

Таблица 5 – Содержание белка, клейковины и ИДК (2023 г.)

Генотип	Белок, % ГОСТ 10846-91	Клейковина, % ГОСТ Р 54478-2011	ИДК, ед ГОСТ Р 54478-2011
Дон 107	15,4	31,7	95
Линия 2/3-15	17,9	38,2	89
НСР ₀₅ =	1,8	4,5	9

Выводы. Линия 2/3-15, сочетая в себе высокие продукционные и качественные признаки, представляется весьма ценным исходным селекционным материалом.

Финансирование: Исследования выполнены в рамках научного проекта FNFZ-2019-0002.

Список литературы

- 1 Ворончихин В.В., Пыльнев В.В., Рубец В.С. Урожайность и элементы структуры урожая коллекции озимой гексаплоидной тритикале в центральном районе Нечерноземной зоны // Известия Тимирязевской с./х. академии. 2018. 1. С.69–81. DOI: 10.26897/0021-342X-2018-1-69-81.
- 2 Грабовец А.И. Барулина Н.И. Принципы управления наследственностью при селекции озимого тритикале на Дону. Материалы заседания секции тритикале ОСХН РАН он-лайн «Тритикале. Селекция, генетика, агротехника и технологии переработки сырья». Ростов-на-Дону. 2021. С.5–18.
- 3 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351с.
- 4 Пшеницы мира. М.: Агропромиздат. 1987. 559с.
- 5 Романов Б.В., Козлечков Г.А., Таран С.Ф. Высокопродуктивная форма пшеницы из гексаполоидиума. Труды V международного симпозиума «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования». М.: РУДН. 2003. Т.II. 392–395.
- 6 Сандухадзе Б.И., Мамедов Р.З., Крахмалёва М.С., Бугрова В.В. Научная селекция озимой мягкой пшеницы в Нечерноземной зоне России: история, методы и результаты // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. 25(4). 367–373. DOI 10.18699/VJ21/53-0
- 7 Стасюк А.И., Леонова И.Н., Пономарёва М.Л. и др. Фенотипическая изменчивость селекционных линий мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) по элементам структуры урожая в экологических условиях Западной Сибири и Татарстана // Сельскохозяйственная биология. 2021. № 1. 78–91.
- 8 Vitale J., Adam B., Vitale P. Economics of wheat breeding strategies: focusing on Oklahoma hard red winter wheat/ agronomy. 2020. 10(2). P. 238 DOI 10.3390/agronomy 10020238.
- 9 <http://www.постагрнц.рф>

DOI 10.18699/GPB2024-74

Межвидовая гибридизация в увеличении биоресурсной коллекции лука

Романов В.С. *, к.с.-х.н., с.н.с.; Молчанова А.В., к.с.-х.н., с.н.с.

Федеральный научный центр овощеводства (ФГБНУ ФНЦО). Московская обл., Одинцовский р-н, п. ВНИИССОК, Россия

*email: romanov_valera@mail.ru

Биоресурсные коллекции лука включают разнообразие селекционных сортов и линий, коммерческих сортов, сортов народной селекции и диких видов, обладающих

множеством генетических признаков. Межвидовая гибридизация внутри рода *Allium* L. имеет основу для увеличения биоресурсов лука. В исследовании оценивали селекционные формы межвидовых гибридов *A. cepa* × *A. vavilovii* и *A. cepa* × *A. fistulosum* с помощью морфологического, фитопатологического и биохимического анализов. Проведенная оценка показала возможность увеличения биоресурсной коллекции лука создаваемыми селекционными формами.

Ключевые слова: биоресурсная коллекция, межвидовая гибридизация, род *Allium* L., селекционный признак.

Interspecific hybridization in increasing the bioresource collection of *Allium*

Romanov V.S.*, Molchanova A.V.

FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Odintsovo region, Moscow oblast, Russia

*email: romanov_valera@mail.ru

Bioresource collections of Alliums include a variety of breeding varieties and lines, commercial varieties, local varieties and wild relatives with many genetic traits. Interspecific hybridization within the genus Allium L. has a basis for increasing the biological resources of onions. The study evaluated the breeding forms of interspecific hybrids A. cepa × A. vavilovii and A. cepa × A. fistulosum using morphological, phytopathological and biochemical analyses. The assessment showed the possibility of increasing the bioresource collection of Allium by the created breeding forms.

Keywords: interspecific hybridization, biodiversity, *Allium cepa* L., *Allium fistulosum* L., *Allium vavilovii* M.Pop et Vved., breeding trait.

Род *Allium* L. насчитывает более 800 видов. Широко возделываемыми являются: лук репчатый (*Allium cepa* L.), чеснок (*Allium sativum* L.), лук-шалот (*Allium ascalonicum* L.), лук батун (*Allium fistulosum* L.), шнитт-лук (*Allium schoenoprasum* L.), лук алтайский (*Allium altaicum* Pall.) и лук-порей (*Allium porrum* L.) [1].

Биоресурсные коллекции лука включают разнообразие селекционных сортов и линий, коммерческих сортов, сортов народной селекции и диких видов, обладающих множеством генетических признаков [2, 3].

Гибридизация между дикорастущими и культурными видами рода *Allium* L. – один из способов увеличения биоресурсов лука. Это важно для селекционной работы на устойчивость к болезням и вредителям, накоплению важных метаболитов и получению новых источников цитоплазматической мужской стерильности. Полученные на основе межвидовой гибридизации новые уникальные формы растений: рекомбинанты, амфидиплоиды, миксополоиды, анеуплоиды, в зависимости от их генетической природы совместно с инбридингом, кроссбридингом, беккроссированием, полиплоидизацией, скрещивания с промежуточным видом, имеют большой потенциал для создания сортов с благоприятными селекционно ценными признаками [4, 5].

Межвидовая гибридизация внутри рода *Allium* L. вносит ценный вклад в увеличение биоресурсов лука. Цель работы оценить формы межвидовых гибридов лука для пополнения биоресурсной коллекции рода *Allium* L.

Исследования проводили на растениях, формирующих луковицы, инбредных потомств I₁₋₅ от BC₁₋₂ межвидовых гибридов лука комбинаций скрещивания F₅(*A. cepa* × *A. vavilovii*) и F₅(*A. cepa* × *A. fistulosum*). Морфологическая оценка проводилась по селекционным и хозяйственным признакам [6]. В качестве стандарта использовали растения сорта Одинцовец. Растительный материал брали из УНУ «Генетическая коллекция растительных ресурсов ВНИИССОК».

Растения выращивали по технологии возделывания культуры лука репчатого для данной почвенно-климатической зоны [7]. Для оценки на устойчивость к ложной мучнистой росе или пероноспорозу использовали инфекционный фон [8].

Биохимический состав образцов лука определяли в Лабораторно-аналитическом центре ФГБНУ ФНЦО на содержание сухого вещества, моносахаров, суммы сахаров [9] и аскорбиновой кислоты [10].

Статистическую обработку результатов проводили согласно «Методике полевого опыта» [11] с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel.

Оценка межвидовых гибридов лука направлена на выявление разнообразия растений по массе, форме и окраске луковицы, устойчивости к пероноспорозу, а также по биохимическим показателям.

Растения лука образовывали луковицы от 30 до 110 г. В комбинации скрещивания видов *A. cepa* × *A. vavilovii* с увеличением инбредного поколения возрастала доля растений с луковицей более 50,0 г. (65,0 % растений I₃BC₁(F₅(*A. cepa* × *A. vavilovii*)) и 88,0 % растений I₄BC₁(F₅(*A. cepa* × *A. vavilovii*))). У I₅BC₁(F₅(*A. cepa* × *A. vavilovii*)) 50,0 % растений было с луковицей более 100 г.

