

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-1-35-41>
УДК 635.652.2:631.526

Якубенко О.Е.,
Паркина О.В.,
Попова К.И.,
Колупаев Д.А.

Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет»
630039, Россия, Новосибирск
E-mail: o.e.yakubenko@yandex.ru,
parkinaoksana@yandex.ru,
popova.k.i@mail.ru,
kolupaevdenis@ngs.ru

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Якубенко О.Е., Паркина О.В., Попова К.И., Колупаев Д.А. Оценка адаптивной способности и стабильности сибирского генофонда фасоли овощной. *Овощи России*. 2020;(1):35-41. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-1-35-41>

Поступила в редакцию: 02.12.2019

Принята к печати: 09.01.2020

Опубликована: 25.02.2020

Olga E. Yakubenko,
Oksana V. Parkina,
Karina I. Popova,
Denis A. Kolupaev

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Novosibirsk State Agrarian University

Novosibirsk, Russia, 630039
E-mail: o.e.yakubenko@yandex.ru,
parkinaoksana@yandex.ru,
popova.k.i@mail.ru,
kolupaevdenis@ngs.ru

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

For citation: 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>

Received: 02.12.2019

Accepted for publication: 09.01.2020

Accepted: 25.02.2020

Оценка адаптивной способности и стабильности сибирского генофонда фасоли овощной



РЕЗЮМЕ

Актуальность. Оценка адаптивного потенциала сортов является актуальным направлением в селекции. Главным условием для создания высококачественного сорта является сочетание в нем экологической пластичности и продуктивности. При этом большое внимание уделяется параметрам, оказывающим влияние на потенциальную продуктивность сорта. Экологическая пластичность зернобобовых культур, в частности фасоли овощной, недостаточно изучена в условиях Сибирского региона. Возникает необходимость оценки сортообразцов на адаптивность и стабильность, т.к. именно высоко- и среднеадаптивные сорта могут реализовать свой генетический потенциал продуктивности в резко-континентальном климате Западной Сибири.

Материалы и методы. На кафедре селекции, генетики и лесоводства ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ проведена многолетняя оценка (2015-2019 года) сортообразцов фасоли овощной разного эколого-географического происхождения с кустовой формой растений. Особый интерес представляют признаки, оказывающие существенное влияние на продуктивность культуры. Изучены признаки: число бобов на растении, масса бобов с растения, масса боба, урожайность. Целью работы является оценка адаптивного потенциала и стабильности сортов фасоли обыкновенной в условиях Сибирского региона.

Результаты. Условия Западной Сибири пригодны для возделывания фасоли овощной на зеленую лопатку и семена. Установлено, что по признаку «масса боба» коэффициент регрессии имеет отрицательное значение. Это свидетельствует о низкой вариабельности признака в зависимости от природно-климатических условий, что позволяет вести отбор селекционно-ценных сортов по данному параметру. Выделены 6 генотипов культуры, которые сочетают высокую продуктивность со средней устойчивостью, благодаря которым можно разнообразить сибирский генофонд фасоли овощной.

Ключевые слова: фасоль обыкновенная, адаптивность, сорт интенсивного типа, коэффициент регрессии, селекционная ценность генотипа, экологическая пластичность, Западная Сибирь.

Evaluation of the adaptive ability and stability of the Siberian bean vegetable gene pool

ABSTRACT

Relevance. The evaluation of adaptive ability of varieties is an actual direction in selection. Phenotypic plasticity of legume crops, in particular green bean, in Siberian region has not been studied enough. There is a need to evaluate grade samples for adaptability and stability, as highly and medium adaptive varieties can realize their genetic potential of productivity in extreme continental climate of Western Siberia.

Materials and methods. On the basis Department of Selection, Genetics and Forestry, Novosibirsk State Agrarian University (2015-2019), long-term evaluation of grade samples of green bean of different ecological and geographical origin with a bush type of growth was carried out. Of particular interest are signs that have a significant impact on crop productivity. The signs were studied: number of beans on plant, weight of beans from plant, weight of one bean, yield capacity. The objective of the study is to evaluate the adaptive ability and stability of common bean varieties in the conditions of Siberian region.

Results. The conditions of Western Siberia are suitable for cultivating vegetable beans on a green spatula and seeds. It has been established that, based on the weight of one bean, the coefficient of variation has a negative value. This indicates a low variability of the trait depending on the natural and climatic conditions, which allows selection of breeding valuable varieties for this parameter. As a result of the study, 6 genotypes of the crop, combining high productivity and environmental resistance, were selected. It was established that varieties Veronika and Darina can be referred to non-plastic samples. Samples could diversify breeding material of the crop and show the value according to specific features in edaphic-climatic conditions of Western Siberia.

