DOI:10.30901/2227-8834-2018-4-58-66

УДК 633.16: 631.5(571.1)

А. П. Ивакин,
А. А. Грушин

Федеральный исследовательский центр Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова,
филиал Волгоградская опытная станция ВИР
404160, Россия, Волгоградская обл., г. Краснослободск, квартал опытная станция ВИР, 30,

Ключевые слова:
фасоль обыкновенная, скороспелость, компоненты продуктивности, индексы аттракции, описательная статистика, корреляционный анализ, источники ценных признаков

Поступление:
02.07.2018

Принято:
10.12.2018

ИЗУЧЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ И АТТРАКЦИИ ОБРАЗЦОВ ФАСОЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PHASEOLUS VULGARIS* L.) В СЕВЕРНОЙ ЗОНЕ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ

Актуальность. Несмотря на ценность фасоли как пищевого продукта, занимаемые культурой площади в России весьма незначительны и сортимент районированных сортов невелик. В связи с этим, актуальным направлением в селекции остается выведение новых, более продуктивных и приспособленных для выращивания в различных регионах страны, сортов. Решение этой задачи требует проведения научных исследований для поиска источников для селекционной работы. **Материалы и методы.** Исследования проводились на филиале Волгоградская опытная станция ВИР по общепринятым методикам. Всего было изучено 59 образцов фасоли обыкновенной из коллекции ВИР. Определяли скороспелость, компоненты продуктивности и аттракции. Была проведена статистическая обработка и корреляционный анализ полученных данных. **Результаты и выводы.** Проведено сравнительное исследование образцов фасоли различных групп скороспелости. Выявлены различия в степени варьирования компонентов продуктивности и макро- и микроаттракции. Раннеспелые образцы превосходили средне- и позднеспелые по степени вариабельности большинства признаков. Сильные положительные корреляции массы семян с одного растения наблюдаются с такими компонентами, как число бобов, общая масса, масса бобов и масса створок. Индекс микроаттракции практически не коррелирует с продуктивностью у раннеспелых образцов и слабо коррелирует у средне- и позднеспелых. Использование индекса микроаттракции при селекции фасоли на продуктивность в данной зоне нецелесообразно. Выделены образцы с высокими максимальными показателями продуктивности в основном из группы раннеспелых образцов и макроаттрации из группы средне- и позднеспелых. Ввиду явных преимуществ, для селекции фасоли на продуктивность в северной зоне Волго-Ахтубинской поймы рекомендуется использовать раннеспелые сорта. Особое внимание заслуживают образцы ‘Code 128’ (к-15261), ‘Bertires’ (к-15262), ‘Oxy Amidor’ (к-15269). Для селекции на макроаттракцию рекомендуются средне- и позднеспелые образцы ‘Jetta’ (к-14689), ‘Prima’ (к-14687), ‘Zlute’ (к-15127).

DOI:10.30901/2227-8834-2018-4-58-66

ORIGINAL ARTICLE

STUDYING YIELD COMPONENTS AND ATTRACTIONS INDICES IN COMMON BEAN (*PHASEOLUS VULGARIS* L.) ACCESSIONS IN THE NORTHERN ZONE OF THE VOLGA-AKHTUBA FLOODPLAIN

A. P. Ivakin,
A. A. Grushin

Volgograd Experiment Station, branch of the N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR),
30, VIR Experiment Station Block, Krasnoslobodsk, Volgograd Province, 404160, Russia;
e-mail: gnuvosvniir@yandex.ru

Key words:
common bean, earliness, yield components, attraction indices, descriptive statistics, correlation analysis, sources of valuable traits

