

УДК 633.853.494:631.527.85

СКРИНИНГ КОЛЛЕКЦИОННЫХ СОРТООБРАЗЦОВ РАПСА ОЗИМОГО ПО ПРИЗНАКУ ХОЛОДОУСТОЙЧИВОСТИ

И. Б. КОМАРОВА, М. Г. КАЛИНОВА, Р. В. СЕНИК, Т. А. ТАРАНЦ

Институт масличных культур НААН Украины,
пос. Солнечный, Украина, 70417, e-mail: kalinova222@gmail.com, irborkom@gmail.com

(Поступила в редакцию 28.03.2018)

В адаптивной селекции уделяется особое внимание поиску, идентификации, сохранению и использованию генетических источников устойчивости к температурному фактору, созданию сортов и гибридов стратегических культур с высокими адаптивными свойствами, приспособленных к экстремальным условиям выращивания.

В статье представлены результаты изучения холодоустойчивости коллекционных сортобразцов рапса озимого. Для проведения данного исследования использовали лабораторный метод, основанный на способности семян прорасти и формировать длинные первичные корешки после промораживания. Анализ полученных результатов позволил дать первичную оценку устойчивости и выделить группу наиболее холодоустойчивых образцов из общего числа оцениваемых. Холодоустойчивость определяли по степени снижения процента прорастания и длины первичных корешков в опытных вариантах по сравнению с контролем, а также по уровню значимости различий между контрольными и опытными вариантами. Было установлено, что промораживание семян снижает их жизнеспособность, а также длину первичных корешков в опытных вариантах. Минимальной степень снижения всхожести (24,5 %) была у сорта Тенор, а длины корешков (5,9 %) у сорта Пронто. В группу с минимальной степенью снижения по первому признаку было включено 3 сорта, а по второму – 13. Количество сортобразцов, у которых не наблюдалось существенных различий между контролем и опытом по первому и второму признакам, была также различной – 9 и 19 соответственно. Таким образом, промораживание семян в большей мере влияло на их жизнеспособность и в меньшей – на длину первичных корешков.

По результатам эксперимента выделены холодоустойчивые образцы, которые предложены нами как ценный исходный материал для селекции холодо- и зимостойких сортов и гибридов рапса озимого.

Ключевые слова: рапс озимый, промораживание, прорастание семян, длина корешка, степень снижения, холодоустойчивость, уровень значимости.

In adaptive selection, special attention is paid to the search, identification, preservation and use of genetic sources of resistance to the temperature factor, the creation of varieties and hybrids of strategic crops with high adaptive properties, adapted to extreme growing conditions.

The article presents results of research into the cold resistance of winter rapeseed collection variety samples. For this study, a laboratory method was used based on the ability of seeds to germinate and form long primary roots after freezing. The analysis of obtained results allowed us to give an initial assessment of the stability and select a group of the most cold-resistant samples from the total number of those evaluated. Cold resistance was determined by the degree of reduction in the percentage of germination and the length of primary roots in experimental variants compared to the control, as well as by the level of significance of the differences between the control and experimental variants. It was found that freezing of seeds reduces their viability, as well as the length of primary roots in experimental variants. The minimum degree of germination reduction (24.5%) was in the Tenor variety, and the length of roots (5.9%) – in the Pronto variety. Three varieties were included in the group with a minimum degree of reduction according to the first indicator, and 13 – according to the second. The number of variety samples that did not show significant differences between control and experiment according to the first and second indicator was also different – 9 and 19, respectively. Thus, the freezing of seeds to a greater extent influenced their viability and to a lesser extent – the length of primary roots.

According to the results of the experiment, cold-resistant samples were selected, which we proposed as a valuable starting material for the selection of cold and winter-hardy varieties and winter rape hybrids.

Key words: winter rape, freezing, seed germination, root length, degree of reduction, cold resistance, level of significance.

Введение

Изменение климата на планете и связанные с ним погодные аномалии создают значительную проблему для сельскохозяйственной науки и практики. В связи с этим использование различных (селекционных, интродукционных, агротехнических и т. п.) способов повышения устойчивости растений к стрессам (засухе, жаре, морозам, засолению и др.) постоянно представляет собой важнейшую народнохозяйственную задачу. Ее успешное решение невозможно без оценки результата, то есть без применения наиболее эффективных методов диагностики устойчивости [1].

