

ОЦЕНКА СОРТОВ ФАСОЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ НА АДАПТИВНОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ПРИОБЬЯ

О.В. Паркина, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

О.Е. Якубенко, кандидат сельскохозяйственных наук

Ч. Ван, аспирант

Н.Т. Нгуен, аспирант

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

E-mail: o.e.yakubenko@yandex.ru

Ключевые слова: фасоль обыкновенная (*Phaseolus vulgaris*), адаптивность, продуктивность, селекционная ценность генотипа, экологическая пластичность, относительная стабильность сорта.

Реферат. Изучена адаптивная способность и продуктивность фасоли обыкновенной в условиях лесостепи Приобья. Генетическая оценка сортов позволит ускорить селекционную работу по созданию форм, сочетающих экологическую пластичность и продуктивность на основе изучения адаптивного потенциала элементов продуктивности. Актуальной задачей селекции является создание сортов с высокой стабильной урожайностью, которые способны сочетать в генотипе высокое качество, продуктивность и экологическую пластичность. На базе УПХ «Сад Мичуринцев» ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ проведена оценка (2015–2020 гг.) сортов фасоли зерновой разного эколого-географического происхождения с кустовым типом роста по признакам числа бобов на растении, массы семян с растения, массы 1000 семян, урожайности семян. Целью работы является оценка сортов фасоли обыкновенной на адаптивность и продуктивность в условиях лесостепи Приобья. Оценку адаптивности проводили по методике, разработанной А.В. Кильчевским и Л.В. Хотылевой. По признаку «число бобов на растении» сорта Рубин ($S_{gi} = 6,5\%$), Stringless ($S_{gi} = 9,9\%$), Золотистая ($S_{gi} = 14,2\%$), Зуша белая ($S_{gi} = 17,6\%$), Зуша черная ($S_{gi} = 18,6\%$) отнесены к формам с низким и средним уровнем экологической изменчивости. У сорта Золотистая по массе семян с растения отмечаются высокие показатели параметров OAC_i (4,2) и bi (4,96), средний уровень $СЦГ_i$ (2,05). По признаку «масса 1000 семян» большинство сортов отнесены к стабильным – значение S_{gi} не превышает 10%. Выявлены генотипы фасоли зерновой, сочетающие высокую урожайность со средовой устойчивостью, – Зуша черная, Золотистая. Образцы Veenoorl, Золотистая, Brunot, Рубин рекомендованы для включения в селекционные программы с целью создания новых адаптированных сортов фасоли зерновой.

ASSESSMENT OF COMMON BEAN VARIETIES FOR ADAPTABILITY AND PRODUCTIVITY IN THE FOREST-STEPPE CONDITIONS OF THE PRIOBYE

O.V. Parkina, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor

O. E. Yakubenko, PhD in Agricultural Sciences

Zhenfen Wang, PhD student

Nam T. Nguyen, PhD student

Novosibirsk State Agrarian University

E-mail: o.e.yakubenko@yandex.ru

Keywords: common beans (*Phaseolus vulgaris*), adaptability, productivity, breeding value of the genotype, ecological plasticity, relative stability of the variety.

Abstract. The adaptive ability and productivity of common beans in the conditions of the forest steppe of the Ob region are studied in work. Genetic evaluation of varieties will speed up the breeding work to create forms that combine ecological plasticity and productivity based on exploring the adaptive potential of productivity elements. An urgent task of breeding is to develop varieties with a high stable yield, which can combine high quality, productivity and environmental plasticity in the genotype. Based on the UPH “Michurintsev Garden” of the Novosibirsk State Agrarian University, an assessment was carried out (2015–20) of grain bean varieties of different ecological and geographical origin with a bush type of growth according to the characteristics: the number of beans per plant, the weight of seeds per plant, the weight of 1000 seeds, seed yield. The work aims to

evaluate the varieties of common beans for adaptability and productivity in the conditions of the forest steppe of the Ob region. Adaptability was assessed according to the methodology developed by A.V. Kilchevsky and L.V. Khotyleva. According to the "number of beans per plant", the varieties Rubyn ($S_{gi} = 6,5\%$), Stringless ($S_{gi} = 9,9\%$), Zolotistaya ($S_{gi} = 14,2\%$), Zusha white ($S_{gi} = 17,6\%$), Zusha black ($S_{gi} = 18,6\%$) are classified as forms with low and medium levels of ecological variability. The Zolotistaya variety has high indicators of the parameters OAC_i (4.2) and bi (4.96), the average level of BVG_i (2.05) by the weight of seeds from the plant. Based on «1000 seed weight», most varieties are classified as stable – the S_{gi} value does not exceed 10%. The genotypes of grain beans combining high yield with environmental resistance of Zusha black and Zolotistaya have been identified. Veenoorl, Zolotistaya, Brunot, and Rubyn samples are recommended for inclusion in breeding programs to create new adapted varieties of common beans.

Для сельскохозяйственного производства особую ценность представляют высокопродуктивные, качественные и адаптивные сорта [1].

Актуальной задачей селекции является создание сортов с высокой стабильной урожайностью, которые способны сочетать в генотипе высокое качество, продуктивность и экологическую пластичность.