Received:
02.07.2018

Accepted:
10.12.2018

Background. Despite the value of common beans as a food product, the area under this crop in Russia is quite small and the assortment of commercialized cultivars is limited. In this regard, a vital breeding trend for common bean in this country is still the development of new cultivars, more high-yielding and adapted to various areas of cultivation. To solve this problem, an advanced science-based search for breeding sources is required. **Materials and methods.** The research was carried out at Volgograd Experiment Station of VIR by conventional methods. Fifty-nine common bean accessions from the collection of VIR were altogether studied to determine their precocity, yield components and attraction indices. Statistical data processing and correlation analysis of the results were carried out. **Results and conclusions**. A comparative study of common bean accessions belonging to different earliness groups was conducted. Differences in the degree of variability were identified for yield components and macro- and micro-attraction indices. For a majority of traits, early-ripening accessions exceeded medium and late ones in the degree of variability. Strong positive correlations were observed between the seed weight per one plant and such characters as the number of pods, aggregate weight, weight of pods, and weight of valves. The index of micro-attraction practically did not correlate with productivity in early accessions, and only slightly correlated in medium/late ones, so it seems inexpedient to use the micro-attraction index in common bean breeding for higher yield in the region. Accessions with high maximum yield rates were selected mainly from the group of early-ripening accessions, and those with high macro-attraction levels, from the group of medium/late ones. In view of their obvious advantages, it is early cultivars that should be recommended for yield-targeted common bean breeding in the northern areas of the Volga-Akhtuba Floodplain. Special attention needs to be paid to the accessions ‘Code 128’ (k-15261), ‘Bertires’ (k-15262) and ‘Oxy Amidor’ (k-15269). The medium- or late-ripening accessions ‘Jetta’ (k-14689), ‘Prima’ (k-14687) and ‘Zlute’ (k-15127) are recommended to be used in breeding for micro-attraction.

Введение

Фасоль возделывается более чем в 70 странах мира, и среди зерновых бобовых культур она занимает второе место после сои. По данным ФАО на 2013 год, фасоль в РФ возделывалась на 4129 га, и было произведено 7062 т зерна, что составляет 0,003% от мирового производства (Food..., 2013). Этого недостаточно для удовлетворения потребности населения в столь ценном пищевом продукте, семена которого содержат белки, сопоставимые по ценности с белками мяса и рыбы. Невелико и число отечественных сортов фасоли, и по этому показателю наша страна отстает от экономически развитых стран.

Одним из основных направлений селекции фасоли является выведение более продуктивных сортов. Эффективность селекционного процесса по этому показателю во многом определяется знанием величины и характера сопряженности с другими признаками. При оценке источников для селекции необходимо, кроме продуктивности, изучить элементы структуры урожая, определить степень их изменчивости и установить взаимосвязь между ними. Кроме того, определенную ценность представляют сорта с максимальной интенсивностью аттракции пластических веществ в репродукционные органы. Использование таких генотипов, по мнению некоторых ученых, значительно ускоряет селекционный процесс и повышает его эффективность (Konovalov, 1975; Diakov, 1982). Не менее актуально изучение образцов фасоли в различных климатических зонах России для выявления наиболее пригодных к культивированию в конкретных агроклиматических условиях.

Обширным исходным материалом для решения этих задач располагает коллекция фасоли ВИР, насчитывающая более 6500 образцов (Vishnyakova et al., 2013).

Материалы и методы

Исследования проводили на филиале Волгоградская опытная станция ВИР (зона полупустынь с аридным климатом) в течение пяти лет (2001–2005 гг.) на 59 коллекционных образцах фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.), полученных из коллекции ВИР. Растения размещались на 5 метровых грядках с площадью питания для одного растения 25 х 70 см. Опыты закладывали на поливных участках, уход за растениями и изучение проводили по общепринятым методикам (Budanova et al., 1987).