В комбинации скрещивания видов *A. cepa* × *A. fistulosum* с увеличением инбредного поколения увеличивался процент растений от BC₁ массой луковицы более 50,0 г. Однако у растений от BC₂ с увеличением инбредного поколения наблюдали наоборот снижение процента таких растений. В этом случае сказывалось сильнейшее действие инбредной депрессии. Растения I₂BC₁(F₅(*A. cepa* × *A. fistulosum*)) и I₄BC₁(F₅(*A. cepa* × *A. fistulosum*)) имели 37,0 % луковиц до 80 г, а у I₁BC₂(F₅(*A. cepa* × *A. fistulosum*)) и I₄BC₂(F₅(*A. cepa* × *A. fistulosum*)) 80,0 и 82,0 % луковиц имели массу менее 50 г. Растения стандарта характеризовались массой луковицы 50–100 г.

Растения лука сформировали белые, жёлтые, коричневатые и красные луковицы. В комбинации скрещивания видов *A. cepa* × *A. vavilovii* преобладала жёлтая окраска луковиц (89,0–100,0 %). Однако 11,0 % растений I₄BC₁(F₅(*A. cepa* × *A. vavilovii*)) имели коричневатую окраску луковицы, а 10,0 % растений I₂BC₁(F₅(*A. cepa* × *A. vavilovii*)) – белую. Появление новых окрасок луковицы можно объяснить генотипической изменчивостью при инбридинге.

Среди растений комбинации скрещивания видов *A. cepa* × *A. fistulosum* также преобладала жёлтая (53,0–100,0 %) окраска луковицы. Исключение составили растения I₃BC₂(F₅(*A. cepa* × *A. fistulosum*)), I₄BC₁(F₅(*A. cepa* × *A. fistulosum*)) с коричневой и I₁BC₁(F₅(*A. cepa* × *A. fistulosum*)) с красной окраской с частотой появления 47,0, 63,0 и 17,0 % соответственно. В стандарте все луковицы – жёлтые.

В комбинации скрещивания видов *A. cepa* × *A. vavilovii* растения характеризовались эллиптической и широкоэллиптической формой луковицы с частотой встречаемости от 10,0 до 90,0 %. Исключение составляют растения I₄BC₁(F₅(*A. cepa* × *A. vavilovii*)), у которых 44,0 % имели широкоэллиптические луковицы, а 56,0 % растений – круглые.

Растения комбинации скрещивания видов *A. cepa* × *A. fistulosum* характеризовались эллиптической, широкоэллиптической, круглой и поперечно-эллиптической формой луковицы. У растений I₃BC₁(F₅(*A. cepa* × *A. fistulosum*)) и I₁BC₂(F₅(*A. cepa* × *A. fistulosum*)) сформировались эллиптические (93,0 %), круглые (7,0 %) и круглые (62,0 %), поперечно-эллиптические (38,0 %) луковицы. Растения стандарта в большей массе образовали луковицы широкоэллиптической и круглой формы 25,0 % и 75,0 %.

Фитопатологическая оценка межвидовых гибридов лука первого года вегетации показала, что в зависимости от поколения инбридинга и беккрасса растения обладали различной устойчивостью к пероноспорозу (табл. 1). В комбинации скрещивания видов *A. cepa* × *A. vavilovii* у растений I₂BC₁(F₅(*A. cepa* × *A. vavilovii*)), I₄BC₁(F₅(*A. cepa* × *A. vavilovii*)) и I₅BC₁(F₅(*A. cepa* × *A. vavilovii*)) наблюдалось наибольшее число устойчивых растений к пероноспорозу (до 66,7 %). Остальные растения данной комбинации скрещивания оказались неустойчивыми к болезни.