Для диагностики устойчивости одним из необходимых условий является создание определенного воздействия на изучаемые растения тем стрессом, устойчивостью к которому определяется. Эти стрессовые условия называются провокационным фоном. В настоящее время разработано большое количество методов оценки: вегетационные, полевые, лабораторные, лабораторно-полевые, биофизические, биохимические, изотопные и экспресс методы, на которые можно опираться в зависимости от цели работы и материально-технической базы научного подразделения. Следует отметить, что методы оценки, приближенные к естественным условиям, являются весьма трудоемкими, громоздкими, затратными, длительными во времени и, как следствие, обладают малой пропускной способностью, что ограничивает их применение лишь небольшим числом сортов.

При оценке к стрессовым факторам большого числа сортов целесообразно применять принцип поэтапной оценки. Согласно этому принципу, на первом этапе работы с помощью одного из наиболее производительных методов (обычно основанного на механизме отбора в популяции) всему набору

изучаемых сортов дается первичная оценка устойчивости. В результате выделяется группа устойчивых образцов, составляющая чаще всего около 7–10 % от общего числа оцениваемых [2–4].

Для проведения первичной оценки многочисленных популяций используют экспресс-методы, требующие минимального количества приборов, реактивов, оборудования. Как правило, эти методы просты, малозатратны по времени и материальным ресурсам, обладают большой пропускной способностью. Эффективность данных методов экспериментально доказана на многих сельскохозяйственных культурах [5–15]. Применение данных методов позволяет вычлениить из оцениваемой популяции резистентные к абиотическим факторам генотипы, создать на их базе коллекцию для селекции сортов и гибридов, высокоадаптированных к выращиванию в экстремальных климатических условиях, высокоурожайных с улучшенными показателями хозяйственно ценных признаков.

Основная часть

Исследования проводились в лаборатории селекции гибридов и сортов рапса Института масличных культур НААН в 2017 г. Материал исследований – 38 коллекционных образцов рапса озимого. Использовали прямой лабораторный метод, основанный на способности семян прорасти и формировать длинные первичные корешки после промораживания. При подборе режимов обработки семян в опытных вариантах руководствовались данными ранее проведенных исследований [16]. Семена контрольных и опытных вариантов помещали на увлажненную фильтровальную бумагу в чашки Петри и проращивали при температуре 25 ± 1 °С в термостате. Опытные варианты через 18–19 часов проращивания (после набухания семян) подвергали воздействию отрицательной температуры -6 ± 1 °С в течение трех часов, затем переносили в термостат и проращивали вместе с контрольными в течение двух суток. В контроле семена не промораживали. Холодоустойчивость определяли по степени снижения процента прорастания семян и длины первичных корешков в опытных вариантах по сравнению с контролем. Опыты проводили в трехкратной повторности, статистическую обработку полученных результатов – по общепринятой методике с использованием критерия Стьюдента. Степень снижения показателей в опытных вариантах определяли по формуле:

$$X = (K-O)/K \times 100 \%,$$

где К – процент прорастания семян, длина первичных корешков в контроле; О – те же показатели в опыте.

В результате проведенных исследований было установлено, что промораживание семян приводит к снижению обоих анализируемых признаков (табл. 1).

Таблица 1. Влияние промораживания на прорастание семян и длину первичных корешков рапса озимого