Keywords: common bean, adaptability, intensive type of variety, regression coefficient, the breeding value of the genotype, environmental plasticity, Western Siberia.

Введение

Развитие экологической селекции берет свое начало в работах выдающегося ученого-селекционера Н.И. Вавилова. По мнению Николая Ивановича «...происхождение семян одного и того же сорта из различных условий репродукции может индуцировать, при посеве их в новом месте, совершенно различные результаты...» [1,2].

По определению А.В. Кильчевского, под экологической селекцией понимается «...совокупность приемов и методов, обеспечивающих получение сортов и гибридов с высокой и устойчивой продуктивностью в условиях предполагаемого региона возделывания при соблюдении экологически безопасной технологии культивирования...» [3].

Селекция на качество продукции и стабильную урожайность остается актуальной задачей растениеводства. Главным условием создания высококачественного сорта является сочетание в нем экологической пластичности и продуктивности. При этом большое внимание уделяется параметрам, оказывающим влияние на потенциальную урожайность сорта.

Создание адаптивных сортов фасоли овощной в условиях Сибирского региона является актуальным направлением селекции культуры. Ускорить селекционный процесс могут помочь ученые-генетики, т.к. ресурсом для создания новых сортов сельскохозяйственных растений могут послужить формы с неизученными генами.

Из работ известных ученых в области генетики наследования признака установлено, что адаптивный потенциал сорта наследственно детерминирован. А.А. Жученко дает определение адаптивному потенциалу как «...предел устойчивости культурных растений к неблагоприятным факторам...» [4].

Селекция на адаптивность направлена на изучение и контроль экологической стабильности культуры. В научных работах делают акцент, что «...необходимость контроля экологической стабильности обусловлена тем, что среднее значение признака и средовая чувствительность находятся под самостоятельным генетическим контролем и относительно независимы...» [5].

Э.Д. Неттевич с соавторами делает акцент на то, что «...при создании сортов и гибридов с высокой адаптивностью следует уделять особое место подбору исходного материала...» [6]. При оценке исходного материала по хозяйственно-ценным признакам необходимо изучить долю влияния факторов внешней среды на параметры продуктивности культуры и экологическую устойчивость изучаемых сортов. Такие данные получены учеными при изучении селекционного материала, выращенного в различных эколого-географических зонах, а также при разных сроках посева и условиях жизнеобеспеченности. По результатам испытаний можно подробно охарактеризовать адаптивные сортообразцы, которые достигли высоких показателей по изучаемым признакам в изменяющихся условиях выращивания, а также выделить выровненный исходный материал и четко подобрать родительские пары для скрещивания.

Изучение генетического разнообразия фасоли обыкновенной имеет большое практическое значение. При выборе направления методов селекции важно учитывать особенности изменчивости и наследования признаков, с которыми ведется работа. Изменчивость признаков фасоли обыкновенной в условиях Западной Сибири в настоящий момент слабо изучена.

Большой вклад в развитие экологической селекции внесла Е.Н. Синская, считая, что «...в благоприятных условиях различия биологического порядка нивелируются за счет равномерно хорошего развития всех растений, а в особо суровых условиях ярко проявляются различия между растениями одной популяции...» [7].

О значимости экологического фона в селектируемой популяции указывала в своих работах Е.Г. Добруцкая «...способность среды к обеспечению требуемого уровня изменчивости - важнейшее свойство, которое следует принимать во внимание при определении пригодности среды как фона для селекции...» [8, 9].

В работах Кильчевского А.В. указывается, что «...большое значение имеет селекционный фон при селекции на адаптивность...» [10]. Эффективность селекции может снизиться при неправильном выборе среды для проведения отбора экологически устойчивых генотипов.

Цель исследования – оценить адаптивный потенциал и стабильность сортов фасоли обыкновенной овощного направления в условиях Сибирского региона.

Задачи:

1. Оценить экологическую пластичность сортов фасоли овощной;
2. Выделить сорта, с наибольшей стабильностью и отзывчивостью к условиям среды;
3. Определить образцы, сочетающие в генотипе высокую продуктивность зеленых бобов с их средовой устойчивостью.

Материалы и методы

Объектом исследования служили 15 коллекционных образцов фасоли овощной разного эколого-географического происхождения. В качестве стандарта взят сибирский сорт Солнышко совместной селекции СибНИИРС и Новосибирского ГАУ. Сорт обладает высокой продуктивностью, отличными вкусовыми качествами зеленой лопатки и способен ежегодно обеспечивать высокую семенную продуктивность с отличным качеством посевного материала.

