника сочетали в генотипе высокие показатели селекционной ценности генотипа (CЦГi), общей адаптивной способности и стабильности (рис. 1).

По массе бобов с растения наибольшей селекционной ценностью генотипа и средней адаптивной способностью обладали сорта Солнышко, Кормилица и Золушка. Образцы являются ценными, т.к. способны обеспечить стабильные показатели признака в изменяющихся условиях. Наименьшая селекционная ценность генотипа и адаптивная способность наблюдалась у сорта Магура (рис. 2).

Высокие показатели общей адаптивной способности и селекционной ценности генотипа по урожайности зеленых бобов отмечались у сорта Солнышко; средние – у сортов: Ника, Золушка и Кормилица; низкая OAC и средняя CЦГ – у сорта Морена; низкие OAC и CЦГ – у сорта Магура (рис. 3).

Отмечено, что сорта Солнышко, Кормилица и Золушка (рис. 1, 2, 3) обладали высокими показателями общей адаптивной способности и селекционной ценности генотипа, что позволило отне-

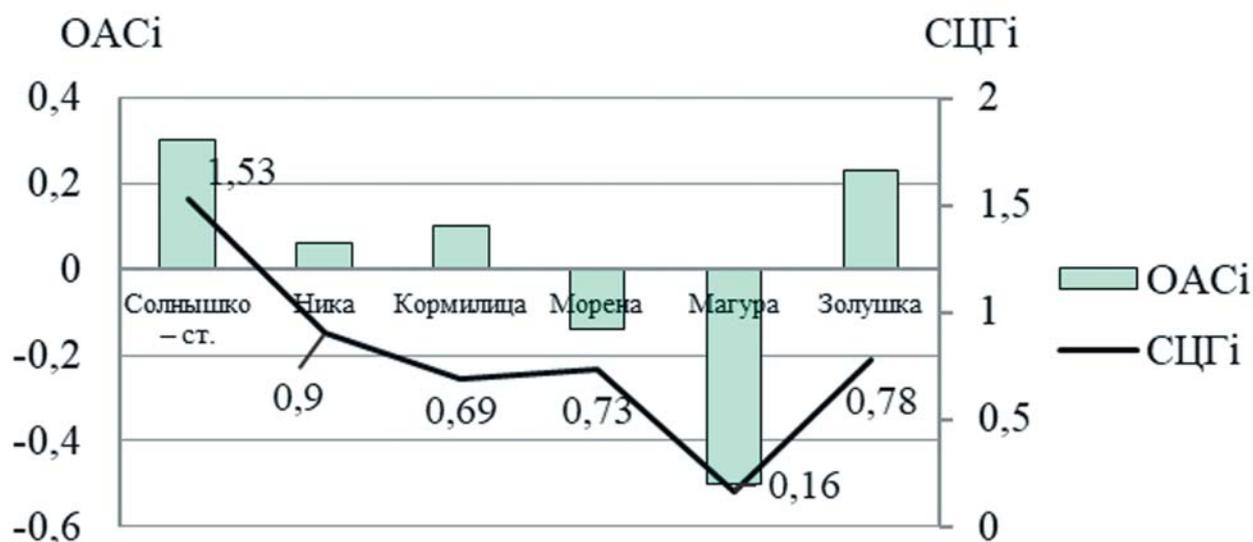


Рис. 3. Связь OAC и CЦГ по урожайности бобов
Fig. 3. Relationship between the General adaptive ability and the breeding value of the genotype of yield