Название сорта/образца	Прорастание семян, %			Длина корешка, мм		
	Статистика		степень снижения, %	статистика		степень снижения, %
	t-критерий	уровень значимости		t-критерий	Уровень значимости	
Черемош	10,8	0,00	79,0	3,4	0,03	56,3
Ангария	3,2	0,03	46,6	0,8	0,47	19,6
Сенатор	5,5	0,01	78,8	2,6	0,06	34,0
Стилуца	3,3	0,03	55,3	2,9	0,04	48,7
Соло	6,6	0,00	63,0	13,2	0,00	69,7
Анна	7,2	0,00	42,1	0,7	0,53	11,4
Атлант	14,0	0,00	100,0	47,0	0,00	100,0
FRI-32	15,6	0,00	100,0	42,8	0,00	100,0
Антей	21,2	0,00	89,7	2,8	0,05	53,3
Легион	5,3	0,01	76,4	3,3	0,03	41,4
Маэстро	6,1	0,00	68,9	1,7	0,16	36,6
Лорис	20,6	0,00	81,5	4,8	0,01	21,8
Чемпион	7,6	0,00	76,8	3,1	0,03	42,5
Харнес	3,2	0,03	64,1	1,4	0,22	20,2
Галицкий	11,4	0,00	90,4	2,0	0,11	40,1
Рафаэлла	7,6	0,00	68,9	2,0	0,11	17,3
Expres	5,4	0,01	38,5	2,6	0,06	21,9
Panther	7,5	0,00	76,2	4,5	0,01	49,3
Тенор	1,6	0,19	24,5	1,3	0,28	26,5
Яна	1,6	0,00	26,5	1,3	0,00	66,9
Пронто	11,8	0,11	55,9	6,1	0,65	5,9
Корнет	2,0	0,14	25,3	0,5	0,15	10,9
Оптим	1,7	0,00	60,9	2,7	0,00	55,2
Vestra	2,0	0,00	82,1	1,5	0,00	61,3
Дема	7,5	0,00	87,9	8,9	0,06	76,8
Джеспер	5,5	0,00	96,6	3,0	0,06	77,7
Чорний велетень	1,3	0,08	55,7	2,0	0,01	51,3
Н-450	2,4	0,00	73,1	4,2	0,08	56,2
К-517	16,8	0,07	42,7	2,4	0,25	11,2
К 1550	2,5	0,15	54,0	1,4	0,10	42,1
Милена	0,5	0,00	88,0	0,1	0,01	53,5
EGC-102	5,3	0,14	55,3	1,3	0,28	19,6
NS-O-6	1,9	0,00	93,1	3,1	0,04	68,3

NS-O-14	15,1	0,08	67,6	2,5	0,07	17,9
NS-O-20	2,4	0,00	84,4	5,1	0,01	50,4
NS-O-2	10,1	0,00	81,1	6,0	0,00	53,7
Kata	8,0	0,37	31,9	1,1	0,33	18,4
Mira	1,0	0,00	97,7	7,2	0,00	87,0

В большей степени данный фактор приводил к снижению прорастания семян, и в меньшей – он влиял на длину первичных корешков. По снижению показателей в опытных вариантах все проанализированные сортообразцы были разделены на 3 группы: с минимальной (до 30 %), средней (от 31 % до 65 %) и максимальной (от 66 % до 100 %) степенью. В группу с максимальной степенью снижения по первому анализируемому признаку включили 22 сорта, средней – 13 и минимальной – 3, по второму признаку соответственно – 8, 17 и 13.

Кроме степени снижения, для выявления холодостойких сортов и образцов учитывали также уровень значимости отличий между контрольными и опытными вариантами. В том случае, если данный показатель выше 0,05, различия между контролем и опытом отсутствуют. Образцов, у которых различия между контролем и опытом не наблюдались, по первому признаку было 9, по второму соответственно – 19.

Для разделения по холодоустойчивости общей выборки на группы применили также кластерный анализ [17] с использованием объединения данных полным связыванием (рисунок).

