

А. М. Пашкевич, аспирант, заведующий сектором бобовых овощных культур

А. И. Чайковский, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, директор

Е. С. Досина-Дубешко, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заместитель директора по научной работе

О. В. Соловей, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий сектором капустных овощных культур

В. В. Халанькова, младший научный сотрудник

РУП «Институт овощеводства», аг. Самохваловичи, Минский район

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ГИБРИДНЫХ КОМБИНАЦИЙ ФАСОЛИ В ПИТОМНИКЕ КОНКУРСНОГО ИСПЫТАНИЯ

РЕЗЮМЕ

В питомнике конкурсного испытания было изучено и описано по фенологическим, биометрическим, хозяйственно ценным признакам и урожайности пять гибридных комбинаций восьмого поколения F_8 . Установлен широкий диапазон флуктуации высоты растения и прикрепления нижнего боба, количества бобов и семян с растения, массы семян с растения и 1 000 семян, урожайности зерна у исследуемых сортообразцов. На основании проведенных опытов были выделены по биометрическим признакам образцы X-20 и М.П.-20, по хозяйственно ценным признакам – сортообразцы К-20 и А-20, по выходу товарного зерна и урожайности – сортообразцы А-20, К-20 и Х-20.

Ключевые слова: фасоль; селекционный образец; сортообразец; гибридная комбинация; биометрические признаки; высота растения; высота прикрепления нижнего боба; количество бобов с растения; количество семян с растения; количество семян в бобе; масса семян с растения; масса 1 000 семян; продуктивность; выход товарного зерна с делянки; урожайность.

ВВЕДЕНИЕ

Фасоль является ценной высокобелковой культурой, которая характеризуется отличными вкусовыми качествами и имеет многостороннее использование в пищевой промышленности. Сочетание высококачественного белка с сахаром, минеральными веществами и витаминами, а также высокая калорийность придают этой культуре особую ценность как пищевому, так и лечебному продукту. По количеству содержащихся белков фасоль приближается к мясу и превосходит рыбу. В мясе, например, содержится 20–22 % белков, в рыбе – 18–19, а в отдельных сортах фасоли – 32 %. Белки бобового растения легко растворяются в воде, растворах нейтральных солей, слабых

растворах щелочей, образуя фракции, которые хорошо усваиваются организмом. Усвояемость белка фасоли в зависимости от кулинарной обработки может достигать до 87 % и выше, покрывая полностью потребность организма в нем. В состав фасоли входит до 30 аминокислот, что указывает на исключительную биологическую ценность бобового как продовольственной культуры [1]. Также установлено, что 1 га, засеянный фасолью, производит 123 кг белка по сравнению с 3–4 кг белка от мясного скота на одинаковом количестве земли [2].

Несмотря на все преимущества фасоли как пищевого продукта, во всем мире наблюдается медленное, но неуклонное снижение ее потребления как в развитых, так и в развивающихся странах. Причинами такого снижения, с одной стороны, являются отношение к данной культуре как к «белку для бедных», отсутствие осведомленности о ее пользе, невысокая привлекательность и длительность приготовления, с другой – производство фасоли носит ограниченный характер из-за отсутствия высокопродуктивных сортов, устойчивых к неблагоприятным почвенно-климатическим условиям (абиотические факторы) и с позиции фитосанитарии (биотические факторы) [3]. В связи с этим перед селекционерами стоят задачи, в первую очередь, повышения продуктивности растений, а во вторую – ее сочетания с устойчивостью к абиотическим и биотическим условиям среды. Коллективом сектора бобовых овощных культур ранее проводились комплексные исследования и были выделены образцы фасоли по прохождению межфазных периодов, урожайности, адаптивному потенциалу, устойчивости к биотическим и абиотическим стрессорам на основании комплексной морфобиохимической оценки растений и молекулярно-генетическому маркированию геномов. Выделенные сортообразцы были использованы в предыдущем и текущем годах исследований для изучения комплекса хозяйственно ценных признаков и получения семенного материала. Также третьей задачей перед селекционерами встает необходимость сочетания в продуктивных и устойчивых сортообразцах высокой технологичности, то есть способности фасоли к обмолту зерна с минимальными потерями. По этой причине нами велась оценка ранее отобранных гибридных комбинаций фасоли как по продуктивности, так и по биометрическим характеристикам ростовых показателей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Опыты проводились согласно общепринятым методическим рекомендациям и методикам в 2022 г. [4, 5]. Закладку конкурсного питомника, проведение фенологических наблюдений, биометрических измерений, описание по морфологическим признакам и учет продуктивности осуществляли в соответствии с методическими указаниями [6–8]. Статистическая обработка данных выполнялась с использованием ЭВМ, программ Microsoft Excel и Statistica [10, 11].