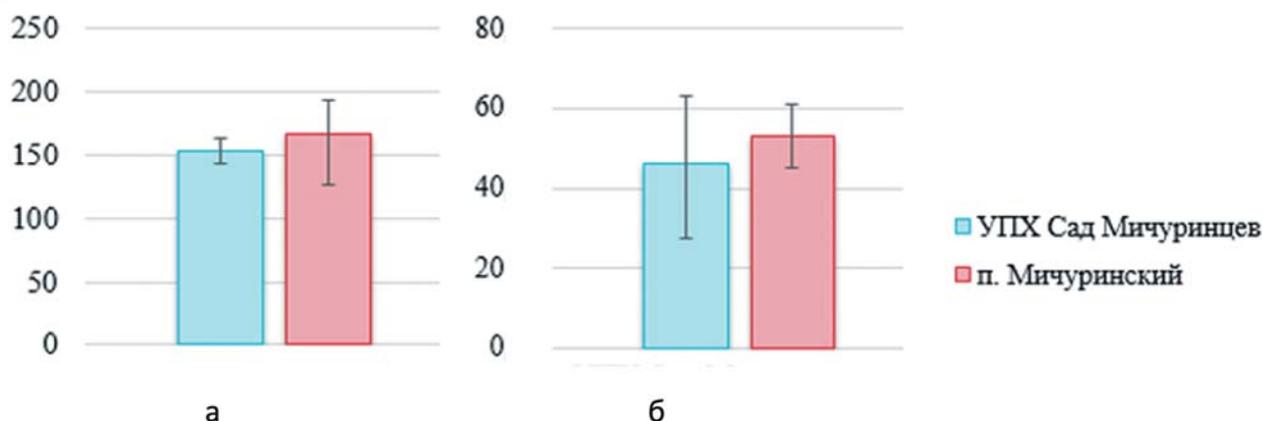


Рис. 4. Характеристика сортов фасоли овощной: а – биомасса, г; б – число клубеньков, шт.
Fig. 4. Characteristics of varieties of vegetable beans: a – biomass, g; b – number of nodules, pcs.

сти их к высокоадаптивным сортам.

Условия местопроизрастания оказывали влияние на формирование симбиотического аппарата фасоли овощной. Установлено, что высокая степень облиственности наблюдалась у сортов Морена и Магура на опытном поле п. Мичуринский, у сортов Золушка и Солнышко – УПХ «Сад Мичуринцев» (рис. 4а).

Потенциал клубенькообразования у сортов зависит от общего числа клубеньков на корнях растения (рис. 4б). Установлено, что общее число клубеньков на растении варьировало от 29 (Кормилица) до 66 шт. (Золушка). Коэффициент вариации составил 29%.

Активные клубеньки способны фиксировать в почву азот из атмосферы. Число активных клубеньков на растении варьировало от 9 шт. (Кормилица) до 49 шт. (Золушка). Коэффициент вариации – 34%.

Сорта Солнышко и Золушка характеризуются стабильной урожайностью и способностью формировать максимальное число активных клубеньков. Отмечена сильная положительная корреляция между признаками: число активных клубеньков – масса листьев, число активных клубеньков – урожайность зеленых бобов.

Закключение

При возделывании сельскохозяйственных культур необходимо учитывать особенности экологического земледелия для создания высокопродуктивных сортов фасоли овощной с сочетанием параметров адаптивности и клубенькообразующей способности.

По параметрам продуктивности выделены стабильные сорта: по числу бобов с растения Кормилица (1,1%), Солнышко (3,5%), Морена (6,5%), Золушка (9,3%), Ника (9,7%); по массе одного боба – Ника (3,0%), Кормилица (5,3%), Золушка (7,8%), Морена (8,4%), Солнышко (9,4%); по урожайности – Солнышко (3,7%); по массе бобов с растения средняя стабильность отмечена у сорта Золушка (18,7%).

Сорта Солнышко, Кормилица и Золушка обладают высокими показателями общей адаптивной способности и селекционной ценности генотипа, что позволяет отнести их к высокоадаптивным сортам.

Установлена взаимосвязь между клубенькообразующей способностью, элементами продуктивности и формированием вегетативной массы фасоли овощной разного эколого-географического происхождения.

Сорта Солнышко и Золушка характеризуются стабильной урожайностью и способностью формировать максимальное число активных клубеньков.

Выявлена сильная зависимость между признаками: число активных клубеньков – масса листьев ($r = 0,89$), число активных клубеньков – урожайность зеленых бобов ($r = 0,85$), число активных клубеньков – площадь листовой поверхности ($r = 0,76$). Средняя положительная корреляция отмечена между параметрами число активных клубеньков и биомасса растения ($r = 0,66$).

Сорта Солнышко и Золушка рекомендованы для включения в селекционные программы в качестве исходного материала по созданию адаптивных сортов фасоли овощной с высокой способностью к клубенькообразованию для условий лесостепи Приобья.