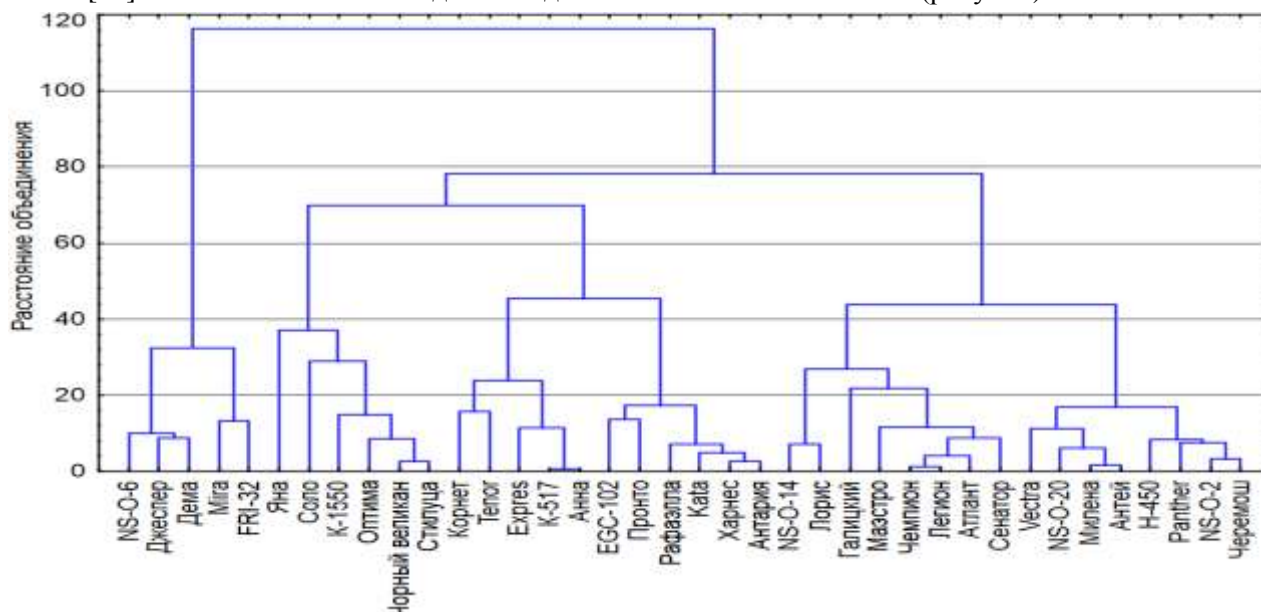


Рис. Дендрограмма иерархического кластерного анализа холодоустойчивости образцов рапса озимого

Согласно кластерному анализу, все проанализированные сортообразцы были разделены на группы по степени снижения показателей в опыте обоих анализируемых признаков. В группу с большей устойчивостью к воздействию низких температур были включены образцы с низкой или средней степенью снижения и отсутствием значимых различий между контролем и опытом по одному или обоим признакам. Данная группа на представленном рисунке находится от сорта Корнет до сорта Антария. В этой группе нами были выделены 6 образцов, у которых разница между контрольными и опытными вариантами незначительна, степень снижения по обоим признакам отнесена нами к минимальной или средней (табл. 2).

Таблица 2. Перспективные сортообразцы рапса озимого

Название сортообразца	Степень снижения, %		Уровень значимости	
	прорастание семян	длина первичных корешков	прорастание семян	длина первичных корешков
Kata	31,9	18,4	0,37	0,33
EGC-102	55,3	19,6	0,14	0,28
Тепог	24,5	26,5	0,19	0,28
Пронто	55,9	5,9	0,11	0,65
Корнет	25,3	10,9	0,14	0,15
К-517	42,7	11,2	0,07	0,25

Заключение

В результате проведенного эксперимента было установлено, что воздействие низкотемпературной обработки на семена приводило к снижению процента прорастания и длины первичных корешков в опытных вариантах всех анализируемых сортообразцов.

Проанализированные генотипы различались по степени снижения показателей и значимости различий между контрольными и опытными вариантами. Для дифференциации по холодоустойчивости

был проведен кластерный анализ, который позволил разделить на группы все проанализированные образцы.

