

ОЦЕНКА ОБРАЗЦОВ ГОРОХА ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ВИР ИМЕНИ Н.И. ВАВИЛОВА НА ОТНОСИТЕЛЬНУЮ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ

Г.В. СОБОЛЕВА, Р.В. БЕЛЯЕВА, кандидаты сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

E-mail: alniksobolev@rambler.ru

В статье представлены результаты изучения 30 образцов гороха из коллекции ВИР им. Н.И. Вавилова различного эколого-географического происхождения по устойчивости к осмотическому стрессу и ряду хозяйственно-значимых признаков. Оценку коллекции на осмоустойчивость осуществляли на растворах сахарозы с осмотическим давлением 16 атм. Показателями, отражающими реакцию растений на устойчивость к водному дефициту, являлись: относительный уровень устойчивости (всхожесть семян в растворе сахарозы в % к контролю), индекс роста корня (длина зародышевого корешка на сахарозе в % к контролю), индекс роста побега (длина побега на сахарозе в % к контролю). Различия изученных образцов по реакции на осмотический стресс наиболее четко проявились по показателю – индекс роста корня. Согласно проведенному ранжированию из 30 коллекционных номеров было выделено всего 4 среднеустойчивых и 1 высокоустойчивый образец. Группу среднеустойчивых образцов гороха составили как красноцветковые листочковые морфотипы к-3315 (Местный, Кировская обл.), к-3611 (Памир), так и белоцветковые листочковые морфотипы к-8237 (Атлант, Краснодарский край), к-8520 (Рамонский 90, Воронежская обл.). У высокоустойчивого образца к-7759 (162/76, Украина) цветки белые, лист обычный.

Ключевые слова: горох, коллекционный образец, раствор сахарозы, осмоустойчивость, продуктивность.

EVALUATION OF PEA SAMPLES FROM THE COLLECTION OF THE VIR NAMED AFTER N.I. VAVILOV ON RELATIVE DROUGHT RESISTANCE

G.V. Soboleva, R.V. Belyaeva

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

E-mail: alniksobolev@rambler.ru

Abstract: *The article presents results of study of 30 pea samples from the collection of the VIR named after N.I. Vavilov of various ecological and geographical origin in terms of resistance to osmotic stress and a number of economically significant traits. The collection was assessed for osmotic stability on sucrose solutions with an osmotic pressure of 16 atm. The indicators reflecting the reaction of plants to resistance to water deficit were: the relative level of resistance (seed germination in sucrose solution in % to control), root growth index (length of the germinal rootlet on sucrose in % to control), shoot growth index (shoot length on sucrose in % to control). The differences between the studied samples in response to osmotic stress were most clearly manifested in terms of the root growth index. According to the conducted ranking, out of 30 collection numbers, only 4 medium-resistant and 1 highly resistant sample were allocated. The group of moderately resistant pea specimens consisted of both red-flowered leafy morphotypes k-3315 (Mestnyi, Kirov region), k-3611 (Pamir), and white-flowered leafy morphotypes k-8237 (Atlant, Krasnodar Territory), k-8520 (Ramonsky 90, Voronezh region). The highly resistant specimen k-7759 (162/76, Ukraine) has white flowers, an ordinary leaf.*

Keywords: peas, collection sample, sucrose solution, osmotolerance, productivity.

Согласно классификации Н.И. Вавилова [1] горох относится к группе наименее засухоустойчивых зернобобовых культур, уступая по данному показателю чечевице, нуту, чине и фасоли. Между тем, в последние десятилетия, в связи с глобальным потеплением климата, в основных зонах выращивания гороха в период вегетации растений наблюдается рост температурного фона и увеличивается частота и продолжительность засух.

При этом показано, что в результате селекционно-генетической работы потенциальная урожайность гороха достигла 3,0-4,5 т/га, однако устойчивость к стрессовым факторам среды, особенно к засухе, существенно снизилась [2]. Необходимо также учитывать, что селекция гороха в настоящее время ориентирована на создание безлисточковых (усатых) сортов, так как это позволяет в значительной степени решить проблему полегаемости и повысить технологичность сорта. Однако, в сравнении с листочковыми морфотипами сорта гороха с усатым типом листа более подвержены стрессовым факторам среды и, в частности, водному дефициту. Поэтому, особую актуальность приобретает создание высокопродуктивных, технологичных, засухоустойчивых сортов гороха.