Большой вклад в развитие адаптивной селекции внесли А.В. Кильчевский, Е.Г. Добруцкая и др. Они обращают внимание, 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» [2].

А.В. Кильчевский и Л.В. Хотылева указывают, что «большое значение имеет селекционный фон при селекции на адаптивность», которая направлена на «повышение устойчивости генотипов к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам среды» [3].

В исследованиях отмечается, что адаптивный потенциал сорта наследственно детерминирован, и подбор исходного материала является определяющим при создании сортов [4–6].

В результате испытаний в контрастных по гидротермическому и почвенному режимам условиях можно дать относительно полную характеристику приспособленности сортов к различным средовым факторам, выделить необходимый исходный материал и целенаправленно подобрать родительские пары для скрещивания [7, 8].

Одной из актуальных проблем современной селекции является поиск ценных источников для создания сортов, характеризующихся продуктивностью, технологичностью и адаптивностью [9].

Перед современным сельскохозяйственным производством стоит проблема обеспечения населения высококачественными продуктами питания. В связи с этим возрастает интерес производителей к зернобобовым культурам.

Фасоль обыкновенная – перспективная зернобобовая культура, отличающаяся высоким качеством растительного белка. По данным FAO (2021), фасоль занимает около 35 млн га в мировом производстве культуры. Лидерами по ее выращиванию являются азиатские страны (44%), американский континент (32%) и Африка (21%). В России фасолью обыкновенной занято около 7 тыс. га.

Отбор и создание адаптивных сортов фасоли обыкновенной направлены на решение приоритетных вопросов сельского хозяйства, которые отражены в «Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 г.» [10].

Генетическая оценка сортов позволит ускорить селекционный процесс по созданию форм, сочетающих экологическую пластичность и продуктивность на основе изучения адаптивного потенциала элементов продуктивности.

В настоящее время в ассортименте зернобобовых культур распространены сорта высоко- и среднеадаптивные, характеризующиеся высокой устойчивостью к изменениям среды, но не всегда отличающиеся высокой урожайностью. Возникает необходимость отбора сортов интенсивного типа, сочетающих высокую продуктивность со средовой устойчивостью.

Цель исследования – оценить адаптивную способность и продуктивность сортов фасоли обыкновенной в условиях лесостепи Приобья.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На базе УПХ «Сад Мичуринцев» ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ проведена многолетняя оценка (2015–2020 гг.) 14 сортов фасоли зерновой разного эколого-географического происхождения по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [11].

Почва опытного участка – 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, обменного калия – 88–100 мг/кг почвы [12].

Поле опытного участка по периметру окружено лесозащитной полосой. Норма высева семян – 22 шт/м². Схема посева – 70 х 6 см. Уход за растениями проводили вручную.

Стандарт – сорт Рубин. Среднеспелый. Высота растений до 57 см. Окраска цветков розовая. Бобы прямые, узкие, форма поперечного сечения от эллиптической до яйцевидной. Длина боба 12–15 см. Клювик боба длинный, прямой. Форма продольного сечения семян от округлой до эллиптической, основная окраска вишневая, рубчик белый. Высокая устойчивость к бактериозу. Масса 1000 семян 280–430 г. Содержание белка 22–27% [13].

Фенологические наблюдения и морфологическое описание фасоли обыкновенной проводили по общепринятым методикам [14, 15].

В годы исследования гидротермические условия варьировали от оптимальных до засушливых и избыточно увлажненных.

При посеве в 2015–2016 гг. температура воздуха и почвы, влагообеспеченность были оптимальными для получения дружных всходов фасоли обыкновенной. Третья декада мая 2017 г. характеризовалась дефицитом влаги, что привело к увеличению продолжительности периода «посев – всходы» в среднем на 7 суток.

Межфазовый период «всходы – цветение» зависит от тепло- и влагообеспеченности года. Годы с оптимальными значениями гидротермического режима в указанную фенологическую фазу позволяют достигнуть максимальных значений по плодообразованию культуры и прогнозировать высокую семенную продуктивность.

В 2015–2016 гг. температура воздуха наблюдалась выше +20°C, что благоприятно сказалось на продолжительности периода цветения и позволило ожидать высокой продуктивности изучаемых образцов. В 2018 г. пониженная температура и высокая влажность года негативно сказались на продолжительности периода цветения и в целом на плодообразовании. В 2019 г. в межфазовый период «всходы – цветение» отмечен дефицит влаги.

Межфазовый период «цветение – биологическая спелость» является важным при прогнозировании урожая культуры и гарантировании семенной продуктивности. В условиях континентального климата лесостепи Приобья наступление биологической спелости наблюдается у раннеспелых и среднеспелых форм фасоли обыкновенной. Тепло- и влагообеспеченность 2015–2016 гг. способствовали активному плодоношению культуры. Обильное выпадение осадков в первую и вторую декаду августа 2017 и 2018 гг. замедлило наступление биологической спелости. Среднемесячная температура августа 2019 и 2020 гг. была выше нормы, что способствовало быстрому переходу в фазу «биологическая спелость» – конец второй–начало третьей декады августа.

