

## ОЦІНКА ЖАРОСТІЙКОСТІ СЕЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ РІПАКУ ОЗИМОГО НА РАННІХ ЕТАПАХ ОНТОГЕНЕЗУ

М.Г. Калінова, Р.В. Сенник, І.Б. Комарова, Д.М. Литар

*Інститут олійних культур НААН*

Проведена обробка підвищеними температурами насіння ріпаку озимого з метою диференціації генотипів за жаростійкістю. Встановлено, що вплив високої температури (57 °С) протягом 45 хвилин призводить до суттєвого зменшення довжини первинних корінців (ступінь зниження становить від 57,4 до 100 %) і відсотка проростання насіння (ступінь зниження від 22,9 % до 100 %). За результатами проведеного кластерного аналізу зразки розподілені на три групи за ступенем зниження досліджених показників. Виділені 11 генотипів з найбільшою стійкістю до високої температури.

**Ключові слова:** прогрівання, ступінь зниження, ріпак озимий, довжина корінця, відсоток проростання, жаростійкість

**Вступ.** Несприятливі умови зовнішнього середовища становлять велику загрозу стабільності виробництва продукції рослинництва. Створення сортів, що одночасно поєднують високу врожайність і стійкість до несприятливих умов середовища, являє собою важливу задачу. Для розв'язання цієї задачі необхідно створити вихідний матеріал з високою температурною толерантністю, для чого проводять оцінку рослинного генофонду, виявляють стійкі до температурного фактору генотипи та на їх базі проводять подальші селекційні дослідження.

Для масової діагностики стійкості рослин широко використовуються лабораторні методи. Вони найменш трудомісткі, найбільш продуктивні, зазвичай потребують невеликих матеріальних затрат та часу. Використання такого методу дозволяє легко моделювати виробничі умови і відтворювати їх в повторних дослідженнях [1-3]. Ці дослідження здебільшого базуються на оцінці рослин на початку їх розвитку, з урахуванням особливостей кожної культури. Дані методи були застосовані на багатьох культурах та довели свою ефективність щодо оцінки терморезистентності рослинного генофонду [4-9]. Висока температура згубно впливає на рослинні організми, викликаючи пошкодження мембран і білків, так як білки-ферменти денатурують при підвищеній температурі. Денатурація деяких найбільш термолабільних ферментів призводить до порушення узгодженості процесів обміну. Накопичуються розчинні азотисті сполуки та інші отруйні проміжні продукти обміну, в результаті чого відбувається загибель клітин. Дуже чутливий до підвищеної температури фотосинтез. Депресія цього процесу зазвичай починається вже за температури 35-40 °С. При підвищених температурах зменшується активність фітогормонів, різко падає активність гіберелінів, що є однією з причин гальмування ростових процесів. Але з іншого боку в рослинному організмі під час дії стресового температурного фактору відбуваються ряд морфологічних, фізіологічних та біохімічних процесів (синтез БТШ, фітогормонів та ін.), що дозволяють значно підвищити його термостійкість [10-12].

Метою наших досліджень є визначення впливу високих температур на деякі показники ріпаку озимого на ранніх стадіях розвитку, оцінка термотолерантності генофонду та добір резистентних до високих температур сортозразків.

**Матеріал та методи досліджень.** Матеріалом дослідження є колекція з 42 сортозразків озимого ріпаку лабораторії селекції гібридів і сортів ріпаку Інституту олійних культур НААН. Оцінку жаростійкості проводили методом прогрівання насіння за температури  $57 \pm 1$  °C протягом 45 хвилин. Насіння дослідних і контрольних варіантів розкладали на зволоженому фільтрувальному папері у чашках Петрі, дослідні варіанти поміщали у сухожарову шафу і прогрівали без попереднього пророщування і набрякання насіння. Після прогрівання їх разом з контрольними варіантами пророщували в термостаті за температури 24 °C протягом 2 діб. Ефект теплового впливу визначали за ступенем зниження відсотка проростання насіння та зменшення довжини корінців в дослідних варіантах в порівнянні з контрольними. Повторність досліду трикратна. Статистичну обробку результатів проводили за загальноприйнятими методиками за допомогою комп'ютерних прикладних програм.