Исходя из того, что засухоустойчивость – сложный комплекс признаков и адаптаций селекция на данный признак крайне затруднена. Результативность работы в этом направлении в значительной степени зависит от широкого спектра исходного материала. Наиболее ценным источником генетического разнообразия исходного материала является мировая коллекция ВИР им. Н.И. Вавилова [3].

Среди большого разнообразия методов экспресс-оценки относительной засухоустойчивости наиболее успешно используется определение всхожести семян в растворах с осмотически активными веществами, чаще всего с сахарозой [4,5]. Способность семян прорасти в условиях смоделированной «физиологической засухи» отражает наличие высокой сосущей силы, обеспечивающей мощное развитие корневой системы и всего растения.

Цель исследований – выявить среди коллекционных образцов гороха различного эколого-географического происхождения устойчивые к осмотическому стрессу генотипы для дальнейшего их использования в качестве исходного материала в селекции засухоустойчивых сортов.

Материал и методы исследований

Материалом для проведения скрининга на устойчивость к осмотическому стрессу служили 30 образцов различного эколого-географического происхождения из коллекции ВИР им. Н.И. Вавилова. Семена урожая 2018 года, размножены в лаборатории генетики и биотехнологии ФНЦ ЗБК. Оценку коллекции осуществляли на растворах сахарозы с осмотическим давлением 16 атм. согласно методике ВНИИЗБК [6]. Контроль – вода. Показателями, отражающими реакцию растений на устойчивость к водному дефициту, являлись: относительный уровень устойчивости (всхожесть семян в растворе сахарозы в % к контролю), индекс роста корня (длина зародышевого корешка на сахарозе в % к контролю), индекс роста побега (длина побега на сахарозе в % к контролю). Оценку всех показателей проводили на 7 сутки. Ранжирование генотипов по осмоустойчивости проводили согласно методическому руководству ВИР [7]. Для изучения морфологических признаков и элементов продуктивности коллекцию высевали в поле согласно методическим указаниям ВИР [8].

Результаты и обсуждение

Всхожесть семян является первой критической и наиболее чувствительной фазой в жизненном цикле растений. Поэтому, способность семян прорасти в растворах осмотиков служит косвенным показателем относительной засухоустойчивости (рис.).

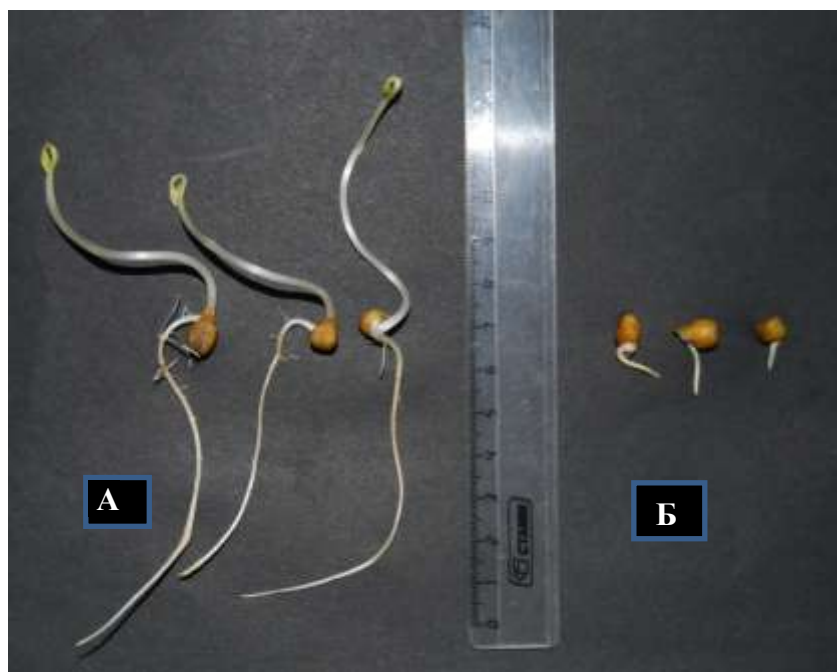


Рис. Сравнительная оценка прорастания семян образца к-263 (Махорг, Афганистан).
А – контроль, Б – раствор сахарозы с осмотическим давлением 16 атм.