Об авторах:

Ольга Евгеньевна Якубенко – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0002-2879-8793>, автор для переписки, o.e.yakubenko@yandex.ru

Оксана Валерьевна Паркина – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0003-2009-5927>, parkinaoksana@yandex.ru

Чжэньфань Ван – аспирантка, wangzhenfen85@163.com

Нам Тхань Нгуен – аспирант, namthanhdhv@gmail.com

About the Authors:

Olga E. Yakubenko – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0002-2879-8793>, Correspondence Author, o.e.yakubenko@yandex.ru

Oksana V. Parkina – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0003-2009-5927>, parkinaoksana@yandex.ru

Zhenfen Wang – graduate student, wangzhenfen85@163.com

Nam T. Nguyen – graduate student, namthanhdhv@gmail.com

• Литература

1. Линкина В.И., Якубенко О.Е., Паркина О.В. Взаимосвязь клубенькообразующей способности и продуктивности сортов фасоли зерновой в условиях лесостепи Приобья. Актуальные проблемы агропромышленного комплекса: сб. тр. науч.-практ. конф.– Новосибирск: ИЦ НГАУ "Золотой колос", 2020. С. 116-118.
2. Натман Р.С. Генетика взаимодействия бобовых растений и клубеньковых бактерий. Сельскохозяйственная биология. 1970;5(3):462-469.
3. Паркина О.В., Харина Н.С. Оценка образцов фасоли овощной по продуктивности бобов и клубенькообразующей способности в условиях лесостепи Приобья. *Овощи России*. 2013;(1):51-54. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2013-1-51-54>. EDN QCJHOB.
4. Воробьев В.А. Симбиотическая азотфиксация и температура. Новосибирск: Наука, 1998. 26 с.
5. Стаканов Ф. С. Фасоль. Кишинев, 1986. 194 с.
6. Булынецов С.В., Петрова М.В., Сердюк В.П. Овощные бобовые культуры (горох, фасоль, бобы). СПб.: Диамант, 1993. С. 27-33.
7. Alladassi M.E., Nkaludo S., Mukankusi C., Mwale E., Gibson P., Edema R., Urrea C., Kelly J., Rubaihayo P. 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.
8. Belarmino D. Inheritance of resistance to common bacterial blight (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*) disease and yield of common bean. *Master thesis. Makerere University*. 2015;10(2):574-578.
9. Baloch F.S., Alsaleh A., Shahid M.Q. [et al.] A whole genome DArTseq and SNP analysis for genetic diversity assessment in durum wheat from central fertile crescent. *PLoS one*. 2017;12(1):875-879. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167821> PMID: 28099442
10. Bitocchi E., Rau D., Bellucci E., Rodriguez M., Murgia M.L., Gioia T. Beans (*Phaseolus* spp.) as a Model for Understanding Crop Evolution. *Front Plant Sci*. 2017;(8). <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00722> PMID: 28533789
11. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общ. часть. М.: Госкомиссия по сортоиспытанию с.-х. культур. 1985. 269 с.
12. Штайнерт Т.В. Селекция гетерозисных партенокарпических гибридов огурца в условиях лесостепи Приобья: автореф. канд. ... наук. Новосибирск, 2011. 19 с.
13. Якубенко О.Е. Разработка элементов сортовой технологии и оценка коллекции фасоли овощной в условиях лесостепи Приобья. Новосибирск, 2021. 18 с.
14. Методические указания. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение (под ред. Вишняковой М.А.). СПб.: ООП «Копи-Р. Групп», 2010. 142 с.
15. Методические указания по изучению образцов мировой коллекции фасоли. Л., 1987. 60 с.
16. Посыпанов Г.С., Долгодворов В.Е., Жеруков Б.Х. Растениеводство. М.: Колос, 2007. 612 с.
17. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci*. 1966;6(1):3640.
18. Корзун О.С., Бруило А.С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: пособие. Гродно: ГАУ, 2011. 140 с.
19. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. *Генетика*. 1985;21(9):14-18.
20. Паркина О.В. Хозяйственно-биологическая оценка сортов фасоли и разработка приемов выращивания в условиях Западной Сибири. Новосибирск, 2003. 174 с.
21. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М., 2014. 351 с.
22. Пивоваров В.Ф., Добруцкая Е.Г. Экологические методы селекции на адаптивность капсулы белокачанной. *Овощи России*. 2013;(3):10-14. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2013-3-10-14>. EDN RBVJTKX.
23. Якубенко О.Е., Паркина О.В., Попова К.И., Колупаев Д.А. Оценка адаптивной способности и стабильности сибирского генотипа фасоли овощной. *Овощи России*. 2020;(1):35-41. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-1-35-41>. EDN WUBDWH.