По результатам эксперимента была выделена группа холодоустойчивых сортообразцов, которые имели низкую или среднюю степень снижения показателей, а также несущественные различия между контрольными и опытными вариантами по обоим анализируемым признакам. Данная группа может быть предложена как ценный исходный материал для селекции холодо-, и морозостойких сортов и гибридов рапса озимого.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия диагностики и прогноза устойчивости сельскохозяйственных растений к погодно-климатическим аномалиям / Э. А. Гончарова // Сельскохозяйственная биология. – 2011. – № 1. – С. 24–31.
2. Современные методы исследования и оценки засухо- и жароустойчивости растений / И. А. Григорюк [и др.]. – К: Наук. світ, 2003. – 139 с.
3. Смирнова, В. С. Устойчивость сельскохозяйственных культур к низким температурам, разработка методов оценки и пути повышения устойчивости: автореф. дис. доктор с.-х. наук. НИИ растениеводства РФ им. Н. И. Вавилова / В. С. Смирнова. – СПб., 1993.
4. Титов, А. Ф. Локальное действие высоких и низких температур на растения / А. Ф. Титов, В. В. Таланова. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2011. – 166 с.
5. Физиология устойчивости сельскохозяйственных растений / Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова, Краткий курс лекций, Мин. с.-х. ва. РФ. – Саратов, 2014. – 96 с.
6. Бут, Н. Н. Оценка селекционного материала и выделение генисточников для создания новых сортов фасоли овощной / Н. Н. Бут // Сборник трудов IX всероссийской конф. мол. ученых «Научное обеспечение АПК»; 24–26 ноября 2015 г. ФГБНУ ВНИИ риса. – Краснодар, 2015. – С. 449–450.
7. Заикин, В. В. Устойчивость к низким положительным температурам сортов гречихи разных периодов селекции / В. В. Заикин, А. В. Амелин, А. Н. Фесенко // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2015. – № 6. том 57. – С. 23–28.
8. Семенова, М. В. Устойчивость образцов ярового рапса к пониженным температурам / М. В. Семенова // Журнал Успехи современного естествознания. – 2004. – № 12. – С. 85.
9. Русских, И. А. Изучение влияния температуры на прорастание семян двух видов фасоли и создание исходного материала для определения генетической детерминированности холодоустойчивости у фасоли обыкновенной / И. А. Русских // Земляробства і ахова раслін. – 2009. – № 1. – С. 53–57.
10. Досина, Е. С. Характеристика коллекционных образцов и межсортовых гибридов овощной фасоли по устойчивости к пониженным температурам / Е. Досина, В. С. Анохина // Генетика и биотехнология XXI века. Фундаментальные и прикладные аспекты: материалы Междунар. науч. конф., 3–6 дек. 2008 г. – Минск: Изд. центр БГУ, 2008. – С. 76–77.
11. Левчук, Г. М. Реакція різних генотипів льону олійного на дію абіотичних факторів / Г. М. Левчук, О. М. Войтович // Збірник наук. праць. Запоріжжя. – 2009. – С. 130–136.
12. Макляк, К. М. Оцінка інбредних ліній соняшнику за теплостійкістю насіння / К. М. Макляк, В. В. Кириченко, І. В. Токар // Селекція і насінництво. – 2011. – Вип. 100. – С. 192–199.
13. Oksana N. Shabetya, Nadezhda V. Kotsareva Evaluation of solanaceous crops source material for resistance to abiotic factors // International Journal of Geen Pharmacy Jul-Sept. 2017 (Suppl) 11(3).
14. Оцінка та добір за холодостійкістю ліній кукурудзи S3 S4 генерацій, отриманих на базі ранньостиглого кременистого матеріалу / В. Ю. Черчель [та ін.] // Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони. – 2013. – № 5. – С. 23–26.
15. Красновський, С. А. Холодне пророщування (coldtest) як основний метод добору вихідного матеріалу при створенні холодостійких гібридів / С. А. Красновський, В. Л. Жемойда // Селекція і насінництво. – 2011. – Випуск 100. – С. 115–119.
16. Калінова, М. Г. Вплив низьких та високих температур на насіння ріпаку озимого на ранніх етапах розвитку / М. Г. Калінова // Науково-технічний бюлетень ІОК НААН, Запоріжжя, 2016. – С. 130–136.
17. Статистична обробка і оформлення результатів експериментальних досліджень (із досвіду написання дисертаційних робіт): Навчальний посібник / О. В. Кисельов, І. Б. Комарова, Д. О. Мілько, Р. О. Бакарджиев, за заг. ред. Д. О. Мілька; Інститут механізації тваринництва НААН. – Електронний аналог друкованого видання (електронна книга). – Запоріжжя: СТАТУС, 2017. – 1181 с.