**Результати дослідження та їхнє обговорення.** У результаті проведених досліджень виявлено вплив теплової обробки насіння ріпаку озимого за температури  $57 \pm 1$  °C з експозицією 45 хвилин на схожість і довжину первинних корінців (табл. 1). Ступінь зниження обох показників змінювався у широких межах. Коефіцієнт варіації для ступеня зниження проростання насіння становить  $29,3 \pm 6,5$  %, для ступеня зниження довжини первинного корінця –  $13,4 \pm 2,9$  %. Розмах варіювання схожості насіння після термічної обробки значно більший. Мінімальний ступінь зниження становить 22,9 %, максимальний 100 %, тобто жодна насінина після прогрівання не проросла. У середньому ступінь зниження проростання насіння складає  $64,6 \pm 5,9$  %. Ступінь зниження довжини первинного корінця змінювався від 57,4 % до 100 %. Середнє значення цієї ознаки становить  $79,4 \pm 3,3$  %. Встановлено, що між ступенем зниження досліджених ознак наявна позитивна помірна кореляція Пірсона, яка становить  $r = 0,42 \pm 0,29$  з рівнем статистичної значущості  $p = 0,01$ .

Існуюча позитивна кореляція між ознаками та значний розмах варіювання дозволяють припустити можливість поділу зразків на групи з різною стійкістю до дії підвищеної температури. Для розділення загальної вибірки на складові застосований кластерний аналіз з використанням об'єднання даних повним зв'язуванням (рис. 1).

З отриманих результатів бачимо, що з досліджуваної вибірки можна виділити групу з 11 зразків від сортозразка Міга до сорту Антарія включно (Група 1), інші зразки при більш глибокому аналізі можна розділити ще на дві групи: меншу за обсягом — від сорту Ката до сорту Соло (Група 2) і більш чисельну — від сорту Корнет до сорту Чемпіон (Група 3). Характеристика виділених груп за досліджуваними ознаками представлена у табл. 2.

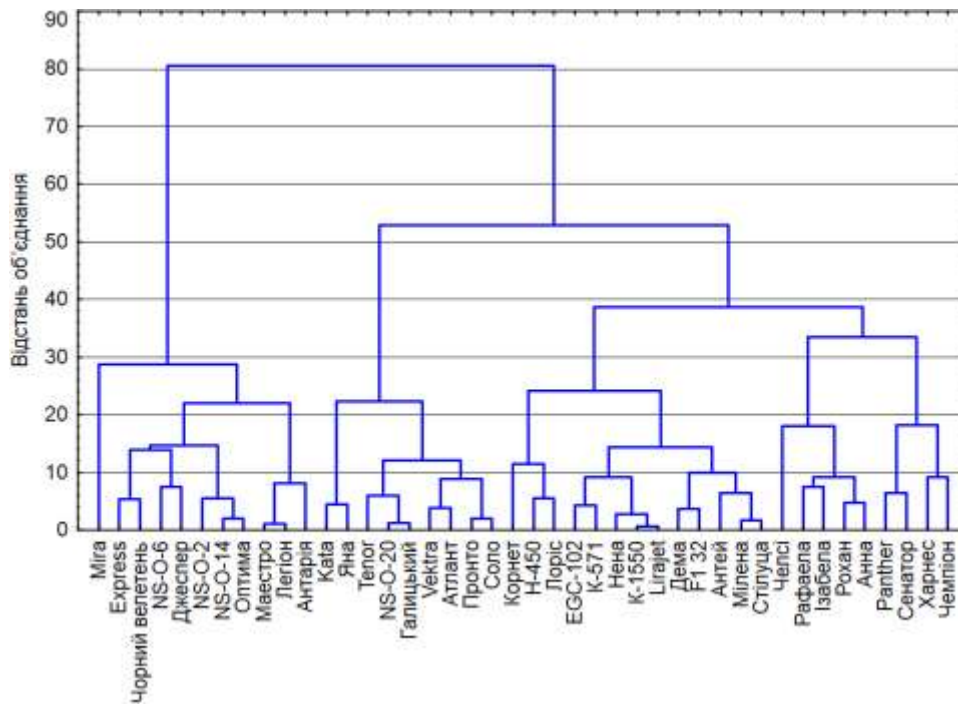
Найбільш перспективною для селекційної роботи є перша група. Ступінь зниження проростання насіння становить від 22,9 % до 47,9 %.