• References

1. Linkina V.I., Yakubenko O.E., Parkina O.V. Correlation between the nodule-forming ability and the productivity of grain bean varieties in the conditions of the forest-steppe of the Ob region. Actual problems of the agro-industrial complex: Sat. tr. scientific-practical conf. - Novosibirsk: Information Center of NSAU "Golden Ear", 2020. P. 116-118. (In Russ.)
2. Natman R.S. Genetics of interaction between leguminous plants and nodule bacteria. *Agricultural biology*. 1970;5(3):462-469. (In Russ.)
3. Parkina O.V., Harina N.S. Evaluation of bean vegetable samples on productivity and root formation capacity in the conditions of foreststeppe of the ob region. *Vegetable crops of Russia*. 2013;(1):51-54. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2013-1-51-54>. EDN QCJHOB.
4. Vorobyov V.A. Symbiotic nitrogen fixation and temperature. Novosibirsk: Nauka, 1998. 26 p. (In Russ.)
5. Glasses F. S. Beans. Kishinev, 1986. 194 p. (In Russ.)
6. Bulyntsev S.V., Petrova M.V., Serdyuk V.P. Vegetable legumes (peas, beans, beans). St. Petersburg: Diamant, 1993. P. 27-33. (In Russ.)
7. Alladassi M.E., Nkaludo S., Mukankusi C., Mwale E., Gibson P., Edema R., Urrea C., Kelly J., Rubaihayo P. 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.
8. Belarmino D. Inheritance of resistance to common bacterial blight (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*) disease and yield of common bean. *Master thesis. Makerere University*. 2015;10(2):574-578.
9. Baloch F.S., Alsaleh A., Shahid M.Q. [et al.] A whole genome DArTseq and SNP analysis for genetic diversity assessment in durum wheat from central fertile crescent. *PLoS one*. 2017;12(1):875-879. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167821> PMID: 28099442
10. Bitocchi E., Rau D., Bellucci E., Rodriguez M., Murgia M.L., Gioia T. Beans (*Phaseolus* spp.) as a Model for Understanding Crop Evolution. *Front Plant Sci*. 2017;(8). <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00722> PMID: 28533789
11. Methodology of state variety testing of agricultural crops. Issue. 1. Common Part. M.: State Commission for Variety Testing agriculture plants. 1985. 269 p. (In Russ.)
12. Steinert T.V. Selection of heterotic parthenocarpic hybrids of cucumber in the conditions of the forest-steppe of the Ob region. Novosibirsk, 2011. 19 p. (In Russ.)
13. Yakubenko O.E. Development of elements of varietal technology and assessment of the collection of vegetable beans in the conditions of the forest-steppe of the Ob region. Novosibirsk, 2021. 18 p. (In Russ.)
14. Guidelines. Collection of World Genetic Resources of Cereal Legumes VIR: Replenishment, Preservation and Study (ed. Vishnyakova M.A.). St. Petersburg, 2010. 142 p. (In Russ.)
15. Guidelines for the study of samples of the world collection of beans. L., 1987. 60 p. (In Russ.)
16. Posypanov G.S., Dolgodvorov V.E., Zherukov B.Kh. Plant growing. Moscow: Kolos, 2007. 612 p. (In Russ.)
17. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci*. 1966;6(1):3640.
18. Korzun O.S., Bruilo A.S. Adaptive features of breeding and seed production of agricultural plants: a guide. Grodno: GSAU, 2011. 140 p. (In Russ.)
19. Kilchevsky A.V., Khotyleva L.V. Method for assessing the adaptive ability and stability of genotypes, the differentiating ability of the environment. *Genetics*. 1985;21(9):14-18. (In Russ.)
20. Parkina O.V. Economic and biological assessment of bean varieties and development of cultivation methods in Western Siberia. Novosibirsk, 2003. 174 p. (In Russ.)
21. Dospikhov B.A. Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results). M., 2014. 351 p. (In Russ.)
22. Pivovarov V.F., Dobrutskaia E.G. Ecological methods of breeding of white head cabbage for adaptivity. *Vegetable crops of Russia*. 2013;(3):10-14. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2013-3-10-14>. EDN RBVJTKX.
23. Yakubenko O.E., Parkina O.V., Popova K.I., Kolupaev D.A. Evaluation of the adaptive ability and stability of the Siberian bean vegetable gene pool. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(1):35-41. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-1-35-41>. EDN WUBDWH.