Математическую обработку данных выполняли с помощью программного обеспечения SNEDECOR и по методике Б.А. Доспехова [11]. При проведении фенологических наблюдений руководствовались «Методическими указаниями по коллекции мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение» [12]. Морфологическое описание растений проводили по «Методическим указаниям по изучению образцов мировой коллекции фасоли» [13] дважды: в период массового цветения и технической спелости.



Эффективный метод по оценке адаптивности генотипов разработан А.В. Кильчевским и Л.В. Хотылевой (1985). Согласно методу «...адаптивную оценку образцов на реакцию сортов характеризуют два показателя: общая адаптивная способность (ОАС), показывающая среднее значение признака в отличающихся условиях выращивания и специфическая адаптивная способность (САС) - отклонение от ОАС в изучаемой среде...» [14]. На основе изученных данных выведен комплексный показатель – селекционная ценность генотипа (СЦГ), благодаря которому появляется возможность выделить генотипы, сочетающие средовую устойчивость и продуктивность. Показатель экологической пластичности рассчитывали по методике S.A. Eberhart и W.A. Russell [15], подробно описанной в работе О.С. Корзун и А.С. Бруйло [16].

Результаты и их обсуждение

В годы проведения исследований гидротермические условия складывались от оптимальных до избыточно увлажненных и засушливых. На продуктивность фасоли овощной влияют погодные условия, сложившиеся в каждую из фенологических фаз: «посев-всходы», «всходы-цветение», «цветение-техническая спелость».

На момент посева в 2015-2016 годах температура воздуха и почвы, а также влагообеспеченность определяли оптимальные показатели для возделывания культуры, что позволило получить дружные всходы фасоли и прогнозировать высокий и качественный урожай зеленой лопатки. В третьей декаде мая 2017 года отмечен дефицит влаги, что увеличило продолжительность периода «посев-всходы» в среднем на 6 суток.

Длительность плодоношения бобов фасоли овощной определяется фенофазой «всходы-цветение», которая зависит от сорта и теплообеспеченности. В 2018 году наблюдается увеличение длительности периода цветения, что связано с недостаточной теплообеспеченностью. Период плодоношения сдвинулся от оптимальных значений и пришелся на конец третьей декады июля. Это привело к снижению урожая зеленых бобов сортов фасоли овощной. В 2019 году в фенофазу «всходы-цветение» дефицит влаги и высокие температуры воздуха привели к опаданию цветков, а также к снижению плодоношения и продуктивности культуры.

Фенофаза «цветение-техническая спелость» важна и является определяющей при организации конвейера зеленых бобов в производственном отношении. Длительность периода «техническая спелость» зависит от агротехнических и гидротермических условий. В 2015-2016 годах гидротермический режим способствовал активному плодоношению и раннему наступлению технической спелости сортов, температура наблюдалась выше 20,0°C. Фенологическая фаза «техническая спелость» сортов в 2017-2019 годах наступила позже среднеевропейского. Наблюдалась высокая влагообеспеченность года в совокупности с низким температурным режимом, что привело к длительному цветению образцов. Погодные условия 2017-2019 годов привели к снижению урожайности зеленой лопатки фасоли овощной по сравнению с прогнозируемой.

В настоящее время среди зернобобовых культур более распространены сорта высоко- и среднеадаптивные. Образцы обладают большей устойчивостью к изменениям среды, но могут характеризоваться низкой урожайностью. Для отбора интересующих селекционера форм прибегают к изучению такого показателя, как селекционная ценность генотипа. В этом случае равное значение придается продуктивности и стабильности.

По данным О.С. Корзун и А.С. Бруйло, «...в зависимости от значения коэффициента регрессии сорта сельскохозяйственных растений делятся на два типа: сорта нейтрального типа, со значением коэффициента регрессии значительно ниже единицы, и сорта интенсивного типа с высокой экологической пластичностью – значение коэффициента выше единицы...» [16]. Коэффициент регрессии, равный или больше единицы, говорит о высокой отзывчивости и пластичности образца, при значении меньше нуля или приближенное к нулю – позволяет сделать вывод о низкой адаптивности сорта к изменениям окружающей среды.