Все показатели, связанные с продуктивностью, определяли в расчете на одно растение. Весовые показатели приведены в граммах. Были изучены следующие признаки: число бобов (Ч б); общая масса (М об) т. е. солома + бобы; масса соломы (стебли и листья) (М сол); масса бобов (М б); масса створок (М ст); масса семян (М сем); масса одного боба (М 1б); масса семян с одного боба (М с 1б); масса одного семени (М 1с). Кроме того, вычисляли макроаттракцию (х-индекс), который рассчитывали как отношение массы семян к массе соломы, и микроаттракцию (м-индекс) как отношение массы семян к массе створок бобов. Для определения скороспелости проводили фенологические наблюдения, начиная от всходов до полного созревания. Статистическую обработку данных осуществляли по Г. Н. Зайцеву (Zaytsev, 1973) и с использованием программной настройки «Пакет анализа» табличного процессора Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

Все изученные образцы по длине вегетационного периода были разделены на две контрастные группы спелости: (1) ранняя и (2) среднепоздняя. В первую группу

вошли 36 раннеспелых образцов с периодом вегетации 64–75 дней, во вторую группу – 23 средне- и позднеспелых образца с продолжительностью вегетационного периода более 75 дней.

По массе семян, согласно классификатору (The broad unified…, 1984), в группе раннеспелых у 9 образцов семена были средние, у 24 – мелкие и у 3 образцов очень мелкие. В группе средне- и позднеспелых у 4 образцов семена были средние, у 16 – мелкие и у 3 – очень мелкие.

Результаты описательной статистики компонентов продуктивности и аттракции образцов фасоли, отличающихся по скороспелости, приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Описательная статистика компонентов продуктивности и индексов аттракции, раннеспелых образцов фасоли (филиал Волгоградская ОС ВИР)
Table 1. Descriptive statistics of yield components and attraction indices in early-ripening common bean accessions (Volgograd Experiment Station of VIR)

Показатель	Ч б	М об	М сол	М б	М ст	М сем	М 1б	М с 1б	М 1с	х-инд	м-инд
Среднее	22,5	51,2	22,0	29,1	8,46	20,7	1,38	0,99	0,33	0,99	2,68
Стандартная ошибка	1,72	3,17	1,25	2,18	0,73	1,53	0,04	0,036	0,011	0,049	0,096
Стандартное отклонение	16,6	30,6	12,1	21,0	7,04	14,67	0,43	0,347	0,093	0,47	0,93
Дисперсия выборки	276	937	145	442	49,5	215	0,18	0,121	0,009	0,221	0,86
Минимум	4,5	20	8,7	4,3	1,5	3,6	0,53	0,33	0,15	0,11	0,58
Максимум	85,5	174,7	68,6	106,1	37,9	76,8	2,76	2,22	0,62	2,99	4,76
Коэффициент вариации в %	73,8	60,0	54,8	72,1	83,2	70,8	31,2	35,1	28,2	47,7	34,5
Уровень надежности (95,0)	3,42	6,30	2,48	4,33	1,45	3,02	0,088	0,072	0,021	0,097	0,191

Таблица 2. Описательная статистика компонентов продуктивности и индексов аттракции средне- и позднеспелых образцов фасоли (филиал Волгоградская ОС ВИР)
Table 2. Descriptive statistics of yield components and attraction indices in medium- and late-ripening common bean accessions (Volgograd Experiment Station of VIR)

Показатель	Ч б	М об	М сол	М б	М ст	М сем	М 1б	М с 1б	М 1с	х-инд	м-инд
Среднее	28,06	65,9	32,9	32,9	9,24	23,6	1,18	0,844	0,29	0,80	2,59
Стандартная Ошибка	1,79	3,38	1,71	2,22	0,63	1,65	0,05	0,04	0,012	0,062	0,103
Стандартное отклонение	14,0	26,4	13,38	17,4	5,0	12,86	0,39	0,305	0,081	0,483	0,803
Дисперсия Выборки	196	695	179	302	24,6	165	0,15	0,093	0,007	0,233	0,644
Минимум	1,2	25,5	11,3	1,1	0,3	0,8	0,48	0,29	0,14	0,03	1,11
Максимум	71	142	66,5	75,4	25,1	53,8	2,3	1,67	0,49	2,36	4,69
Коэффициент вариации в %	49,8	40,0	40,0	52,9	54,1	54,5	33,0	36,1	27,9	60,4	31,0
Уровень надежности (95,0)	3,59	6,75	3,43	4,45	1,27	3,29	0,10	0,08	0,024	0,124	0,206