Установлено, что уровень относительной устойчивости у изученных образцов был достаточно высоким и колебался от 75 до 100%, за исключением образцов к-4685 (Dwarf Gray Sugar, США) и к-9460 (380/04, Тюменская обл.) у которых данный показатель составил 45 и 50% соответственно (табл. 1).

Таблица 1

Уровень осмоустойчивости и показатели начального роста корня и побега у 7-ми суточных проростков образцов гороха в условиях осмотического стресса

№ п/п	№ по каталогу ВИР	Образец	Место происхождения	Уровень устойчивости, %	Индекс роста, %	
					корня	побега
1	2	3	4	5	6	7
1	к-263	Мохорг	Афганистан	100	14,36	5,74
2	к-914	Field peas	США	100	15,09	0
3	к-963	Виктория (бело-розовая)	Германия	75	13,44	0
4	к-1015		Монголия	100	6,93	0
5	к-1610	Аглицкий	Россия, Ярославская губерния	100	15,51	0
6	к-2347	К 57	Грузия	100	13,03	13,45
7	к-2433		Мексика	80	20,25	0
8	к-2478		Сирия	100	23,77	0
9	к-2483		Колумбия	90	14,12	0
10	к-3315	Местный	Россия, Кировская область	100	43,63	2,24
11	к-3611		Памир	100	39,75	9,11
12	к-3963	Марко-3	Украина	100	24,44	0
13	к-4287	Kneifel erbsen buchsbau schnabel	Германия	100	13,01	0
14	к-4457	Невский-9	Россия, Ленинградская область	90	8,30	0

Продолжение табл. 1						
15	к-4685	Dwarf Gray Sugar	США	45	14,62	0
16	к-4830	Линия-81	Латвия	100	17,36	0
17	к-5415		Эфиопия	100	22,19	13,86
18	к-5759		Италия	100	14,39	0
19	к-5924	Cukrowy Karlowy	Польша	100	13,18	0
20	к-6468	Местный	Судан	90	19,16	0
21	к-6647	Selektion INRA	Марокко	100	15,44	0
22	к-7159	Местный	Кения	100	22,68	0
23	к-7687	Peligo	Нидерланды	90	24,22	0
24	к-7759	162/76	Украина	100	83,67	0
25	к-7815	Прогресс	Украина	78	32,01	0
26	к-7925	II/134 Redustus	Болгария	100	26,28	0
27	к-8237	Атлант	Краснодарский край	100	56,44	0
28	к-8520	Рамонский 90	Воронежская область	100	43,58	0
29	к-8754	Kirke	Эстония	100	23,03	0
30	к-9460	380/04	Тюменская область	50	17,79	0

У образцов Махорг (Афганистан), к-2437 (Грузия), к-3315 (Россия), к-3611 (Памир), к-5415 (Эфиопия) наблюдалось развитие стебля у проростков.

Общеизвестно, что горох может избегать губительного действия засухи благодаря корневой системе, проникающей глубоко в почву. Поэтому, важным диагностическим показателем осмоустойчивости является относительный рост зародышевого корешка. В связи с этим проведен сравнительный анализ роста зародышевого корешка. Индекс роста корня у изученных образцов варьировал в широких пределах от 6,93% (к-1015) до 83,67% (к-7759), что позволило провести ранжирование генотипов, так как по уровню устойчивости, определенному по всхожести семян в растворе сахарозы изученные образцы различались незначительно.

Согласно полученному ранжированию из 30 коллекционных номеров было выделено всего 4 среднеустойчивых и 1 высокоустойчивый образец (табл. 2).

Таблица 2

Устойчивость образцов гороха к осмотическому стрессу по индексу роста зародышевого корешка

Группа	Интервал устойчивости, %	Образцы
I-Слабоустойчивые	6,93-32,51	к-263, к-914, к-963, к-1015, к-1610, к-2437, к-2433, к-2478, к-2483, к-3963, к-4287, к-4457, к-4685, к-4830, к-5415, к-5759, к-5924, к-6468, к-6647, к-7159, к-7687, к-7815, к-7925, к-8754, к-9460
II-Среднеустойчивые	32,52-58,09	к-3315, к-3611, к-8237, к-8520
III -Высокоустойчивые	58,10-83,67	к-7759

Группу среднеустойчивых образцов гороха составили как красноцветковые листочковые морфотипы к-3315 (Местный, Кировская обл.), к-3611 (Памир), так и белоцветковые листочковые морфотипы к-8237 (Атлант, Краснодарский край), к-8520

(Рамонский 90, Воронежская обл.). У высокоустойчивого образца к-7759 (162/76, Украина) цветки белые, лист обычный. Все средне- и высокоустойчивые образцы, ранжированные по индексу роста корня характеризовались 100% уровнем устойчивости по всхожести семян в растворе сахарозы.