Показатель экологической пластичности рассчитывали по методике S.A. Eberhart и W.A. Russell [16], подробно описанной в работе О.С. Корзун и А.С. Бруйло [17]. Оценку параметров адаптивности проводили по основным методикам [16–19].

Математическую обработку данных проводили при помощи программного обеспечения Statistica и Snedecor [20].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для отбора интересующих селекционера форм прибегают к изучению отдельных показателей адаптивности. Высокое значение коэффициента регрессии ($b_i > 1$) говорит о том, что сорт обладает высокой отзывчивостью на изменяющиеся условия выращивания. Коэффициент регрессии, равный нулю или имеющий близкое к нулю значение, означает, что сорт не реагирует на изменения окружающей среды.

Значение показателя стабильность генотипа (S_{gi}) является важным при отборе родительских пар для скрещивания. Параметр учитывается при оценке образцов по сочетанию высокой потенциальной продуктивности и экологической устойчивости на изменение среды.

Параметр «общая адаптивная способность» (OAC_i) показывает среднее значение признака в отличающихся условиях выращивания, а специфическая адаптивная способность (CAC_i) устанавливает отклонение от OAC_i в изучаемой среде. Комплексный показатель «селекционная

ценность генотипа» (CCG_i) позволяет выделить генотипы, сочетающие средовую устойчивость и продуктивность.

Число бобов на растении. Это один из наиболее важных элементов продуктивности фасоли.

По признаку «число бобов на растении» относительная стабильность варьировала от 7 (Рубин) до 44% (Kreola). Сорта Рубин, Stringless, Золотистая, Зуша белая, Зуша черная отнесены к формам с низким и средним уровнем экологической изменчивости (рис. 1).

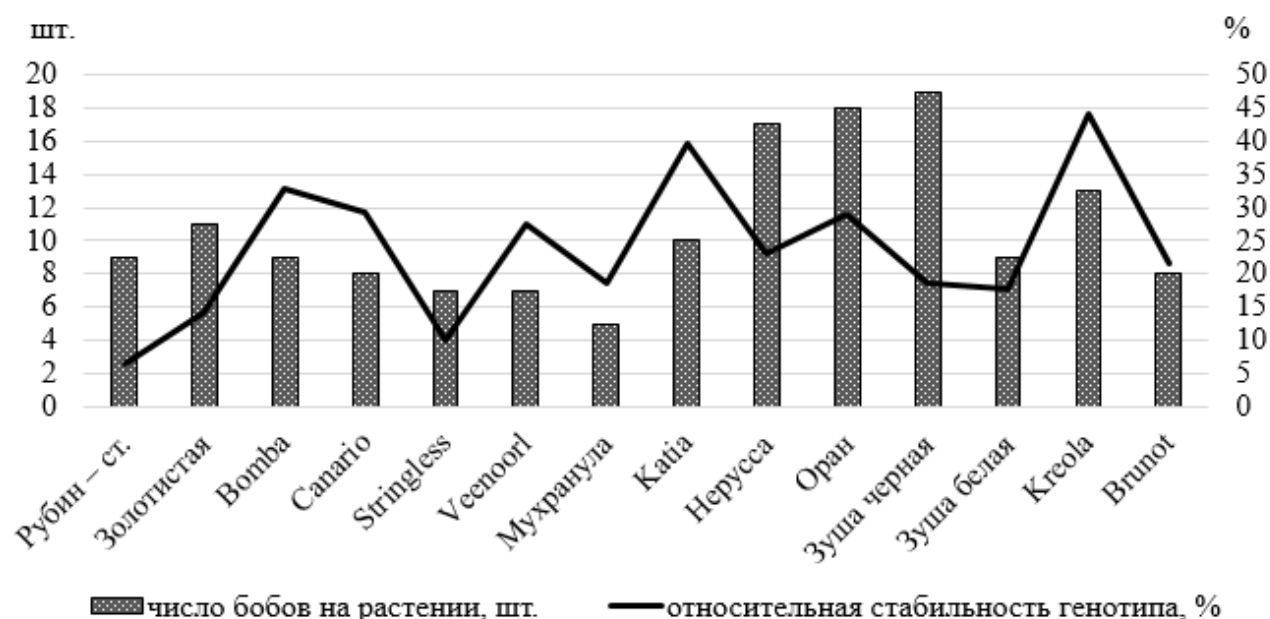


Рис. 1. Взаимосвязь относительной стабильности генотипа и числа бобов на растении
Relationship between the relative stability of the genotype and the number of beans on the plant

Анализ селекционной ценности генотипа показал, что высокими показателями по признаку отличаются Зуша черная, Нерусса, Золотистая (табл. 1). Изучаемый показатель

указывает на перспективность включения образцов в селекционную работу по созданию высокопродуктивных и адаптивных сортов.

Таблица 1

Селекционная ценность генотипов фасоли по признаку «число бобов на растении»
The breeding value of bean genotypes is based on the trait “number of beans on the plant.”