Середнє значення складає  $40,2 \pm 4,9$  %. Ступінь зниження довжини первинного корінця змінювався від 62,0 % до 82,9 %. Середнє значення цієї ознаки становить  $74,1 \pm 4,9$  %.

Таблиця 1

**Результати дослідження впливу пророщування насіння  
ріпаку озимого в умовах підвищеної температури (2017 р.)**

Показник	Ступінь зниження проростання насіння	Ступінь зниження довжини первинного корінця
Мінімальне значення $x_{\min}$	22,9	57,4
Середнє арифметичне значення $x_{\text{mid}}$	64,6	79,4
Максимальне значення $x_{\text{max}}$	100,0	100,0
Обсяг вибірки $n$ , шт.	42	42
Середньоквадратичне відхилення $s$	18,9	10,6
Довірча похибка середнього $t_{p,s_x}$	5,9	3,3
Коефіцієнт варіації $V$ , %	29,3	13,4
Довірча похибка коефіцієнту варіації $s_V$ , %	6,5	2,9
Коефіцієнт кореляції Пірсона $r$	0,42	
Довірча похибка коефіцієнту кореляції $r_V$	0,29	
Рівень значущості коефіцієнту кореляції $p$	0,006	



**Рис. 1. Дендрограма розподілу зразків озимого ріпаку за результатами кластерного аналізу**

Друга група об'єднує зразки з максимальним ступенем зниження обох досліджуваних ознак під впливом підвищеної температури. Ступінь зниження проростання насіння значно перевищує показники першої групи і становить від 81,0 % до 100,0 %. Середнє значення складає  $88,0 \pm 5,4$  %. Ступінь зниження довжини первинного корінця змінювався від 84,3 % до 100,0 %. Середнє значення цієї ознаки становить  $91,6 \pm 3,9$  %.

Таблиця 2

**Характеристика виділених груп озимого ріпаку (2017 р.)**

Показник	Група 1		Група 2		Група 3	
	Ознака 1*	Ознака 2**	Ознака 1	Ознака 2	Ознака 1	Ознака 2
Мінімальне значення $x_{\min}$	22,9	62,0	81,0	84,3	53,7	57,4
Середнє арифметичне значення $x_{\text{mid}}$	40,2	74,1	88,0	91,6	67,2	77,1
Максимальне значення $x_{\max}$	47,9	82,9	100,0	100,0	90,3	96,0
Обсяг групи $n$ , шт.	11	11	9	9	22	22
Середньоквадратичне відхилення $s$	7,4	7,3	7,0	5,1	9,9	10,0
Довірча похибка середнього $t_{s_x}$	4,9	4,9	5,4	3,9	4,4	4,5
Коефіцієнт варіації $V$ , %	18,3	9,9	8,0	5,5	14,8	13,0
Довірча похибка коефіцієнту варіації $s_V$ , %	8,7	4,7	4,3	3,0	4,6	4,1