Анализ показывает, что у образцов из второй группы (средне- и позднеспелых) средние значения таких компонентов, как число бобов, общая масса, масса соломы, масса бобов, масса створок и масса семян выше по сравнению с аналогичными компонентами образцов из первой группы (раннеспелых). Средние значения массы

одного боба и массы одного семени, а также индексов макро и микроаттракции выше в группе раннеспелых образцов.

Однако у раннеспелых образцов максимальные значения коэффициента вариации большинства компонентов выше, чем у средне- и позднеспелых образцов. Исключение составляют масса одного боба, масса семян с одного боба и величина индекса макроаттракции.

Таблица 3. Коэффициенты парных корреляций между элементами продуктивности и индексами аттракции раннеспелых образцов фасоли (филиал Волгоградская ОС ВИР)

Table 3. Coefficients of pair correlations between yield components and attraction indices in early-ripening common bean accessions (Volgograd Experiment Station of VIR)

Показатель	Ч б	М об	М сол	М б	М ст	М сем	М 1б	М с 1б	М 1с	х-инд	м-инд
Ч б	1										
М об	0,91	1,00									
М сол	0,77	0,87	1,00								
М б	0,89	0,96	0,69	1,00							
М ст	0,84	0,91	0,69	0,93	1,00						
М сем	0,87	0,94	0,66	0,99	0,86	1,00					
М 1б	–0,25	0,02	–0,19	0,14	0,07	0,17	1,00				
М с 1б	–0,26	–0,03	–0,25	0,10	–0,04	0,16	0,97	1,00			
М 1с	–0,30	–0,10	–0,17	–0,04	–0,12	–0,01	0,72	0,72	1,00		
х-инд	0,26	0,27	–0,20	0,50	0,40	0,53	0,49	0,52	0,18	1,00	
м-инд	–0,14	–0,26	–0,28	–0,07	–0,30	0,05	0,23	0,42	0,28	0,33	1,00

*Все коэффициенты корреляции больше ±0,21 достоверны на 5%-ном уровне значимости.

Таблица 4. Коэффициенты парных корреляций между элементами продуктивности и индексами аттракции средне- и позднеспелых образцов фасоли (филиал Волгоградская ОС ВИР)

Table 4. Coefficients of pair correlations between yield components and attraction indices in medium- and late-ripening common bean accessions (Volgograd Experiment Station of VIR)

Показатель	Ч б	М об	М сол	М б	М ст	М сем	М 1б	М с 1б	М 1с	х-инд	м-инд
Ч б	1,00										
М об	0,80	1,00									
М сол	0,51	0,81	1,00								
М б	0,82	0,89	0,45	1,00							
М ст	0,76	0,90	0,55	0,94	1,00						
М сем	0,81	0,86	0,40	0,99	0,88	1,00					
М 1б	–0,08	0,25	–0,10	0,45	0,40	0,46	1,00				
М с 1б	–0,03	0,25	–0,13	0,48	0,36	0,51	0,98	1,00			
М 1с	–0,29	0,13	0,06	0,14	0,11	0,15	0,61	0,62	1,00		
Х-инд	0,31	0,14	–0,42	0,53	0,33	0,59	0,55	0,63	0,03	1,00	
М-инд	0,26	0,07	–0,21	0,27	-0,06	0,39	0,21	0,39	–0,01	0,61	1,00

*Все коэффициенты корреляции больше ±0,25 достоверны на 5%-ном уровне значимости.

Сравнивая степени вариабельности изученных признаков, можно прийти к выводу, что наибольшей изменчивостью обладают такие показатели, как количество бобов на растении, масса бобов, масса створок и масса семян. В наименьшей степени изменчивы такие компоненты как масса одного боба и индекс макроаттракции.