Сорт Виола - цветение



Сорт Виола - бобы



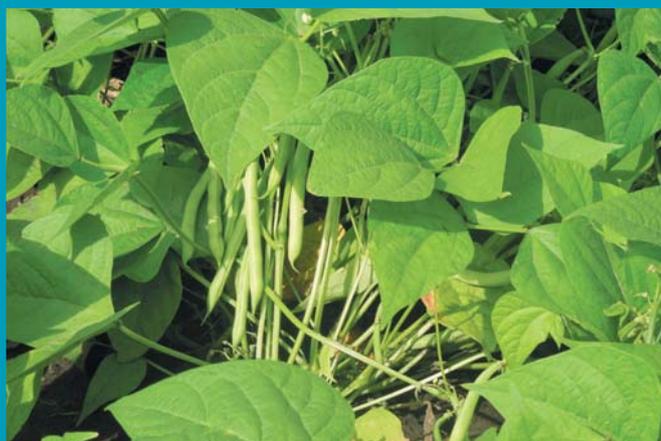
Сорт Дарина - цветение



Сорт Дарина - бобы



Сорт Ника - цветение



Сорт Ника - бобы



Сорт Солнышко - цветение



Сорт Солнышко - бобы

Относительная стабильность генотипа (Sgi) выступает важным параметром при селекции культур на адаптивность [17]. Она является составляющей характеристикой селекционно ценных генотипов, сочетающих высокую потенциальную продуктивность и экологическую устойчивость.

Число бобов на растении. Одним из важных элементов продуктивности культуры является число бобов на растении. Признак находится под влиянием как генотипа сорта, так и почвенно-климатических условий.

Число бобов варьировало от 13 (Орбель желтая) до 62 шт. (Rocquentcant), в среднем составило 28 шт.

Сорта, обладающие высокой экологической пластичностью по признаку «число бобов на растении», – Rocquentcant, Золотая гора, Морена; с низкой – Дарья, Секунда, Дарья.

У сорта Солнышко наблюдается отсутствие реакции на изменение гидротермических условий в течение вегетационного периода, о чем свидетельствует отрицательное значение коэффициента регрессии. Сорт Виола имеет отрицательный коэффициент регрессии, близкий к нулевому значению, характеризуя слабую реакцию на изменения факторов окружающей среды (табл. 1).

Относительная стабильность сортов варьировала от 1,5% (Солнышко) до 22,7% (Магура). По изучаемому признаку выделилась нестабильная форма – Магура (22,7%).

Сорта Солнышко, Орбель желтая, Виола, Ника, Морена выделились по сочетанию высоких показателей признака «число бобов на растении» и селекционной ценности генотипа (СЦГ). Показатель СЦГ указывает на перспективность включения данных образцов в селекционные программы по созданию высокопродуктивных и адаптивных сортов.

Оценивая основные хозяйственно ценные признаки фасоли овощной, влияющие на продуктивность культуры, необходимо особое внимание уделять таким показателям, как масса бобов с растения и масса одного боба.

Масса зеленых бобов с растения. Признак «масса зеленых бобов с растения» варьировал от 72,4 (Магура) до 331,1 г (Rocquentcant), в среднем по годам составил 170,8 г.

Сорта Rocquentcant, Золотая гора, Delinel являются высокопластичными, что позволяет включать их в селекционные программы по созданию адаптивного материала к сибирским условиям выращивания (табл. 2).

По признаку «масса бобов с растения» выделены нестабильные формы – сорта Вероника, Delinel, Магура, у которых параметр Sgi составляет выше 20%. Эти сорта не способны обеспечить стабильность по признаку «масса бобов с растения» в резко континентальном климате Западной Сибири. Высокими показателями по данному признаку обладают сорта: Солнышко, Ника, Виола, Секунда, Дарья. Отрицательное значение показателя СЦГ у сорта Вероника (-19,78) может быть связано с неблагоприятными гидротермическими условиями в 2015 году, которые оказали негативное влияние на изучаемый признак.

Масса одного боба. Масса одного боба является важным элементом структуры урожая, который отличается низкой внутрисортовой изменчивостью. При этом этот признак коррелирует с признаком «число бобов на растении», что дает возможность проводить отбор наиболее продуктивных форм фасоли овощной.

В годы исследований масса боба варьировала от 3,7 (Орбель желтая) до 7,3 г (Дарья). В среднем по годам значение признака составило 5,2 г (табл. 3).

Сортообразцы фасоли овощной имели отрицательный коэффициент регрессии, это свидетельствует о низкой вариабельности признака в зависимости от природно-климатических условий, что позволяет вести отбор селекционно ценных сортов по данному параметру.

По значению специфической адаптационной стабильности (САС) можно сделать вывод о пластичности сорта. Наибольшим показателем САС по признаку «масса боба» обладал образец Дарья (0,39). Сорт является наиболее адаптивным к меняющимся условиям среды.