Опытные деланки были заложены на участке овощного севооборота на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве со следующими агрохимическими показателями пахотного (0–25 см) слоя почвы: гумус – 2,2–2,4 %,

$pH_{КС1}$ – 6,3–6,7, подвижные формы калия и фосфора – соответственно 186–525 и 217–321 мг/кг воздушно-сухой почвы. Система обработки учитывала биологические особенности бобовых культур, гранулометрический состав почвы и погодно-климатические условия. Основная обработка почвы проводилась на глубину пахотного слоя. Для сохранения почвенной влаги выполнялась культивация ранней весной. Рыхление и выравнивание поверхности осуществлялось с использованием комбинированных агрегатов. Все опыты были заложены согласно методике мелкоделяночным способом, в 4-кратной повторности для каждого образца, на гребнях. Протравливание семенного материала, внесение препаратов против сорной растительности и средств защиты растений были исключены ввиду получения достоверных результатов опытов. Борьба с сорной растительностью, уборка и доработка семян опытных образцов осуществлялась ручным способом.

В период вегетации проводились фенологические наблюдения за ростом и развитием растений: фиксировались даты сева, начала (10 %) и массового появления всходов (75), начала цветения (10) и массового цветения (75), даты наступления потребительской спелости (75) и наступления биологической спелости зерна у основной массы бобов (75 %). Была рассчитана длина вегетационного периода до биологической спелости, всхожесть и выживаемость растений. Биометрические учеты проводились в фазу биологической спелости по следующим признакам: высота растения, высота от поверхности почвы до кончика нижнего боба, количество листьев. Продуктивность селекционных образцов определялась в период биологической спелости по таким показателям, как количество бобов с растения, количество семян в бобе, количество семян с растения, масса семян с растения, масса 1 000 семян.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для посева были отобраны качественные семена пяти гибридных комбинаций восьмого поколения F_8 (рис.), выделенных ранее по результатам исследований в 2018 г. (ГПНИ «Качество и эффективность агропромышленного производства», 2016–2020 годы, подпрограмма «Земледелие и селекция», задание 6.32) для конкурсного питомника, всхожесть которых составляла 98–100 % (табл. 1).

Продолжительность периода «посев – всходы» в питомнике конкурсного испытания составила 12 дней, «всходы – начало цветения» – 46–50, «всходы – техническая спелость» – 65–70 дней. Изучаемые селекционные образцы фасоли относятся к средней группе спелости. Были определены биометрические показатели данных образцов. В питомнике конкурсного испытания растения фасоли достигали высоты 45,0–100,2 см, высота прикрепления нижнего боба приходилась на 6,0–10,0 см, количество сформированных листьев – 24,0–32,4 шт. (табл. 2).

Исходя из установленных ростовых показателей конкурсных сортообразцов фасоли можно сделать вывод, что все образцы характеризовались средней степенью облиственности, высокорослыми показали себя А-20 и Х-20,



Рисунок – Зерно конкурсных образцов фасоли: А) М.П.-20; Б) Х-20; В) А-20; Г) К-20; Д) St. Зничка

Таблица 1 – Селекционные образцы фасоли в питомнике конкурсного сортоиспытания

Образец	Гибридная комбинация	Исходные формы
М.П.-20	<i>h13-13-6-3-10</i>	Паланочка (Co ₆₀) × Секунда (Co ₆₀)
А-20	<i>h22-13-44-5-49</i>	Триумф сахарный (лазер) × Секунда (лазер)
Х-20	<i>h22-13-38-8-41</i>	Триумф сахарный (лазер) × Секунда (лазер)
К-20	<i>h22-13-40-4-44</i>	Триумф сахарный (лазер) × Секунда (лазер)
St. Зничка	–	–

Таблица 2 – Биометрические характеристики ростовых показателей сортообразцов фасоли в питомнике конкурсного сортоиспытания

Образец	Высота растения, см		Высота прикрепления нижнего боба, см		Количество листьев, шт.	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>
М.П.-20	50,1 ± 1,9	21,3*	7,0 ± 1,3	2,9*	32,4 ± 3,5	17,2*
А-20	100,2 ± 3,1	11,9*	6,4 ± 1,2	4,6*	28,4 ± 4,1	15,8*
Х-20	90,0 ± 2,1	17,4*	10,0 ± 1,6	4,6*	24,0 ± 2,7	12,7*
К-20	45,0 ± 3,8	43,4*	6,2 ± 1,4	7,8*	30,5 ± 3,8	14,3*
St. Зничка	45,1 ± 2,3	26,9*	6,0 ± 0,9	4,6*	28,2 ± 1,7	8,6*

* Статистически значимые по *t*-критерию Стьюдента различия со стандартом при $p < 0,05$.