\* ступінь зниження проростання насіння

\*\* ступінь зниження довжини первинного корінця

Зразки озимого ріпаку третьої групи за ступенем зниження проростання насіння займають проміжне положення. Мінімальне значення становить 53,7 %, тобто більше, ніж максимальний показник першої групи. Найбільший ступінь зниження становить 90,3 %. У середньому ступінь зниження проростання насіння складає  $67,2 \pm 4,4$  %. За ступенем зниження довжини первинного корінця третя група подібна в цілому до першої. Мінімальне значення становить 57,4 %, максимальне 96,0 %. Середнє значення цієї ознаки становить  $77,1 \pm 4,5$  %. Отже, серед цієї групи можна відібрати зразки з порівняно невеликим значенням ступеню зниження цих ознак для подальшого аналізу. Кращими і найбільш перспективними для створення сортів, стійких до підвищених температур, тобто адаптованих до екстремальних умов півдня України, є сортозразки першої групи (табл. 3).

Таблиця 3

**Перспективні генотипи озимого ріпаку**

Назва сортозразка	Ступінь зниження проростання насіння	Ступінь зниження довжини первинного корінця
Антарія	47,5**	62,0***
Легіон	39,9*	64,9***
Маестро	40,5***	65,8***
Оптіма	35,5**	79,7***
Джеспер	40,4**	82,8***
Чорний велетень	46,5**	76,0***
NS-O-14	37,4**	79,3***
NS-O-6	47,9*	82,9***
NS-O-2	36,4**	74,3***
Mira	22,9*	76,9***
Express	47,0*	70,6***

\*, \*\*, \*\*\* рівень значущості 0,05, 0,01, 0,001 відповідно

У подальшій селекційній роботі виділені генотипи слід використовувати як донори стійкості до дії підвищених температур.

**Висновки.** Проведена обробка підвищеними температурами насіння ріпаку озимого з метою диференціації генотипів за жаростійкістю. Встановлено, що вплив високої температури (57 °С) протягом 45 хвилин призводить до суттєвого зменшення довжини первинних корінців (ступінь зниження становить від 57,4 % до 100 %) і відсотка проростання насіння (ступінь зниження від 22,9 % до 100 %). За результатами проведеного кластерного аналізу зразки розподілені на три групи за ступенем зниження досліджених показників. Виділені 11 генотипів з найбільшою стійкістю до високої температури для подальшої селекційної роботи.

#### *Література*

1. Бут Н.Н. Оценка селекционного материала и выделение генисточников для создания новых сортов фасоли овощной // Сборник трудов IX всероссийской конф. мол. ученых «Научное обеспечение АПК» 24-26 ноября 2015 г. ФГБНУ ВНИИ риса С. 449-450.

2. Современные методы исследования и оценки засухо- и жароустойчивости растений [Методическое пособие] / [И.А. Григорюк, В. И. Ткачев, С. В. Савинский, Н. Н. Мусиенко]. – 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, С.-Питер, 1993.

4. Заикин В.В., Амелин А.В., Фесенко А.Н. Устойчивость к низким положительным температурам сортов гречихи разных периодов селекции // Вестник Орловского государственного аграрного университета № 6. том 57. 2015. С. 23-28.

5. Семенова М.В. Устойчивость образцов ярового рапса к пониженным температурам // Успехи совр. естествознания. – 2004. – № 12 – С. 85.

6. Русских И. А. Изучение влияния температуры на прорастание семян двух видов фасоли и создание исходного материала для определения генетической детерминированности холодоустойчивости у фасоли обыкновенной // Земляробства і ахова раслін. - Минск, 2009, № 1.-С.53-57.

7. Досина Е.С., Анохина В.С. Характеристика коллекционных образцов и межсортовых гибридов овощной фасоли по устойчивости к пониженным температурам // 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.

8. Левчук Г.М., Войтович О.М. Реакція різних генотипів льону олійного на дію абіотичних факторів / Збірник наук. праць. – Запоріжжя, 2009, С. 130-136.

9. Макляк К.М., Кириченко В.В., Токар І.В. Оцінка інбредних ліній соняшнику за теплостійкістю насіння // Селекція і насінництво. – 2011. Вип. 100 С.192-199.