Анализ селекционной ценности генотипа выявил перспективные сорта по изучаемому признаку: Ника (5,08), Sungray

Таблица 1. Селекционная ценность генотипа сортов фасоли овощной по признаку «число бобов на растении»

Table 1. The breeding value of the genotype of varieties of vegetable beans on the basis of the number of beans in a plant

| № п/п | Сорт | X_i , шт. | OAC_i | CAC_i | b_i | Sg_i , % | $ЦЦГ_i$ |
|-------|---------------------------------|-------------|---------|---------|-------|------------|---------|
| 1 | Солнышко – стандарт | 36± 7 | 7,6 | 0,55 | -0,94 | 1,5 | 33,99 |
| 2 | Ника | 27± 9 | -1,4 | 1,68 | 0,57 | 6,2 | 20,92 |
| 3 | Виола | 26± 9 | -2,2 | 1,17 | -0,07 | 4,5 | 21,95 |
| 4 | Дарина | 24± 11 | -4,4 | 4,03 | 0,81 | 16,8 | 9,36 |
| 5 | Орбель желтая | 29± 7 | 0,8 | 1,94 | 1,10 | 6,6 | 22,15 |
| 6 | Вероника | 25± 10 | -3,0 | 4,28 | 1,43 | 16,8 | 9,88 |
| 7 | Магура | 23± 12 | -5,6 | 5,17 | 1,32 | 22,7 | 4,02 |
| 8 | Rosquentant | 36± 1 | 7,8 | 4,75 | 2,23 | 13,1 | 18,95 |
| 9 | Секунда | 31± 5 | 2,2 | 6,44 | 0,51 | 21,0 | 7,22 |
| 10 | Московская белая зеленостручная | 26± 9 | -2,2 | 3,05 | 1,45 | 11,7 | 15,12 |
| 11 | Золотая гора | 27± 9 | -1,6 | 3,04 | 2,34 | 11,3 | 15,78 |
| 12 | Дарья | 21± 14 | -7,0 | 3,86 | 0,70 | 18,1 | 7,37 |
| 13 | Delinel | 30± 6 | 1,4 | 6,06 | 1,32 | 20,3 | 7,79 |
| 14 | Sunray | 29± 6 | 1,0 | 6,30 | 0,85 | 21,4 | 6,52 |
| 15 | Морена | 36± 3 | 7,2 | 5,13 | 1,78 | 14,4 | 16,99 |

Примечание: X_i – среднее значение признака, шт.; b_i – коэффициент регрессии; CAC_i – специфическая адаптивная способность; Sg_i – относительная стабильность генотипа; $ЦЦГ_i$ – селекционная ценность генотипа

Таблица 2. Селекционная ценность генотипа сортов фасоли овощной по признаку «масса бобов с растения»

Table 2. The breeding value of the genotype of varieties of vegetable beans on the basis of the mass of beans from the plant

| № п/п | Сорт | X_i , г | OAC_i | CAC_i | b_i | Sg_i , % | $ЦЦГ_i$ |
|-------|---------------------------------|-------------|---------|---------|-------|------------|---------|
| 1 | Солнышко – стандарт | 193,9± 28,0 | 49,6 | 7,98 | 0,78 | 3,6 | 192,00 |
| 2 | Ника | 154,6± 41,3 | -14,2 | 6,04 | 0,44 | 3,9 | 135,11 |
| 3 | Виола | 181,2± 10,1 | 10,4 | 15,31 | -0,12 | 8,4 | 126,62 |
| 4 | Дарина | 166,4± 25,5 | -4,4 | 14,39 | -0,15 | 8,6 | 115,14 |
| 5 | Орбель желтая | 170,7± 21,3 | -0,1 | 16,51 | 0,18 | 9,7 | 111,87 |
| 6 | Вероника | 164,1± 27,0 | -6,7 | 51,58 | 1,17 | 31,4 | -19,78 |
| 7 | Магура | 126,8± 71,6 | -44,0 | 34,76 | 1,41 | 27,4 | 2,92 |
| 8 | Rosquentant | 212,0± 12,3 | 41,2 | 30,31 | 1,98 | 14,3 | 103,98 |
| 9 | Секунда | 167,8± 31,6 | -3,0 | 13,47 | 0,63 | 8,0 | 119,82 |
| 10 | Московская белая зеленостручная | 134,8± 62,6 | -36,0 | 26,07 | 1,42 | 19,3 | 41,84 |
| 11 | Золотая гора | 156,4± 46,1 | -14,4 | 19,14 | 2,15 | 12,2 | 88,17 |
| 12 | Дарья | 166,0± 34,2 | -4,8 | 2,97 | 0,92 | 1,8 | 155,40 |
| 13 | Delinel | 191,0± 4,8 | 20,2 | 52,49 | 2,13 | 27,5 | 3,89 |
| 14 | Sunray | 183,6± 18,3 | 12,8 | 34,93 | 0,68 | 19,0 | 59,09 |
| 15 | Морена | 164,3± 37,7 | -6,5 | 24,83 | 1,41 | 15,1 | 75,75 |