Если провести качественную оценку варьирования изученных признаков по шкале, предложенной Г. Н. Зайцевым (Zaytsev, 1973), то в группе раннеспелых образцов у четырех признаков варьирование нормальное, у трех – большое и

у четырех – очень большое. В группе средне- и позднеспелых образцов у шести признаков варьирование нормальное и у пяти – большое.

Таким образом, можно сделать вывод о большей степени вариабельности признаков у раннеспелых образцов по сравнению со средне- и позднеспелыми. Как известно, большая вариабельность признаков у селекционного материала расширяет базу для селекционной работы и делает ее более эффективной.

Для определения степени взаимосвязи между элементами продуктивности и показателями аттракции были вычислены коэффициенты парных корреляций по группам скороспелости.

Качественная оценка силы корреляционной связи была дана по шкале Чеддока (цит. по Makarova, Trofimets, 2003). Сильная положительная связь массы семян с одного растения наблюдается с такими компонентами, как число бобов, общая масса, масса бобов и масса створок. По остальным парам показателей корреляции были слабыми или умеренными, положительными или отрицательными.

Практическое значение имеют корреляционные связи урожайности с остальными компонентами продуктивности, т. к. отбор на урожайность растения является одним из основных направлений в селекции фасоли.

Обзор литературных данных по корреляционным связям между массой семян с одного растения и другими компонентами продуктивности представлен в статье И. А. Русских (Russkikh, 2014). Автор указывает на противоречивость этих данных, однако в большинстве исследований выявлены сильные корреляции между массой семян с одного растения и числом бобов, числом семян в бобе и массой бобов, что вполне согласуется с нашими данными.

Особо следует отметить, что макроаттракция практически не коррелирует с продуктивностью у раннеспелых образцов и слабо коррелирует у средне- и позднеспелых. Аналогичный вывод был сделан Н. М. Чекалиным и В. Н. Алпатьевым при изучении коллекции сои (Chekalin, Alpatyev, 1988).

Мы полагаем, что использовать индекс микроаттракции при селекции фасоли на продуктивность в зоне Нижнего Поволжья нецелесообразно. Здесь уместно напомнить предположение В. А. Драгавцева (Dragavtsev, 1997) о том, что эти индексы «работают» в комфортных условиях выращивания растений, когда они определяются генами аттракции. На фоне экстремальных условий, таких как в зоне Нижнего Поволжья, где урожайность в большей степени определяется генами засухоустойчивости и жаростойкости, эти индексы «работают» слабо. Макроаттракция имеет с продуктивностью умеренную силу корреляционной связи. В обеих группах скороспелости между индексами макро- и микроаттракции отмечается умеренная положительная корреляция, но, если в первой группе (раннеспелых) она заметная (+0,61), то во второй группе (средне- и позднеспелых) значительно слабее (+0,33). В таблицах 5 и 6 приведены образцы разных групп спелости, выделившиеся по максимальной продуктивности и макроаттракции в расчете на одно растение.

При анализе этих данных можно сделать вывод, что образцы, выделившиеся по максимальным значениям массы зерна с одного растения, находятся преимущественно в группе ранних, а образцы с наибольшей максимальной величиной х-индекса – в группе среднепоздних.

При изучении продуктивности и структуры урожая фасоли установлено (Kolotilov, Kolotilova, 1982), что наиболее продуктивными являются образцы с наибольшей продолжительностью вегетационного периода. Вероятно, умеренный климат, в котором проводились наблюдения, более благоприятен для позднеспелых сортов. По данным этих исследователей, в наибольшей степени продуктивность коррелирует с числом бобов и семян на растении.