Сорт	X_i , шт.	b_i	OAC_i	CAC_i	CCG_i
1	2	3	4	5	6
Рубин – стандарт	9±2	1,46	-2,0	0,59	7,86
Золотистая	11±4	1,91	0,6	1,67	8,02
Bomba	9±3	1,91	-1,5	3,19	2,56
Canario	8±2	1,57	-3,0	2,40	2,78
Stringless	7±1	1,00	-4,2	0,71	5,40

1	2	3	4	5	6
Veenoorl	7±2	1,54	-3,4	2,14	2,98
Мухранула	5±1	0,52	-5,4	1,08	3,36
Katia	10±3	2,48	-0,6	4,21	1,10
Нерусса	17±2	2,64	5,8	3,91	8,19
Оран	18±6	3,18	7,6	5,44	6,52
Зуша черная	19±2	2,89	7,8	3,54	11,02
Зуша белая	9±1	1,39	-2,2	1,58	5,43
Kreola	13±4	3,10	2,6	6,09	0,05
Brunot	8±2	0,66	-2,4	1,90	4,51

Примечание. Здесь и далее: $\bar{X}_i$ – среднее значение признака; b_i – коэффициент регрессии; OAC_i – общая адаптивная способность; SAC_i – специфическая адаптивная способность; SCG_i – селекционная ценность генотипа.

Note. From now on, $\bar{X}_i$ is the average attribute value, b_i is the regression coefficient, GAC_i is the general adaptive ability, SAC_i is the specific adaptive ability, and SCG_i is the selection value of the genotype.

Масса семян с растения. Этот признак в большей степени зависит от генотипа сорта. У 85% изученных коллекционных образцов относительная стабильность генотипа не превышала 10% (рис. 2).

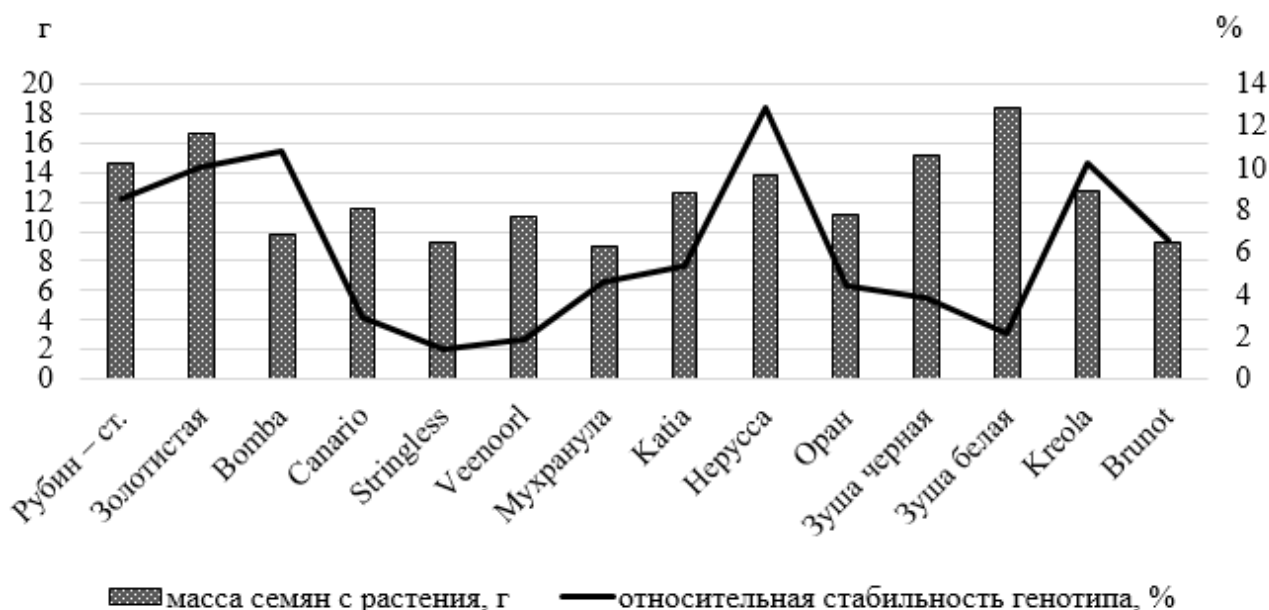


Рис. 2. Взаимосвязь относительной стабильности генотипа и массы семян с растения
Relationship between the relative stability of the genotype and the mass of seeds per plant

Сорта Stringless, Veenoorl, Зуша белая, Креола, Canario, Katia, Зуша черная, Оран, Мухранула имеют отрицательный коэффициент регрессии, что свидетельствует о низкой пластичности и высокой стабильности образцов.

Высокий показатель параметра OAC_i отмечен у сортов Зуша белая и Золотистая. Обычно у таких генотипов наблюдаются высокие пока-

затели среднего значения изучаемого признака, $b_i > 1,0$, средний уровень SCG_i [19]. В исследованиях такая закономерность практически подтвердилась, за исключением сорта Зуша белая ($b_i < 1,0$), а уровень SCG_i выделенных форм принимает максимальное значение (табл. 2).

Таблица 2

Селекционная ценность генотипов фасоли по признаку «масса семян с растения»
The breeding value of bean genotypes is based on the trait “seed weight per plant.”