10. Титов А.Ф., Таланова В.В. Локальное действие высоких и низких температур на растения // Институт биологии КарНЦ РАН. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2011. 166 с.

11. Косаковская И.В. Стрессовые белки растений // Институт ботаники им. Н.Г. Холодного. НАН Украины. Киев: Изд. Укрфитосоц центра, 2008. 152 с.

12. Физиология устойчивости сельскохозяйственных растений // Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, Краткий курс лекций, Мин. с. х-ва. РФ. Саратов 2014. 96 с.

## **ОЦЕНКА ЖАРСТОЙКОСТИ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА РАПСА ОЗИМОГО НА РАННИХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА**

**М.Г. Калинова, Р.В. Сенник, И.Б. Комарова, Д.М. Лытарь**

*Институт масличных культур НААН*

Проведена обработка повышенными температурами семян озимого рапса с целью дифференциации генотипов по жаростойкости. Установлено, что воздействие высокой температуры (57 °С) в течение 45 минут приводит к существенному уменьшению длины первичных корешков (степень снижения составляет от 57,4% до 100%) и процента прорастания семян (степень снижения от 22,9 % до 100 %). По результатам проведенного кластерного анализа образцы разделены на три группы по степени снижения исследованных показателей. Выделены 11 генотипов с наибольшей устойчивостью к высокой температуре.

**Ключевые слова:** прогревание, степень снижения, рапс озимый, длина корешка, процент прорастания, жаростойкость.

## **HEAT-RESISTANT EVALUATION OF BREEDING MATERIAL OF WINTER RAPESEED AT EARLY STAGES OF ONTOGENY**

**M.G. Kalinova, R.V. Senyk, I.B. Komarova, D.M. Lytar**

*Институт олійних культур НААН*

Unfavorable environmental conditions pose a great threat to the stability of crop production. Creating varieties that combine high yields and resistance to adverse environmental conditions is an important task. To accomplish this task, it is necessary to create a source material with a high temperature tolerance. For this purpose, the plant genetic pool is evaluated to pick up the genotypes resistant to the temperature factor and conduct further selection studies based on the plants with these genotypes.

Laboratory methods are widely used for mass diagnostics of plant resistance. They are the least labor intensive, most productive, usually require little material and time.

The purpose of our research is to determine the effect of high temperatures on some parameters of winter rape in the early stages of development, to

evaluate the thermotolerance of the gene pool and to select high-temperature resistant varieties.

The material of the study is a collection of 42 varieties of winter rapeseed. The heat resistance was assessed by heating the seeds at the temperature of  $57 \pm 1$  ° C for 45 minutes. The effect of heat exposure was determined by the degree of decrease in germination of seeds and the decrease in the length of rootlets in experimental variants in comparison with control ones.

The degree of decline in both indicators varied widely. The coefficient of variation for the degree of decrease in seeds germination was  $29.3 \pm 6.5\%$ , for the degree of decrease in the length of the primary root -  $13.4 \pm 2.9\%$ . The range of variation in seed germination after heat treatment was much bigger. The minimum degree of decrease was 22.9%, the maximum was 100%. On average, the degree of decrease in seed germination was  $64.6 \pm 5.9\%$ . The degree of decrease in the length of the primary rootlet varied from 57.4% to 100%. The average value of this parameter was  $79.4 \pm 3.3\%$ . It was found that there was a positive moderate Pearson correlation between the degree of decrease of the examined features, which was  $r = 0.42 \pm 0.29$  with a level of statistical significance of  $p = 0.01$ .

The existing positive correlation between the characteristics and a significant range of variation suggest the possibility of dividing the samples into groups with different resistance to increased temperature. To divide the total sample into components, cluster analysis was used. 3 groups were established.

The most promising for breeding is the first one. The degree of decrease in seed germination ranges from 22.9% to 47.9%. The average value is  $40.2 \pm 4.9\%$ . The degree of decrease in the length of the primary rootlet varies from 62.0% to 82.9%. The average value of this feature is  $74.1 \pm 4.9\%$ .