Таблица 5. Образцы фасоли, выделившиеся по максимальной массе семян с одного растения (филиал Волгоградская ОС ВИР)
Table 5. Common bean accessions identified as having the highest seed weight per one plant (Volgograd Experiment Station of VIR)

№ кат. ВИР	Название	Происхождение	Группа спелости	Максимальная масса семян в г/1 раст.
15261	Code 128	Нидерланды	ранняя	76,8
15262	Bertires	Нидерланды	ранняя	73,8
15269	Oxy Amidor	Нидерланды	ранняя	72,2
15231	Славянка	Россия	ранняя	53,8
15211	Junin 127	Германия	среднепоздняя	53,8
15213	Garden Green	Германия	ранняя	52,9
15281	Nomad	Польша	среднепоздняя	52,1
15270	Almere	Нидерланды	ранняя	50,3

Таблица 6. Образцы фасоли, выделившиеся по максимальной величине х-индекса аттракции одного растения (филиал Волгоградская ОС ВИР)
Table 6. Common bean accessions identified as having the highest attraction index per one plant (Volgograd Experiment Station of VIR)

№ кат. ВИР	Название	Происхождение	Группа спелости	х-индекс (макс./1 раст.)
15270	Almere	Нидерланды	ранняя	2,99
14689	Jetta	-	среднепоздняя	2,36
14687	Prima	Чехословакия	среднепоздняя	1,94
15127	Zlute	Чехия	среднепоздняя	1,77
15176	Диалог	Россия	среднепоздняя	1,74
14936	Greta	-	среднепоздняя	1,65
15197	Бусинка	Россия	ранняя	1,64
15231	Славянка	Россия	ранняя	1,58

Изучение коллекции фасоли на Астраханской ОС ВИР, (Gurkina, 2009) находящейся в той же климатической зоне, что и Волгоградская станция, дало следующие результаты. Самыми высокими показателями степени вариабельности обладали такие компоненты продуктивности, как масса семян с растения и количество бобов на растении, а наименьшей изменчивостью – число семян в бобе. Сильные положительные корреляции были выявлены между числом бобов, массой семян с растения и массой одного боба. Эти данные хорошо согласуются с данными, полученными в наших исследованиях.

Известно, что фасоль культура теплолюбивая. Диапазон оптимальной температуры для фасоли в период бутонизации и цветения находится в пределах +20–25°С, но завязывание бобов может происходить и при 35–40°С (Golban, 1982). Однако при выращивании фасоли в условиях повышенных температур (более +30°С) в течение длительного периода времени, наблюдается опадение цветков и бобов (Vavilov, 1986). По наблюдениям Шевченко (Shevchenko, 1978), бобы у фасоли завязываются и созревают в основном из тех цветков, которые раскрываются в первые 10–12 дней цветения.

Учитывая все вышеизложенное, мы считаем, что усилия селекционеров фасоли в зоне полупустынь с аридным климатом должны быть сосредоточены на выведении скороспелых сортов, способных закладывать урожай до наступления периода высоких температур и низкой влажности. Кроме того, скороспелость позволяет растениям избежать поражения многими болезнями и вредителями за

счет несовпадения их репродуктивных циклов и сокращает затраты на проведение агротехнические мероприятий (Vishnyakova, 2007). Также, по нашим данным, раннеспелые образцы отличаются большей вариабельность признаков, а это, как известно, расширяет возможности отбора исходного материала для селекции.

Заключение

Установлено, что у изученных образцов фасоли обыкновенной наибольшей изменчивостью обладают такие компоненты продуктивности, как число бобов на растении, масса бобов, масса створок и масса семян. В наименьшей степени вариабельны масса одного боба и индекс макроаттракции.

Раннеспелые образцы отличаются большей степенью вариабельности признаков по сравнению со средне- и позднеспелыми.

Сильная положительная корреляция массы семян с одного растения наблюдается с такими компонентами, как число бобов, общая масса, масса бобов и масса створок. По остальным парам показателей связь была слабой или умеренной, положительной или отрицательной.

Индекс микроаттракции практически не коррелирует с продуктивностью у раннеспелых образцов и слабо коррелирует у средне- и позднеспелых. Полагаем, что селекция фасоли по признаку микроаттракции в данной зоне неперспективна.