Сорт	X_i , г	b_i	OAC_i	CAC_i	СЦГ _i
Рубин – стандарт	14,6± 0,5	1,47	2,1	1,23	3,80
Золотистая	16,6± 0,6	4,96	4,2	1,67	2,05
Bomba	9,8± 0,3	0,15	-2,7	1,05	0,57
Canario	11,6± 0,4	-0,80	-0,9	0,34	8,60
Stringless	9,2± 0,3	-2,32	-3,3	0,13	8,07
Veenoorl	11,0± 0,4	-2,05	-1,5	0,21	9,14
Мухранула	9,0± 0,3	-0,33	-3,5	0,41	5,39
Katia	12,6± 0,4	-0,78	0,1	0,68	6,68
Нерусса	13,8± 0,5	0,33	1,3	1,77	-1,77
Оран	11,1± 0,4	-0,42	-1,4	0,49	6,88
Зуша черная	15,2± 0,5	-0,49	2,7	0,59	9,96
Зуша белая	18,3± 0,5	-1,75	5,8	0,41	14,70
Kreola	12,8± 0,4	-0,90	0,3	1,30	1,39
Brunot	9,2± 0,3	1,46	-3,3	0,61	3,84

Масса 1000 семян. Признак «масса 1000 семян» позволяет определить пригодность сорта фасоли обыкновенной к механизированной уборке. Масса 1000 семян не должна превышать 400 г, так как у сортов с более крупными семенами отмечается склонность к растрескиванию семян при обмолоте и потере товарных качеств и как следствие – непригодность к переработке [21]. Установлено, что сорта Bomba, Stringless, Нерусса, Оран, Kreola и Brunot сочетают

в генотипе оптимальное значение изучаемого признака и высокую стабильность (рис. 3).

По значению специфической адаптивной стабильности (CAC_i) можно сделать вывод о пластичности сорта [20]. Наибольшим показателем CAC_i по признаку «масса 1000 семян» обладал образец Canario (37,44). Сорт является наиболее адаптивным к изменяющимся условиям среды (табл. 3).

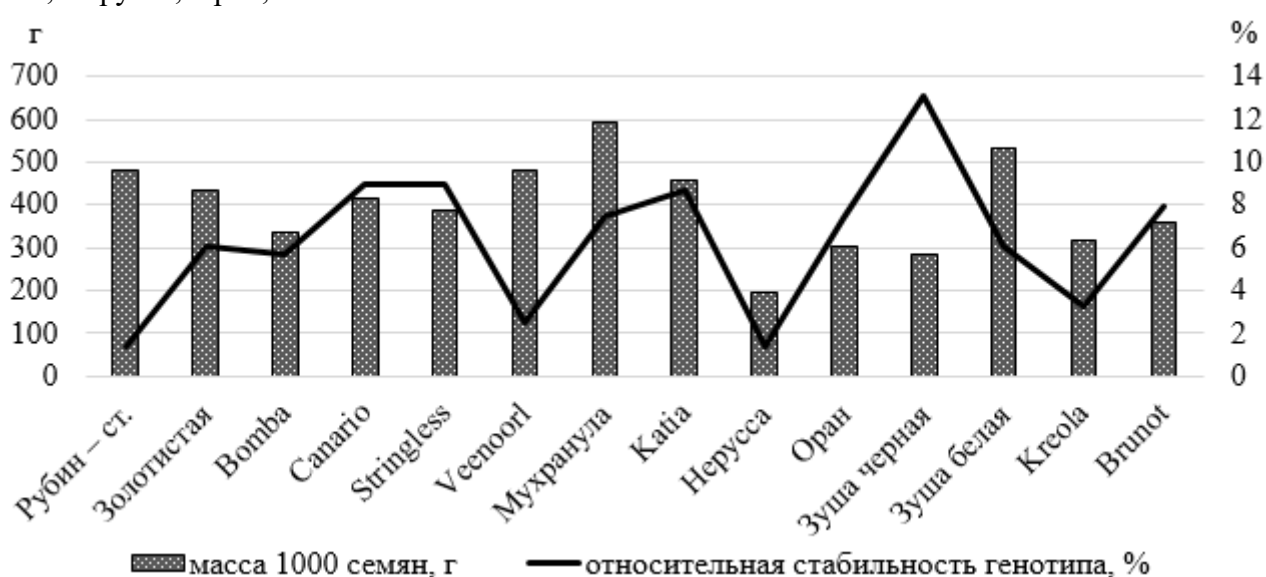


Рис. 3. Взаимосвязь относительной стабильности генотипа и массы 1000 семян
Relationship between the relative stability of the genotype and the weight of 1000 seeds

Таблица 3

Селекционная ценность генотипов фасоли по признаку «масса 1000 семян»
The breeding value of bean genotypes is based on the trait “weight of 1000 seeds.”