The second group combines the samples with the maximum degree of reduction of both traits. The degree of decrease in seed germination ranges from 81.0% to 100.0%. The average value is  $88.0 \pm 5.4\%$ . The degree of decrease in the length of the primary rootlet varies from 84.3% to 100.0%. The average value of this feature is  $91.6 \pm 3.9\%$ .

The samples of winter rapeseed of the third group based on the degree of decrease in germination of seeds hold an intermediate position. The minimum value is 53.7%. The greatest reduction is 90.3%. On average, the degree of decrease in seed germination is  $67.2 \pm 4.4\%$ . By the degree of decrease in the length of the primary rootlet, the third group is in general similar to the first.

Varieties of the first groups are the best and most promising for creating crops resistant to higher temperatures, that is, adapted to the extreme conditions of the south of Ukraine. In further breeding, these selected genotypes should be used as donors of resistance to the impact of higher temperatures.

**Keywords:** heating, the degree of reduction, winter rapeseed, rootlet length, germination percentage, heat resistance.

### *References*

1. But N.N. Evaluation of breeding material and allocation of genists to create new varieties of vegetable beans // Proceedings of the IX All-Russia Conf. young scientists "Scientific support of agro-industrial complex" on November 24-26, 2015. FGBNU VNII Rice P. 449-450.
2. Modern methods of research and assessment of drought and heat resistance of plants: [Methodical manual] / [I.A. Grigoryuk, V.I. Tkachev, S.V. Savinsky, N.N. Musienko]. – K: Nauk. svit, 2003. – 139 p.

3. Smirnova VS Sustainability of crops to low temperatures, development of assessment methods and ways to increase stability // Author's abstract. dis doctor of agricultural sciences sciences Research Institute of Plant Production of the Russian Federation named after. N.I. Vavilov, St. Peter., 1993.

4. Zaikin V.V., Amelin A.V., Fesenko A.N. Resistance to low positive temperatures of buckwheat varieties of different breeding periods //Bulletin of Orel State Agrarian University No. 6. volume 57. 2015. P. 23-28.

5. Semenova M.V. Stability of samples of spring rape to low temperatures // Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya – 2004. – № 12 – P. 85.

6. Russkikh I.A. Study of the effect of temperature on the germination of seeds of two bean species and the creation of an initial material for determining the genetic determinancy of cold resistance in common beans // Ziemliarobstva i achova raslin. - Minsk, 2009, № 1.- P.53-57.

7. Dosina E.S., Anokhin V.S. Characteristics of collection samples and intervarietal hybrids of vegetable beans for resistance to low temperatures // Genetics and biotechnology of the XXI century. Fundamental and applied aspects: materials of Intern. sci. Conf., 3-6 december. 2008, Minsk: Ed. BSU center, 2008. P.76-77.

8. Levchuk G.M., Voitovich O.M. Reaction of different genotypes of flaxseed oil on the action of abiotic factors // Zbirnyk naukovykh prats – Zaporizhzhia, 2009. – P. 130-136.

9. Maklyak K.M., Kirichenko V.V., Tokar I.V. Estimation of inbred lines of sunflower for the heat resistance of seeds // Seleksiya i nasinnytstvo. – 2011. №. 100 P. 192-199.

10. Titov A.F., Talanova V.V. Local effects of high and low temperatures on plants // Institute of Biology of KarRC RAS. Petrozavodsk: Karelian Research Center of the RAS, 2011. 166 p.

11. Kosakovskaya I.V. Stressed plant proteins //Institute of Botany named after N.G. Kholodnyy. NAS of Ukraine. Kiev: Ed. Ukrfitosots. center, 2008. 152 p.

12. Physiology of resistance of agricultural plants // Saratov State Agricultural University named after N.I. Vavilov, Short course of lectures, Ministry of Agriculture of the RF. Saratov 2014. 96 p.