в то время как М.П.-20, К-20 и St. Зничка являлись среднерослыми сортообразцами. По высоте прикрепления нижнего боба, которая отражает пригодность фасоли к механизированному обмолоту, лидировали образцы Х-20 и М.П.-20, для которых численное выражение данного показателя приходилось на 10,0 и 7,0 см. Остальные два конкурсных и контрольный образцы показывали прикрепление нижнего боба приблизительно на одинаковом уровне – 6,0–6,4 см. В результате оценки ростовых показателей нами выделены образцы Х-20 и М.П.-20.

При анализе хозяйственно полезных признаков конкурсных сортообразцов фасоли были установлены следующие особенности их проявления. Так, количество сформированных бобов достоверно коррелировало с количеством семян в бобе ($r = 0,81$) и с количеством семян с растения ($r = 0,76$), а масса семян с растения коррелировала с массой 1 000 семян ($r = 0,84$). В численном выражении количество бобов с растения у всех изученных образцов было ниже, чем у стандартного сорта комплексного назначения на 9,6–23,3 шт., что впоследствии повлияло на численное выражение количества семян в бобе и количества семян с растения. Очевидно, что по количеству бобов с растения, количеству семян в бобе и с растения, массе семян с растения и массе 1 000 семян абсолютным лидером показал себя образец К-20. Также одним из лидирующих сортообразцов по совокупности перечисленных признаков являлся образец фасоли А-20. Что касается образцов М.П.-20 и Х-20, то они уступали контролю Зничка по всем показателям, кроме массы 1 000 семян, и численное выражение хозяйственно ценных характеристик у них находилось на практически одинаковом уровне (табл. 3). Исходя из вышесказанного, в конкурсном питомнике по хозяйственно ценным признакам были выделены сортообразцы К-20 и А-20.

Также был оценен средний выход товарного зерна с делянки (оценивали по четыре опытные делянки для каждого образца по 1 м² каждая) и урожайность селекционных образцов фасоли овощной питомника конкурсного испытания, которая выразилась в урожайности зерна с 1 га и в прибавке урожайности к стандарту (табл. 4). Как видно, выход товарного зерна находился в интервале 64,8–82,0 %, урожайность зерна – 3,1–8,7 т/га. Все конкурсные сортообразцы превзошли стандартный сорт Зничка по урожайности на 1,9–5,6 т/га, или на 160,0–280,6 %. Таким образом, по выходу товарного зерна и урожайности нами были выделены сортообразцы А-20, К-20 и Х-20.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исходя из комплексной продукционно-биометрической оценки пяти гибридных комбинаций восьмого поколения F₈ фасоли, были выделены в питомнике конкурсного испытания перспективные сортообразцы: Х-20 (*h22-13-38-8-41* (исходная форма Триумф сахарный (лазер) × Секунда (лазер)), К-20 (*h22-13-40-4-44* (исходная форма Триумф сахарный (лазер) × Секунда (лазер)) и А-20 (*h22-13-44-5-49* (исходная форма Триумф сахарный (лазер) × Секунда (лазер)), которые будут заложены на производственное испытание для определения претендента для передачи на государственное испытание.

8 Таблица 3 – Хозяйственно полезные характеристики сортообразцов фасоли в питомнике конкурсного сортоиспытания

Образец	Количество бобов с растения, шт.		Количество семян в бобе, шт.		Количество семян с растения, шт.		Масса семян с растения, г		Масса 1 000 семян, г	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>
М.П.-20	21,3 ± 4,7	44,6*	6,0 ± 0,7	2,8*	112,3 ± 14,6	27,1*	44,8 ± 6,7	6,3*	400,4 ± 18,9	68,2*
А-20	31,3 ± 8,6	16,8*	6,1 ± 0,1	4,7*	137,1 ± 24,7	4,8*	64,4 ± 3,2	14,2*	470,0 ± 19,0	53,1*
Х-20	28,5 ± 7,3	8,6*	6,2 ± 0,4	11,6*	119,7 ± 18,6	6,4*	47,8 ± 4,1	14,7*	404,6 ± 14,2	57,0*
К-20	35,0 ± 6,5	7,4*	7,4 ± 0,6	13,3*	171,5 ± 19,3	5,1*	123,5 ± 2,7	13,1*	722,1 ± 27,8	48,6*
St. Зничка	44,6 ± 5,3	4,1*	7,0 ± 1,1	4,7*	218,5 ± 18,7	14,3*	54,6 ± 4,4	9,8*	250,0 ± 17,0	16,9

* Статистически значимые по *t*-критерию Стьюдента различия со стандартом при $p < 0,05$.