Сорт	X_i , г	b_i	OAC_i	CAC_i	CCG_i
Рубин – стандарт	482,2± 22,1	1,45	83,0	6,72	425,59
Золотистая	434,3± 20,3	1,67	35,2	26,30	212,86
Bomba	335,0± 15,2	1,06	-64,1	19,10	174,15
Canario	416,6± 18,3	1,50	17,5	37,44	101,45
Stringless	387,1± 17,8	1,54	-12,0	34,99	92,59
Veenoorl	482,5± 22,1	0,99	83,4	12,18	379,96
Мухранула	594,8± 27,1	2,29	195,7	44,68	218,77
Katia	459,4± 19,1	1,81	60,3	39,98	122,84
Нерусса	196,5± 11,1	-0,15	-202,6	2,70	173,80
Оран	301,2± 14,3	-0,69	-97,9	22,40	112,64
Зуша черная	285,3± 21,9	1,23	-113,8	37,50	-30,40
Зуша белая	534,1± 24,3	-0,38	135,0	32,63	259,40
Kreola	317,6± 14,4	0,70	-81,5	10,33	230,57
Brunot	361,3± 17,6	1,14	-37,8	28,40	122,24

Урожайность. Урожайность служит главным критерием экономической целесообразности возделывания сорта. Относительная стабильность генотипа характеризует устойчивость

сорта к изменяющимся условиям произрастания. Установлено, что высокую урожайность и низкое значение параметра Sg_i имеют образцы Золотистая, Veenoorl, Kreola (рис. 4).

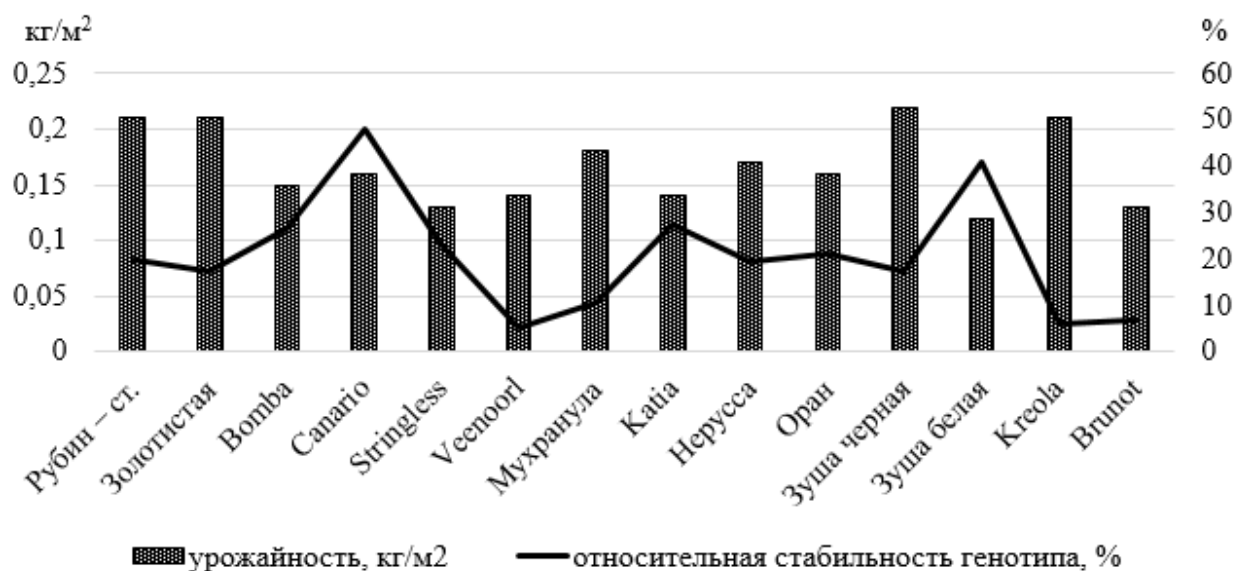


Рис. 4. Взаимосвязь относительной стабильности генотипа и урожайности

The relationship between the relative stability of the genotype and yield

Селекция на адаптивность направлена на получение сортов интенсивного типа, способных увеличивать продуктивность при улучшении агротехнических условий. Установлено,

что сорта Veenoorl, Оран, Рубин относятся к сортам интенсивного типа, сочетающим высокие показатели по CCG_i и b_i (табл. 4).

Селекционная ценность генотипов фасоли по признаку «урожайность семян»
The breeding value of bean genotypes based on the trait “seed yield”

Сорт	$\bar{X}_i$, кг/м ²	b_i	OAC_i	CAC_i	$СЦГ_i$
Рубин – стандарт	0,21± 0,19	0,82	0,04	0,04	0,10
Золотистая	0,21± 0,19	0,53	0,05	0,04	0,12
Bomba	0,15± 0,13	0,91	-0,02	0,04	0,05
Canario	0,16± 0,14	1,35	-0,01	0,08	-0,04
Stringless	0,13 ± 0,02	0,79	-0,04	0,03	0,05
Veenoorl	0,14± 0,08	1,29	-0,03	0,01	0,12
Мухранула	0,18± 0,17	0,19	0,01	0,02	0,13
Katia	0,14 ± 0,13	0,77	-0,03	0,04	0,04
Нерусса	0,17± 0,15	-0,38	0,00	0,03	0,08
Оран	0,16± 0,10	1,19	-0,01	0,03	0,07
Зуша черная	0,22± 0,12	0,37	0,05	0,04	0,12
Зуша белая	0,12± 0,11	0,72	-0,05	0,05	-0,01
Kreola	0,21± 0,09	-1,18	0,04	0,01	0,18
Brunot	0,13± 0,11	0,30	-0,04	0,01	0,11

ВЫВОДЫ

1. Для отбора форм на адаптивную способность и стабильность в исследовании определена селекционная ценность генотипа по признакам числа бобов на растении, массы семян с растения, массы 1000 семян, урожайности семян.