Таблица 3. Селекционная ценность генотипа сортов фасоли овощной по признаку «масса боба»
Table 3. The breeding value of the genotype of varieties of vegetable beans on the basis of the weight of bean

| № п/п | Сорт | X _i , г | OAC _i | CAC _i | bi | Sg _i , % | СЦГ _i |
|-------|---------------------------------|--------------------|------------------|------------------|-------|---------------------|------------------|
| 1 | Солнышко – стандарт | 4,4± 0,3 | -0,81 | 0,06 | -4,34 | 1,3 | 3,60 |
| 2 | Ника | 5,8± 0,5 | 0,67 | 0,06 | -4,75 | 1,0 | 5,08 |
| 3 | Виола | 5,6± 0,3 | 0,36 | 0,28 | -7,40 | 5,0 | 1,82 |
| 4 | Дарина | 6,3± 0,3 | 1,06 | 0,19 | -6,33 | 3,1 | 3,67 |
| 5 | Орбель желтая | 4,3± 0,1 | -0,86 | 0,28 | -4,01 | 6,5 | 0,57 |
| 6 | Вероника | 4,7± 0,4 | -0,52 | 0,32 | -4,87 | 6,9 | 0,37 |
| 7 | Магура | 5,1± 0,2 | -0,08 | 0,18 | -2,89 | 3,6 | 2,66 |
| 8 | Rosquentcant | 5,3± 0,1 | 0,12 | 0,13 | -4,76 | 2,4 | 3,64 |
| 9 | Секунда | 4,6± 0,5 | -0,60 | 0,25 | -3,80 | 5,5 | 1,19 |
| 10 | Московская белая зеленостручная | 4,5± 0,3 | -0,70 | 0,16 | -3,91 | 3,5 | 2,38 |
| 11 | Золотая гора | 5,2± 0,5 | -0,04 | 0,24 | -3,89 | 4,7 | 1,90 |
| 12 | Дарья | 6,3± 0,2 | 1,08 | 0,39 | -6,44 | 6,2 | 1,06 |
| 13 | Delinel | 5,5± 0,3 | 0,26 | 0,23 | -5,73 | 4,2 | 2,35 |
| 14 | Sunray | 5,4± 0,3 | 0,22 | 0,04 | -5,99 | 0,8 | 4,87 |
| 15 | Морена | 4,6± 0,3 | -0,58 | 0,06 | -4,67 | 1,3 | 3,81 |

Таблица 4. Селекционная ценность генотипа сортов фасоли овощной по признаку урожайность
Table 4. The breeding value of the genotype of varieties of vegetable beans on the basis of productivity of the genotype of varieties of vegetable beans on the basis of productivity

| № п/п | Сорт | X _i , кг/м ² | OAC _i | CAC _i | bi | Sg _i , % | СЦГ _i |
|-------|---------------------------------|------------------------------------|------------------|------------------|------|---------------------|------------------|
| 1 | Солнышко – стандарт | 2,2± 0,3 | 0,26 | 0,35 | 0,33 | 16,0 | 1,38 |
| 2 | Ника | 1,9± 0,3 | 0,00 | 0,48 | 0,36 | 25,4 | 0,82 |
| 3 | Виола | 2,1± 0,1 | 0,16 | 0,50 | 0,87 | 24,3 | 0,94 |
| 4 | Дарина | 1,7± 0,5 | -0,18 | 0,34 | 0,78 | 19,5 | 0,97 |
| 5 | Орбель желтая | 1,7± 0,5 | -0,24 | 0,45 | 0,48 | 26,9 | 0,66 |
| 6 | Вероника | 1,5± 0,7 | -0,42 | 0,11 | 0,35 | 7,6 | 1,23 |
| 7 | Магура | 1,5± 0,7 | -0,38 | 0,27 | 0,51 | 17,7 | 0,92 |
| 8 | Rosquentcant | 2,3± 0,2 | 0,44 | 0,36 | 0,98 | 15,4 | 1,53 |
| 9 | Секунда | 1,9± 0,3 | 0,02 | 0,74 | 0,92 | 38,7 | 0,25 |
| 10 | Московская белая зеленостручная | 1,4± 0,7 | -0,48 | 0,18 | 0,66 | 12,7 | 1,02 |
| 11 | Золотая гора | 1,8± 0,4 | -0,14 | 0,34 | 1,19 | 19,1 | 1,01 |
| 12 | Дарья | 1,9± 0,3 | -0,02 | 0,67 | 1,03 | 35,7 | 0,38 |
| 13 | Delinel | 2,0± 0,1 | 0,14 | 0,25 | 0,51 | 12,3 | 1,48 |
| 14 | Sunray | 2,1± 0,04 | 0,24 | 1,01 | 1,22 | 47,3 | -0,13 |
| 15 | Морена | 1,9± 0,3 | -0,02 | 0,30 | 0,69 | 16,2 | 1,20 |