Таблица 4 – Выход товарного зерна и урожайность сортообразцов фасоли в питомнике конкурсного сортоиспытания

Образец	Выход товарного зерна с делянки, %		Урожайность зерна, т/га		Прибавка к стандарту	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>	т/га	%
М.П.-20	66,3 ± 3,4	12,8*	5,0 ± 1,2	6,8*	1,9	160,0
А-20	80,0 ± 1,6	24,9*	7,6 ± 0,8	9,1*	4,5	245,2
Х-20	82,0 ± 2,6	15,6*	7,0 ± 1,4	17,4*	3,9	225,8
К-20	78,5 ± 4,3	15,3*	8,7 ± 0,6	3,9*	5,6	280,6
St. Зничка	64,8 ± 5,7	7,9*	3,1 ± 1,1	11,2*	—	—

* Статистически значимые по *t*-критерию Стьюдента различия со стандартом при $p < 0,05$.

Список использованных источников

1. Пашкевич, А. М. Оценка коллекционных сортообразцов фасоли овощной по хозяйственным и биолого-морфологическим признакам / А. М. Пашкевич, Е. С. Досина-Дубешко // Овощеводство : сб. науч. тр. / РУП «Институт овощеводства»; редкол.: А. И. Чайковский (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2015. – Т. 23. – С. 139–143.
2. Минюк, П. М. Фасоль / П. М. Минюк. – Минск : Ураджай. – 1991. – 96 с.
3. Phaseolus bean: Post-harvest operations. Organisation: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Author: A.L. Jones. Edited by AGSI / FAO: Danilo Mejia (Technical), Beverly Lewis (Language & Style) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fao.org/3/a-av015e.pdf>. – Дата доступа: 29.02.2018.
4. Методические указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур / сост.: Н. И. Корсаков [и др.]; ВАСХНИЛ, Всесоюз. науч.-исслед. ин-т растениеводства им. Н. И. Вавилова. – Л. : ВИР, 1975. – 59 с.
5. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ культурных видов рода *Phaseolus* L. – Л., 1984. – 42 с.
6. Применение классификатора рода *Phaseolus* L. (Фасоль) : метод. указания / сост.: В. И. Буданова, Л. В. Лагутина; под ред. Н. И. Корсакова. – Л., 1980. – 20 с.
7. Буданова, В. И. Изучение образцов мировой коллекции фасоли / В. И. Буданова, Т. В. Буравцева, Л. В. Лагутина. – Л., 1987. – 27 с.
8. Методические указания по селекции и первичному семеноводству овощных бобовых культур / В. А. Епиков [и др.]; ВАСХНИЛ. – М., 1985. – 60 с.
9. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Фасоль обыкновенная *Phaseolus vulgaris* L., Офиц. бюл. / Гос. ком. РФ по испытанию и охране селек. достижений. – 1996. – № 6. – С. 482–503.
10. Боровиков, В. П. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере: для профессионалов / В. П. Боровиков. – Изд. 2-е. – СПб. : Питер, 2003. – 686 с.
11. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели: учеб. пособ. для студ. высш. учеб. заведений / В. Д. Мятлев [и др.]. – М. : Академия. – 2009. – 320 с.

Поступила в редакцию 29 ноября 2022 г.

**A. M. Pashkevich, A. I. Chaykovskiy, E. S. Dosina-Dubeshko,
O. V. Solovey, V. V. Halankova**

RESULTS OF THE STUDY OF HYBRID COMBINATIONS OF BEANS IN THE COMPARITIVE TESTING NURSERY

SUMMARY

In the comparative testing nursery, 5 hybrid combinations of the eighth generation F_8 were studied and described according to phenological, biometric, economic and yielding characteristics. A wide range of fluctuations was established in the height of the plant and the attachment height of the lower

bean, the number of beans and seeds from the plant, the mass of seeds from the plant and 1 000 seeds, the grain yield of the studied cultivars. Based on the conducted experiments, X-20 and M.II.-20 varieties were identified by biometric characteristics, K-20 and A-20 varieties by economic and price characteristics, and A-20, K-20 and X-20 varieties by the marketable grain output and yield.

Key words: beans; breeding sample; variety; hybrid combination; biometric characteristics; plant height; attachment height of the lower bean; number of beans from the plant; number of seeds from the plant; number of seeds in the bean; seed weight from the plant; weight of 1 000 seeds; productivity; output of commercial grain from the plot; yield.