Образцы, выделившиеся по показателям продуктивности и макроаттракции, могут служить ценным исходным материалом при селекции на эти признаки и создании сортов фасоли, адаптированных к условиям аридного климата северной зоны Волго-Ахтубинской поймы. В селекции на продуктивность рекомендуется использовать раннеспелые образцы. Особое внимание следует обратить на образцы ‘Code 128’ (к-15261), ‘Bertires’ (к-15262), ‘Oxy Amidor’ (к-15269). Для селекции фасоли с высокими индексами макроаттракции преимущество имеют средне- и позднеспелые образцы, среди которых выделяются ‘Jetta’ (к-14689), ‘Prima’ (к-14687), ‘Zlute’ (к-15127).

Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по теме № 0662-2018-0015 «Раскрытие потенциала наследственной изменчивости культурных растений и их диких родичей по агрономическим и хозяйственно важным признакам с использованием полевых методов, выявление источников этих признаков», номер государственной регистрации ЕГИСУ НИОКР АААА-А16-11640710369-4.

References/Литература

Budanova V. I., Buravtseva T. V., Lagutina L. V. Study beans samples of the world collection. Methodological recommendations. Leningrad : VIR, 1987, 27 p. [in Russian] (*Буданова В. И., Буравцева Т. В., Лагутина Л. В.* Изучение образцов мировой коллекции фасоли. Методические указания. Л. : ВИР, 1987. 27 с.).

Diakov A. B. Improving the reliability of identification of productive genotypes in the selection of sunflower from the splitting populations. Reports of agricultural Sciences.1982, no. 7, pp. 18–19 [in Russian] (*Дьяков А. Б.* Повышение надежности идентификации продуктивных генотипов при отборе из расщепляющихся популяций подсолнечника // Доклады ВАСХНИЛ. 1982. № 7. С. 18–19).

Chekalin N. M., Alpatyev V. N. Evaluation soybeans samples of world collection on indicators attraversa ability and microrespirometry // Bulletin of applied botany, genetics and plant breeding, 1988, vol. 117, pp. 20–25 [in Russian] (*Чекалин Н. М., Алпатьев В. Н.* Оценка образцов мировой коллекции сои по показателям аттрагирующей способности и микрораспределений // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1988. Т. 117. С. 20–25).

Dragavtsev V. A. Ecological and genetic screening of the gene pool and methods of construction of agricultural plant varieties by yield, stability and quality. Methodological recommendations (new approaches). St. Petersburg : VIR, 1997, 51 p. [in Russian] (*Драгавцев В. А.* Эколого-генетический

скрининг генофонда и методы конструирования сортов сельскохозяйственных растений по урожайности, устойчивости и качеству. Методические рекомендации (новые подходы). СПб. : ВИР, 1997. 51 с.).

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) – 2013 [Electronic resource]. URL: http:// www.apps.fao.org (reference date: 26.11.2018).

Golban N. M. Bean. // Legumes. Kishinev, 1982, pp. 52–82 [in Russian] (*Гольбан Н. М.* Фасоль. // Зернобобовые культуры. Кишинев, 1982. С. 52–82).

Kolotilov V. V., Kolotilova A. S. Productivity and yield structure of beans samples of different early maturity // Bulletin of applied botany, genetics and plant breeding, 1982, vol. 72, iss. 1. pp. 107–112 [in Russian] (*Колотилов В. В., Колотилова А. С.* Продуктивность и структура урожая образцов фасоли разной скороспелости // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1982. Т. 72., вып. 1. С. 107–112).

Konovalov Yu. B. Attraversa activity of developing fruits, seeds and prospects of using it as a breeding trait // Physiological and genetic bases of increase of productivity of grain crops. Moscow, 1975, pp. 34–43 [in Russian] (*Коновалов Ю. Б.* Аттрагирующая активность развивающихся плодов, семян и перспективы использования ее в качестве селекционного признака // Физиолого-генетические основы повышения продуктивности зерновых культур. М., 1975. С. 34–43).