(4,87). Низкое значение данного показателя установлено у сортов Вероника (0,37), Орбель желтая (0,57).

Урожайность. Уровень урожайности служит главным критерием экономической целесообразности возделывания сорта. Создать сорт с высоким генетическим потенциалом продуктивности еще не означает получение высоких урожаев при его возделывании. Однако любой сорт должен характеризоваться высокой потенциальной продуктивностью.

Урожайность изучаемых образцов варьировала от 1,0 (Вероника) до 4,1 кг/м² (Sunray), в среднем составила 1,9 кг/м² (табл. 4).

Сорта Rocquentcant, Золотая гора, Sunray, Дарья отнесены к более адаптивным, которые характеризуются высоким положительным коэффициентом регрессии.

Относительная стабильность сортов варьировала от 7,6 (Вероника) до 47,3% (Sunray). Определены нестабильные сорта, со значением параметра выше 20%: Sunray (47,3%) и Дарья (35,7%). Сорта Rocquentcant, Магура, Московская белая зеленостручная, Морена, Delinel отличились наиболее стабильным генотипом.

Оценка сортов ведется по параметрам адаптивной способности в сочетании с высокой продуктивностью. Необходимо отбирать сорта, которые в своем генотипе сочетают максимальное значение ОАС_i, высокую урожайность, а также отличаются лучшими показателями стабильности урожая. Потенциал продуктивности более выражен у сорта Rocquentcant по сравнению со стандартом (Солнышко). Этот же сорт обладает высоким значением параметра ОАС_i (0,44).

Сочетание продуктивности и высокого значения параметра СЦГ_i наблюдается у сортов иностранной селекции Rocquentcant и Delinel. Сорт Sunray отличался высоким коэффициентом регрессии, но обладает отрицательным значением СЦГ, что может быть связано с неблагоприятными гидротермическими условиями, сложившимися в 2018 году. Год отличался пониженной температурой и высокой увлажненностью в период плодоношения, что существенно повлияло на урожайность зеленых бобов, следовательно, на значение показателя СЦГ.

Заключение

Многолетняя оценка 15 образцов фасоли овощной показала, что сорта коллекции Новосибирского ГАУ существенно отличаются между собой по степени реакции на изменение условий выращивания.

Среди 15 наиболее перспективных сортов, выделены 6 генотипов (Солнышко, Виола, Ника, Sunray, Rocquentcant, Delinel), сочетающих высокую продуктивность со средней устойчивостью, которые гарантированно обеспечивают стабильную урожайность и высокое качество продукции.

Выделенные образцы рекомендованы для включения в селекционные программы с целью создания новых сортов фасоли овощной, адаптированных к варьирующим условиям среды.

В результате изучения основных признаков, определяющих продуктивность образцов, выявлены непластичные сорта (Вероника, Дарина). Это объясняется особенностью генотипа, что является ценным показателем при селекционной оценке в конкретных условиях почвенно-климатической зоны.

Об авторах:

Якубенко Ольга Евгеньевна – аспирант, <https://orcid.org/0000-0002-2879-8793>
Паркина Оксана Валерьевна – кандидат с.-х. наук, доцент
Попова Карина Игоревна – аспирант
Колупаев Денис Анатольевич – аспирант

About the authors:

Olga E. Yakubenko – graduate student, <https://orcid.org/0000-0002-2879-8793>
Oksana V. Parkina – Cand. Sci. (Agriculture), associate professor
Karina I. Popova – graduate student
Denis A. Kolupaev – graduate student