Таблица 1 – Устойчивость растений лука к ложной мучнистой росе, %

Комбинация скрещивания	Поражение пероноспорозом	
	устойчивые	неустойчивые
I ₁ BC ₁ (F ₅ (<i>A. cepa</i> × <i>A. vavilovii</i>))	50,0	50,0
I ₂ BC ₁ (F ₅ (<i>A. cepa</i> × <i>A. vavilovii</i>))	66,7	33,3
I ₃ BC ₁ (F ₅ (<i>A. cepa</i> × <i>A. vavilovii</i>))	47,0	53,0
I ₄ BC ₁ (F ₅ (<i>A. cepa</i> × <i>A. vavilovii</i>))	66,7	33,3
I ₅ BC ₁ (F ₅ (<i>A. cepa</i> × <i>A. vavilovii</i>))	64,2	35,8
I ₁ BC ₁ (F ₅ (<i>A. cepa</i> × <i>A. fistulosum</i>))	55,0	45,0
I ₁ BC ₂ (F ₅ (<i>A. cepa</i> × <i>A. fistulosum</i>))	30,7	69,3
I ₂ BC ₁ (F ₅ (<i>A. cepa</i> × <i>A. fistulosum</i>))	35,2	64,8
I ₂ BC ₂ (F ₅ (<i>A. cepa</i> × <i>A. fistulosum</i>))	42,3	57,7
I ₃ BC ₁ (F ₅ (<i>A. cepa</i> × <i>A. fistulosum</i>))	46,7	53,3
I ₃ BC ₂ (F ₅ (<i>A. cepa</i> × <i>A. fistulosum</i>))	26,7	73,3
I ₄ BC ₁ (F ₅ (<i>A. cepa</i> × <i>A. fistulosum</i>))	42,5	57,5
I ₄ BC ₂ (F ₅ (<i>A. cepa</i> × <i>A. fistulosum</i>))	43,3	57,7
Одинцовец (<i>A. cepa</i> L.)	16,7	83,3

У растений комбинации скрещивания видов *A. cepa* × *A. fistulosum* число устойчивых растений к ЛМР варьировала от 26,7 до 55,0 %. У растений I₁BC₁(F₅(*A. cepa* × *A. fistulosum*)) и I₃BC₁(F₅(*A. cepa* × *A. fistulosum*)) относительно устойчивые формы составили 55,0 и 46,7 %. У остальных растений была сильная дифференциация неустойчивых растений от 45,0 до 73,3 %. В контроле наблюдали 83,3 % неустойчивых растений, а также их гибель.

Для проведения биохимической оценки межвидовых гибридов лука отобрали формы лука, выровненные по основным селекционным признакам (табл. 2).

Таблица 2 – Биохимические показатели растений межвидовых гибридов лука

Вариант	Сухое вещество, %	Моносахара, %	Сумма, сахаров, %	Аскорбиновая кислота, мг %	Суммарное содержание антиоксидантов, мг/г в единицах аскорбиновой кислоты	Суммарное содержание антиоксидантов, мг/г в единицах галловой кислоты
I ₅ BC ₁ F ₅ (<i>A. cepa</i> × <i>A. vavilovii</i>)	15,78	1,43	10,28	12,32	7,09	1,99
I ₅ BC ₁ F ₅ (<i>A. cepa</i> × <i>A. vavilovii</i>)	15,04	1,15	10,28	14,08	8,22	2,31
I ₄ BC ₂ F ₅ (<i>A. cepa</i> × <i>A. fistulosum</i>)	12,93	1,71	9,18	12,32	7,90	2,22
I ₅ BC ₁ F ₅ (<i>A. cepa</i> × <i>A. fistulosum</i>)	13,54	1,05	9,52	14,08	5,10	1,43
I ₅ BC ₂ F ₅ (<i>A. cepa</i> × <i>A. fistulosum</i>)	15,05	1,57	11,17	10,56	6,62	1,86
Одинцовец (<i>A. cepa</i> L.) (st.)	15,52	1,44	10,71	7,04	10,10	2,83
НСР ₀₅	0,43	0,35	0,38	4,7	0,43	0,35

Содержание сухого вещества у форм межвидовых гибридов лука составило от 12,93 до 15,78 %. У комбинации скрещивания видов *A. cepa* × *A. vavilovii* – на уровне 15 %, то есть на уровне стандарта. У комбинации скрещивания видов *A. cepa* × *A. fistulosum* варьирование составляло от 12,93 до 15,05 % в зависимости от поколения инбридинга и беккрасса.