Для объективной оценки генотипов важное значение имеет анализ основных хозяйственно-значимых признаков. В связи с этим, в условиях полевого опыта проведена сравнительная оценка 30 коллекционных образцов по морфологическим показателям и элементам структуры урожая. Результаты исследования выделенных по осмоустойчивости образцов приведены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты структурного анализа растений коллекционных образцов, выделившихся по устойчивости к осмотическому стрессу

№ образца по каталогу ВИР	Вегет. период, суток	Длина стебля, см	Число междоузлий		Число бобов, шт.	Масса растения, г	Число семян, шт.	Масса семян, г	Масса 1000 семян, г
			всего	прод.					
Среднеустойчивые									
к-3315	84	101,8	27,5	6,7	13,5	10,6	50,5	4,0	79,2
к-3611	74	68,1	23,0	5,2	6,6	8,5	28,3	3,5	123,6
к-8237	60	66,0	20,0	5,0	8,0	14,1	30,5	7,1	232,7
к-8520	74	64,0	22,0	7,0	12,0	19,7	38,0	6,9	181,5
Высокоустойчивые									
к-7759	63	59,0	18,0	3,0	6,0	8,4	23,0	4,0	173,9

Проведенный анализ выявил значительные различия по величине морфологических признаков и элементов продуктивности у осмоустойчивых образцов. Продолжительность вегетационного периода у образцов изменялась в достаточно широких пределах от 60 (к-8237) до 84 суток (к-3315). Максимальная длина стебля (101,8 см) была у растений образца к-3315. У остальных образцов варьировала от 59,0 до 68,1 см. Число бобов на растение колебалось от 6,0 шт. (к-7759) до 13,5 шт. (к-3315). Наибольшее число семян (55,5 шт.) сформировали растения образца к-3315, а наименьшее (23,0 шт.) – к-7759. По массе 1000 семян образцы подразделялись только на мелкосеменные (к-3315, к-3611) и среднесеменные (к-7759, к-8237, к-8520). Наиболее важным признаком, характеризующим образцы, является семенная продуктивность (масса семян с растения). Масса семян с растения изменялось от 3,5 г (к-3611) до 7,1 г (к-8237).

По комплексу проанализированных признаков особо следует выделить белоцветковый листочковый образец к-8237 (Атлант, Краснодарский край), который характеризовался коротким вегетационным периодом, короткостебельностью, но при этом достаточно высокой продуктивностью, массой 1000 семян и относительной засухоустойчивостью.

Заключение

Установлено, что для предварительной экспресс оценки селекционного материала гороха на засухоустойчивость в растворах осмотически активных веществ необходим комплексный анализ таких физиологических параметров, как относительный уровень устойчивости и индекс роста корня. Различия изученных образцов по реакции на осмотический стресс наиболее четко проявились по показателю – индекс роста корня. В результате проведенных исследований выделены четыре среднеустойчивых коллекционных образца: к-3315 (Местный, Кировская обл.), к-3611 (Памир), к-8237 (Атлант, Краснодарский край), к-8520 (Рамонский 90, Воронежская обл.) и один высокоустойчивый - к-7759 (162/76, Украина), которые могут быть использованы в качестве исходного материала в селекции гороха на засухоустойчивость.