Литература

1. Вавилов Н.И. Закономерности в изменчивости растений. Селекция и семеноводство в СССР. М., 1924. С.13-30.
2. Кравченко Р.В., Мусаев, Ф.Б., Скорина В.В., Литовкин А.А., Паркина О.В. Адаптивные свойства сортов фасоли овощной (*Phaseolus vulgaris*). *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2012;2(79):443-454.
3. Кильчевский А.В. Основные направления экологической селекции растений. *Селекция и семеноводство*. 1993;3:5-9.
4. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы): монография: в 2-х томах. М.: РУДН, 2001. Т.1. 1489 с.
5. Jinks J.L., Pooni H.S. *Heredity*. 1982;49(3):291-294.
6. Неттевич Э.Д., Моргунов А.И., Максименко М.И. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность урожайности и качества зерна. *Вестник с.-х. наук*. 1985;1:66-74.
7. Синская Е.Н. Динамика вида. М.; Л.: Сельхозгид, 1948. С.5-27.
8. Добруцкая Е.Г. Экологические основы селекции и адаптивной семеноводства овощных культур: автореф. д-ра с.-х. наук. М., 1997. 46 с.
9. Добруцкая Е.Г., Смирнова А.М. Адаптивность сортов и гибридов моркови столовой (*Daucus carota* L.) селекции ВНИИССОК. *Картофель и овощи*. 2016;3:37-38.
10. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Оценка взаимодействия генотипа и среды в адаптивной селекции растений. Генетические основы селекции растений. Т.1. Общая генетика растений. Минск: Белорус. наука, 2008. С.50-80.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М., 2014. 351 с.
12. 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.
13. Методические указания по изучению образцов мировой коллекции фасоли. СПб, 1987. 60 с.
14. Кильчевский А.В., Моисеев М.О. Адаптивная способность и экологическая стабильность гибридов перца сладкого. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2014;4:91-95.
15. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci*. 1966;6(1):36-40.
16. Корзун О.С., Бруйло А.С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: пособие. Гродно: ГГАУ, 2011. 140 с.
17. Пивоваров В.Ф., Добруцкая Е.Г. Экологические методы селекции на адаптивность капусты белокачанной. *Овощи России*. 2013;3:10-14. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2013-3-10-14>

References

1. Vavilov N.I. Patterns in plant variability. Breeding and seed production in the USSR. M., 1924. P.13-30. (In Russ.)
2. Kravchenko R.V., Musaev, F.B., Skorina V.V., Litovkin A.A., Parkina O.V. Adaptive Properties of Vegetable Bean Varieties (*Phaseolus vulgaris*). *Political Internet electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University*. 2012;2(79):443-454. (In Russ.)
3. Kilchevsky A.V. The main directions of ecological plant breeding. Breeding and seed production. 1993;3:5-9. (In Russ.)
4. Zhuchenko A.A. Adaptive plant breeding system (ecological and genetic basis): monograph: in 2 volumes. M.: RUDN, 2001. V.1. 1489 p. (In Russ.)
5. Jinks J.L., Pooni H.S. *Heredity*. 1982;49(3):291-294.
6. Nettevich E.D., Morgunov A.I., Maksimenko M.I. Improving the efficiency of spring wheat selection on the stability of yield and grain quality. *Bulletin of agric. sciences*. 1985;1:66-74. (In Russ.)
7. Sinskaya E.N. The dynamics of the species. M.; L., 1948. P.5-27. (In Russ.)
8. Dobrutskaya E.G. Ecological basis of selection and adaptive seed production of vegetable crops: author. Dr. Sci. M., 1997. 46 p. (In Russ.)
9. Dobrutskaya E.G., Smirnova A.M. Adaptability of varieties and hybrids of canteen carrots (*Daucus carota* L.) breeding VNISSOK. *Potatoes and vegetables*. 2016;3:37-38. (In Russ.)
10. Kilchevsky A.V., Khotyleva L.V. Assessment of the interaction of genotype and environment in adaptive plant breeding. Genetic basis of plant breeding. T.1. General genetics of plants. Minsk: Belarus. Science, 2008. P.50-80. (In Russ.)
11. Dospikhov B.A. Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results). M., 2014. 351 p. (In Russ.)
12. Methodical instructions. The collection of world genetic resources of cereal legumes VIR: replenishment, conservation and study (under the editorship of M.A. Vishnyakova). SPb.: OOP "Copy-R. Group", 2010. 142 p. (In Russ.)
13. Guidelines for the study of samples of the world beans collection. St. Petersburg, 1987. 60 p. (In Russ.)
14. Kilchevsky A.V., Moiseev M.O. Adaptive ability and ecological stability of sweet pepper hybrids. *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*. 2014;4:91-95. (In Russ.)
15. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci*. 1966;6(1):36-40.
16. Korzun O.S., Bruylo A.S. Adaptive features of breeding and seed production of agricultural plants: a manual. Grodno: SSAU, 2011. 140 p. (In Russ.)
17. Pivovarov V.F., Dobrutskaya 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>