2. Выявлены генотипы фасоли обыкновенной, сочетающие высокую урожайность со средовой устойчивостью, – Зуша черная, Золотистая.

3. Выделены сорта интенсивного типа:

- по числу бобов на растении: Зуша черная ($b_i=2,89$; $СЦГ_i=11,02$), Нерусса ($b_i=2,64$; $СЦГ_i=8,19$), Золотистая ($b_i=1,91$; $СЦГ_i=8,02$);

- по массе семян с растения: Brunot ($b_i=1,46$; $СЦГ_i=3,84$), Рубин ($b_i=1,47$; $СЦГ_i=3,80$);

- по массе 1000 семян: Рубин ($b_i=1,45$; $СЦГ_i=425,59$), Мухранула ($b_i=2,29$; $СЦГ_i=218,77$);

- по урожайности семян: Veenoorl ($b_i=1,29$; $СЦГ_i=0,12$), Оран ($b_i=1,19$; $СЦГ_i=0,07$), Рубин ($b_i=0,82$; $СЦГ_i=0,10$).

4. Образцы Veenoorl, Золотистая, Brunot, Рубин рекомендованы для включения в селекционные программы с целью создания новых адаптированных сортов фасоли зерновой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Параметры адаптивности и стабильности гетерозисных гибридов томата (Solanum lycopersicum L.) в грунтовых теплицах* / И.Е. Баева, И.Г. Пугачева, М.М. Добродькин, А.В. Кильчевский // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2021. – Т. 59, № 3. – С. 330–339. – DOI: 10.29235/1817-7204-2021-59-3-330-339.
2. *Пивоваров В.Ф., Добруцкая Е.Г.* Экологические методы селекции на адаптивность капусты белокочанной // Овощи России. – 2013. – № 3. – С. 10–14.

3. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Оценка взаимодействия генотипа и среды в адаптивной селекции растений // Генетические основы селекции растений: в. 4 т. Т.1: Общая генетика растений. – Минск: Белорус. наука, 2008. – С. 50–80.
4. Combining Ability for Agromorphological and Physiological Traits in Different Gene Pools of Common Bean Subjected to Water Deficit / I.M. Arruda, V. Moda-Cirino, A. Koltun [et al.] // Agronomy. – 2019. – Vol. 9 (7). – P. 371.
5. Begna T. Combining ability and heterosis in plant improvement // Open J Plant. – 2021. – Sci 6 (1). – P. 108–117.
6. Combining ability analysis and gene action for yield and yield related traits in rice (*Oryza sativa* L.) under saline conditions / S.S. Kargbo, F. Showemimo, P. Akintokun, J. Porbeni // J Plant Breed Genet. – 2019. – Vol. 7. – P. 63–74.
7. Dar Multivariate analysis based on drought tolerance indices for screening drought tolerance in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) / Khalid Rehman, Parvaze A. Sofi, Asmat Ara, Sher A. // Electronic Journal of Plant Breeding. – 2019. – Vol. 10, N 1. – P. 177–186.
8. Garipova S.R., Markova O.V., Samigullin S.N. Productiveness and nodule ability of different varieties of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Urals conditions // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural biology]. – 2015. – Vol. 50, N 1. – P. 55–62.
9. Давлетов Ф.А., Гайнуллина К.П., Димурьев А.М. Урожайность и параметры адаптивности сортов и линий гороха посевного (*Pisum sativum* L.) в условиях Республики Башкортостан // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1 (93). – С. 38–42. – DOI: 10.37670/2073-0853-2022-93-1-38-42.
10. Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 г. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.consultant.ru/law/hot-docs/77046.html> (дата обращения: 28.04.2023).
11. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2: Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. – М.: Гос. комис. по сортоиспытанию с.-х. культур, 1989. – 197 с.
12. Оценка сортов фасоли овощной (*Phaseolus vulgaris*) на адаптивность и клубенькообразующую способность в условиях лесостепи Приобья / О.Е. Якубенко, О.В. Паркина, Ч. Ван, Н. Нгуен // Овощи России. – 2023. – № 2. – С. 35–40.
13. ФГБУ «Госсорткомиссия» – Государственный реестр селекционных достижений: [сайт]. – URL: <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/9607919/> (дата обращения: 28.04.2023).
14. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: метод. указания / под ред. М.А. Вишняковой. – СПб.: Копи-Р. Групп, 2010. – 142 с.
15. Методические указания по изучению образцов мировой коллекции фасоли. – СПб., 1987. – 60 с.
16. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Sci. – 1966. – Vol. 6, N 1. – P. 3640.
17. Корзун О.С., Бруйло А.С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: пособие. – Гродно: ГГАУ, 2011. – 140 с.
18. Путина О.В., Беседин А.Г. Адаптивная способность и стабильность генотипов овощного гороха разных групп спелости // Овощи России. – 2020. – № 4. – С. 45–49. – <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-4-45-49>.
19. Добруцкая Е.Г., Смирнова А.М. Адаптивность сортов и гибридов моркови столовой (*Daucus carota* L.) селекции ВНИИССОК // Картофель и овощи. – 2016. – № 3. – С. 37–38.
20. Оценка адаптивной способности и стабильности сибирского генофонда фасоли овощной / О.Е. Якубенко, О.В. Паркина, К.И. Попова, Д.А. Колупаев // Овощи России. – 2020. – № 1. – С. 35–41.
21. Сортные и технологические особенности выращивания фасоли обыкновенной на семена в южной лесостепи Западной Сибири, как фактор устойчивости сельских территорий / Н.Г. Казыдуб, С.П. Кузьмина, С.В. Уфимцева, И.В. Смирнов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар, 2020. – С. 164–168.