Содержание моносахаров у исследуемых форм составило 1,05–1,71 %. Наибольшее значение данного показателя, превышающее стандарт, наблюдали у комбинации скрещивания *A. cepa* × *A. fistulosum*. По сумме сахаров также наивысшие показатели были установлены у комбинации скрещивания *A. cepa* × *A. fistulosum* – до 11,17.

Содержание аскорбиновой кислоты у форм межвидовых гибридов лука находилось в пределах от 10,56 до 14,08 мг %; в комбинациях скрещивания в поколениях I₅BC₁F₅(*A. cepa* × *A. vavilovii*) и I₅BC₁F₅(*A. cepa* × *A. fistulosum*) превосходило стандарт (7,04 мг %) в 2 раза – 14,08 мг %.

По суммарному содержанию антиоксидантов показатели у форм межвидовых гибридов лука оказались ниже стандарта.

Проведенная оценка показала возможность увеличения биоресурсной коллекции лука получением новых селекционных форм с помощью межвидовой гибридизации, насыщающих скрещиваний и инбридинга.

Список литературы

- 1 Bhowmick B.K., Sarkar S., Roychowdhury D., Patil S.D., Lekhak M.M., Ohri D., Rao S.R., Yadav S.R., Verma R.C., Dhar M.K., Raina S.N., Jha S. Allium cytogenetics: a critical review on the Indian taxa // Comparative Cytogenetics. 2023. V. 17. P. 129–156.
- 2 McCallum J., Thomson S., Pither-Joyce M., Kenel F., Clarke A., Havey M.J. Genetic Diversity Analysis and Single-nucleotide Polymorphism Marker Development in Cultivated Bulb Onion Based on Expressed Sequence Tag–Simple Sequence Repeat Markers // J. Am. Soc. Hortic. Sci. 2008. V. 133. P. 810–818.
- 3 Gurushidze M., Mashayekhi S., Blattner F.R., Friesen N., Fritsch R.M. Phylogenetic relationships of wild and cultivated species of Allium section Ceba inferred by nuclear rDNA ITS sequence analysis // Plant Syst. Evol. 2007. V. 269. P. 259–269.
- 4 Романов В.С. Селекционно-генетические особенности форм межвидовых гибридов лука (создание и оценка) // Дисс. ... канд. с.-х. наук. М., 2008. 166 с.
- 5 Khrustaleva L.I., Kik C. Introgression of *Allium fistulosum* into *A. cepa* mediated by *A. roylei* // Theor. Appl. Genet. 2000. V. 100. P. 17–26.
- 6 Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность лук репчатый (*Allium cepa* L.) и лук шалот (*Allium ascalonicum* L.) // RTG/46/2, UPOV, 2000. С. 528–547.
- 7 Пивоваров В.Ф., Ершов И.И., Агафонов А.Ф. Луковые культуры. М. ВНИИССОК. 2001. 500 с.
- 8 Методические указания по селекции луковых культур. М., ВНИИССОК, 1997. 125 с.
- 9 Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П., Перуанский Ю.А., Луковникова Г.А., Иконникова М.И. Методы биохимических исследований. Л.: Агропромиздат. 1987. 430 с.
- 10 Сапожникова Е.В., Дорофеева Л.С. Определение содержания аскорбиновой кислоты в окрашенных растительных экстрактах йодометрическим методом // Консервная и овощеводческая промышленность. 1966. № 5. С.29–31.
- 11 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

DOI 10.18699/GPB2024-75

Исследование особенностей осеннего роста и развития и уровня зимостойкости озимой ржи в 2022–2023 гг. в условиях Западной Сибири

Саламатина А.А. *, агроном I категории, аспирант; Ермошкина Н.Н., н.с.

Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал Федерального исследовательского центра Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук» (СибНИИРС – филиал ИЦиГ СО РАН), р.п. Краснообск, Новосибирская область, Россия

*email: anepalochka@yandex.ru

В 2022–2023 гг. на полях СибНИИРС – филиала ИЦиГ СО РАН проведены исследования по определению особенностей роста и развития растений и уровня зимостойкости популяционных сортов и гибридной озимой ржи в условиях Западной