Литература

1. Вавилов Н.И. Мировые ресурсы засухоустойчивых сортов. Избранные сочинения. Генетика и селекция. - М.: Колос, – 1966. – С.102-113.
2. Амелин А.В., Чекалин Е.И. Адаптивные способности растений гороха и их изменения в результате селекции // *Зернобобовые и крупяные культуры*. - 2019. - №2 (30).- С. 4-14. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11081.
3. Вишнякова М.А., Александрова Т.Г., Буравцева Т.В., Бурляева М.О., Егорова Г.П., Семенова Е.В., Сеферова И.В., Суворова Г.Н. Видовое разнообразие коллекции генетических ресурсов зернобобовых ВИР и его использование в отечественной селекции (обзор) // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. – 2019.- №180 (2). – С.109-123. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-2-109-123.
4. Соболева Г.В., Уваров В.Н. Использование физиологических методов в селекции гороха на засухоустойчивость // *Земледелие*, 2015.-№4. – С.37-39.
5. Филатова И.А., Браилова И.С. Оценка перспективных селекционных образцов и коллекции гороха на относительную засухоустойчивость // *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. – 2018. – № 3. – С.61-66.
6. Долгополова Л.Н., Лаханов А.П. Методика комплексной оценки засухоустойчивости гороха и вики. Орел, – 1977. – 24 с.
7. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям (методическое руководство) // под ред. Удовенко Г.В. – Ленинград: ВИР, – 1988. – 228 с.
8. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: методические указания // Вишнякова М.А., Буравцева Т.В., Булынтцев С.В., Бурляева М.О., Семенова Е.В., Сеферова И.В., Александрова Т.Г., Яньков И.И., Егорова Г.П., Герасимова Т.В., Другова Е.В. – СПб.: ООП «Копи-Р. Групп», – 2010. – 141с.

References

1. Vavilov N.I. Mirovye resursy zasukhoustoichivyykh sortov. Izbrannyye sochineniya. Genetika i selektsiya [World resources of drought-resistant varieties. Selected Works. Genetics and breeding]. Moscow, *Kolos*, 1966, pp.102-113. (In Russian)
2. Amelin A.V., Chekalin E.I. Adaptivnyye sposobnosti rastenii gorokha i ikh izmeneniya v rezul'tate selektsii [Adaptive abilities of pea plants and their changes as a result of selection]. *Zernobobovyye i krupyanye kul'tury*, 2019, no.2 (30), pp. 4-14. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11081. (In Russian)
3. Vishnyakova M.A., Aleksandrova T.G., Buravtseva T.V., Burlyaeva M.O., Egorova G.P., Semenova E.V., Seferova I.V., Suvorova G.N. Vidovoe raznoobrazie kollektzii geneticheskikh resursov zernobobovyykh VIR i ego ispol'zovanie v otechestvennoy selektsii (obzor) [Species diversity of VIR collection of genetic resources of legumes and its use in domestic breeding (review)]. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii*. 2019, no.180 (2), pp.109-123. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-2-109-123. (In Russian)
4. Soboleva G.V., Uvarov V.N. Ispol'zovanie fiziologicheskikh metodov v selektsii gorokha na zasukhoustoichivost' [The use of physiological methods in the selection of peas for drought tolerance]. *Zemledelie*, 2015, no.4, pp. 37-39. (In Russian)
5. Filatova I.A., Brailova I.S. Otsenka perspektivnykh selektsionnykh obraztsov i kollektzii gorokha na odnositel'nyu zasukhoustoichivost' [Evaluation of promising selection samples and collection of peas for relative drought resistance]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2018, no. 3, pp.61-66. (In Russian)
6. Dolgopolova L.N., Lakhonov A.P. Metodika kompleksnoi otsenki zasukhoustoichivosti gorokha i viki [Methodology for an integrated assessment of drought tolerance of peas and vetch]. *Orel*, 1977, 24 p. (In Russian)
7. Diagnostika ustoichivosti rastenii k stressovym vozddeystviyam (metodicheskoe rukovodstvo) pod red. Udoenko G.V. [Diagnostics of plant resistance to stress (methodological guide), Udoenko G.V. ed.] *Leningrad: VIR*, 1988, 228 p. (In Russian)
8. Kollektziya mirovykh geneticheskikh resursov zernovyykh bobovyykh VIR: popolnenie, sokhranenie i izuchenie: metodicheskie ukazaniya [The collection of the world genetic resources of cereal legumes VIR: replenishment, conservation and study: guidelines]. Vishnyakova M.A., Buravtseva T.V., Bulyntsev S.V., Burlyaeva M.O., Semenova E.V., Seferova I.V., Aleksandrova T.G., Yan'kov I.I., Egorova G.P., Gerasimova T.V., Drugova E.V. SPb.: OOP «Kopi-R. Grupp», 2010, 141 p. (In Russian)