REFERENCES

1. Baeva I.E., Pugacheva I.G., Dobrod'kin M.M., Kil'chevskij A.V., *Vesci Nacyyanal'naj akademii navuk Belarusi, Seryya agrarnyh navuk*, 2021, T. 59, No. 3, pp. 330–339. (In Russ.)
2. Pivovarov V.F., Dobrutsкая E.G., *Ovoshhi Rossii*, 2013, No. 3, pp. 10–14. (In Russ.)
3. Kilchevsky A.V., Khotyleva L.V., *Geneticheskie osnovy selekcii rastenij. T.1: Obshhaja genetika rastenij*, Minsk: Belarus. Science, 2008, pp. 50–80. (In Russ.)
4. Arruda I.M., Moda-Cirino V., Koltun A., Zeffa D.M., Nagashima G.T., Gonçalves L.S.A., Combining Ability for Agromorphological and Physiological Traits in Different Gene Pools of Common Bean Subjected to Water Deficit, *Agronomy*, 2019, Vol. 9 (7), pp. 371.
5. Begna T., Combining ability and heterosis in plant improvement, *Open J Plant*, 2021, Sci 6 (1), pp. 108–117.
6. Kargbo S.S., Showemimo F., Akintokun P., Porbeni J., Combining ability analysis and gene action for yield and yield related traits in rice (*Oryza sativa* L.) under saline conditions, *J Plant Breed Genet*, 2019, Vol. 7, pp. 63–74.
7. Khalid Rehman, Parvaze A. Sofi, Asmat Ara, Sher A., Dar Multivariate analysis based on drought tolerance indices for screening drought tolerance in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.), *Electronic Journal of Plant Breeding*, 2019, Vol 10, No. 1, pp. 177–186.
8. Garipova S.R., Markova O.V., Samigullin S.N., *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 2015, Vol. 50, No. 1, pp. 55–62. (In Russ.)
9. Davletov F.A., Gajnullina K.P., Dmitriev A.M., *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2022, Vol. 1, pp. 38–42 (In Russ.)
10. *Strategiya razvitiya agropromyshlennogo i rybohozyajstvennogo kompleksov Rossijskoj Federacii na period do 2030 g.*: <https://www.consultant.ru/law/hotdocs/77046.html>. (In Russ.)
11. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur. Vypusk vtoroj. Zernovye, krupyanye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kul'tury* (Methodology for state variety testing of agricultural crops. Vol. 2: Cereals, cereals, legumes, corn and forage crops), Moscow: State Commission for Variety Testing agriculture plants, 1989, 197 p. (In Russ.)
12. Yakubenko O.E., Parkina O.V., Wang Zh., Nguyen N.T., *Ovoshhi Rossii*, 2023, Vol. 2, pp. 35–40. (In Russ.)
13. *FGBU «Gossortkomissiya» – Gosudarstvennyj reestr selekcionnykh dostizhenij*: <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/9607919/> (Data obrashcheniya: 28.04.2023). (In Russ.)
14. *Collection of World Genetic Resources of Cereal Legumes VIR: Replenishment, Preservation and Study* (VIR Collection of World Grain Legume Genetic Resources: Replenishment, Conservation and Study), Sankt-Petersburg, 2010, 142 p. (In Russ.)
15. *Guidelines for the study of samples of the world collection of beans* (Guidelines for studying samples of the world bean collection), Leningrad, 1987, 60 p. (In Russ.)
16. Eberhart S.A., Russell W.A., Stability parameters for comparing varieties, *Crop Sci.*, 1966, Vol. 6 (1), pp. 3640.
17. Korzun O.S., Bruilo A.S., *Adaptive features of breeding and seed production of agricultural plants* (Adaptive features of selection and seed production of agricultural plants), Grodno: GSAU, 2011, 140 p.
18. Putina O.V., Besedin A.G., *Ovoshhi Rossii*, 2020, Vol. 4, pp. 45–49. (In Russ.)
19. Dobrutsкая E.G., Smirnova A.M., *Kartofel' i ovoshhi*, 2016, No. 3, pp. 37–38. (In Russ.)
20. Yakubenko O.E., Parkina O.V., Popova K.I., Kolupaev D.A., *Ovoshhi Rossii*, 2020, No. 1, pp. 35–41. (In Russ.)
21. Kazydub N.G., Kuz'mina S.P., Ufimceva S.V., Smirnov I.V., *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2020, pp. 164–168 (In Russ.)