Makarova N. V., Trofimets V. J. Statistics in Excel. Moscow : Finance and statistics, 2002, 252 p. [in Russian] (*Макарова Н. В., Трофимец В. Я.* Статистика в Excel. М. : Финансы и статистика, 2002. 252 с.).

Petrova M.V., Buravtseva T.V., Kolotilova A.S. New samples of beans as a source material for breeding // Bulletin of applied botany, genetics and plant breeding, 1990, vol. 135, pp. 107–112 [in Russian] (*Петрова М. В., Буравцева Т. В., Колотилова А. С.* Новые образцы фасоли как исходный материал для селекции // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1990. Т. 135. С. 107–112).

Russkikh I. A. Mobilization, research and prospects for the use of genetic resources of genus *Phaseolus* L. 2014. // http: nauka.x-pdf.ru [in Russian] (*Русских И. А.* Мобилизация, изучение и перспективы использования генетических ресурсов рода *Phaseolus* L. 2014. // http: nauka.x-pdf.ru).

Shevchenko N. S. The objectives and directions of plant breeding of beans in the area of Kharkov breeding center // In : Selection, seed and methods of cultivation of beans. Oriol. 1975. pp. 38-41. [in Russian] (*Шевченко Н. С.* Задачи и направления селекции фасоли в зоне Харьковского селекцентра // В кн. : Селекция, семеноводство и приемы возделывания фасоли. Орел, 1975. С. 38–41).

The broad unified CMEA classifier and international classifier of CMEA cultivated species of the genus Phaseolus L. / Budanova V. I., Lagutina. L. V., Korneychuk V. et all. Leningrad : VIR, 1984. 46 p. [in Russian] (*Широкий унифицированный* классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ культурных видов рода *Phaseolus* L. / Буданова В. И, Лагутина Л. В., Корнейчук В. и др. Л. : ВИР, 1984. 46 с.).

Vavilov P. P. Plant growing. Moscow : Agropromizdat, 1987. 459 p. [in Russian] (*Вавилов П. П.* Растениеводство // М. : Агропромиздат. 1986. 459 с.).

Vishnyakova M. A. The role of the gene pool of leguminous crops in solving the urgent problems of breeding, crop production and improving the quality of life // Bulletin of applied botany, genetics and plant breeding, 2007, vol. 164, pp. 101–118 [in Russian] (*Вишнякова М. А.* Роль генофонда зернобобовых культур в решении актуальных задач селекции, растениеводства и повышении качества жизни. // Тр. по прикладной ботанике, генените и селекции. 2007. Т. 164. С. 101–118).

Vishnyakova M. A., Bulyntsev S. V., Burlyaeva M. O. et all. Source material for selection of vegetable legumes in the collection of VIR / / Vegetables of Russia. 2012, no. 1 (18). pp. 16–25 [in Russian] (*Вишнякова М. А., Булынцев С. В., Бурляева М. О.* и др. Исходный материал для селекции овощных бобовых культур в коллекции ВИР// Овощи России. № 1 (18). 2013. С. 16–25).

Zaytsev G. N. The methodology of biometric calculations. Moscow : Nauka, 1973, 256 p. [in Russian] (*Зайцев Г. Н.* Методика биометрических расчетов. М. : Наука, 1973. 256 с.).

Gurkina M. V. Evaluation of collection samples of vegetable beans and selection of sources of valuable features for breeding in the arid zone of the Lower Volga region : the author's abstract diss. … candidate of agricultural sciences. Astrakhan, 2009, 26 p. [in Russian] (*Гуркина М. В.* Оценка коллекционных образцов овощной фасоли и выделение источников ценных признаков для селекции в аридной зоне Нижнего Поволжья : автореф. дисс. … канд. с.-х. наук. Астрахань, 2009. 26 с.).