

***АКТИВНІСТЬ КАТАЛАЗ НАСІННЯ ГОРОХУ У ЗВ'ЯЗКУ З РЕАКЦІЄЮ НА ПРИСКОРЕНЕ СТАРІННЯ ТА ПРОМОРОЖУВАННЯ***

---

Ю.О.Лінник

Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН

Досліджували рівень активності каталази у насінні та паростках з насіння різних сортів гороху у зв'язку з дією прискореного старіння та проморожування насіння за температури  $-20^{\circ}\text{C}$ . Прискорене старіння знижувало, а проморожування підвищувало енергію проростання та схожість насіння порівняно з контролем у більшості вивчених сортів гороху. Обидва чинники підвищували активність каталази у насінні та паростках з насіння. Встановлено що, рівень активності каталази у насінні та паростках гороху залежить від сортової належності.

*Горох, сорти, насіння, енергія проростання, схожість, прискорене старіння, проморожування, активність каталази*

Тривале зберігання насіння у життєздатному стані є важливою проблемою збереження генетичних ресурсів рослин. У зв'язку з нею актуальним є дослідження фізіологічних процесів, пов'язаних із витривалістю насіння до стресових чинників зберігання. Істотним чинником порушення цілості клітинних мембран та загибелі клітини у стресових умовах, зокрема, у насіння, що зберігається за підвищених температур, є пероксид водню. Одним з ключових ферментів, що забезпечує стресостійкість, є каталаза. Цей фермент з класу оксидоредуктаз розщеплює пероксид водню на воду і молекулярний кисень, і таким чином знешкоджує його [1,2]. Активність каталази, як і інших ферментів, обумовлена генотипом [2], отже, її вивчення сприятиме розумінню причин різної витривалості насіння до зберігання у різних сортів однієї культури.

У відповідності до міжнародних стандартів [3], оптимальними умовами для тривалого зберігання насіння є його підсушування за невисоких температур до рівня вологості, специфічного для кожного виду і зберігання в герметично закритій тарі за температури нижче за  $-10^{\circ}\text{C}$ . З іншого боку, як показали дослідження, процес старіння насіння під час зберігання можна змодельовати шляхом витримки насіння у герметично закритій тарі впродовж певного часу за підвищеної температури, так званім методом «прискореного старіння» [4]. Порівняння активності каталази у насіння різних сортів, що піддавалися дії прискореного старіння та проморожуванню, які характеризуються різною витривалістю до чинників старіння, дозволило б

краще зрозуміти роль каталази як чинника цієї витривалості.

Метою нашого дослідження була порівняльна оцінка впливу прискороного старіння та проморожування на рівень активності каталази у насіння різних сортів гороху.

Матеріалом для досліджень послуговувало насіння 6 сортів гороху посівного: сортів овочевого (Адагумский, V sade, Grungold); зернового напряму використання (Банан, Цукат та Ростовский высокобелковый), урожаю – 2008 і 2009 рр. Насінневий матеріал було вирощено у дослідному господарстві «Елітне» Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. Прискорене старіння і проморожування насіння проводили в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. Дослідження активності каталаз проводили на базі кафедри фізіології та біохімії рослин біологічного факультету Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

Умови років вивчення характеризувались такими особливостями.

У 2008 р. на ранніх фазах розвитку рослин гороху мала місце знижена температура за підвищеної вологості. Середня температура повітря за місяць становила 13,7° С, що на 2,4° С нижче середньої багаторічної. Кількість опадів становила 45,3 мм, або 104 % норми. Достатня кількість вологи сприяла отриманню дружних сходів та розвитку рослин гороху, але обумовила також розвиток хвороб. На пізніх фазах розвитку рослин підвищена температура повітря і жорстка посуха сприяли прискоренню досягання та дозволили отримати насіння оптимальної вологості.

Умови 2009 р. виявилися несприятливими за температурним режимом та вологозабезпеченістю, що негативно вплинуло на характер росту і розвитку рослин гороху і формування урожаю зерна. Значна весняна посуха (у квітні випало 7 мм опадів, що становить 19 % від середньої багаторічної норми, а температура на 0,3 °С вище) негативно вплинула на рівномірність сходів. В червні та липні також спостерігались значна посуха та підвищення температури повітря. Такі погодні умови несприятливо вплинули на продуктивність рослин. За цих умов природний інфекційний фон листкових хвороб був дуже низьким. Період збирання врожаю характеризувався підвищеними температурами і низькою вологістю, що сприяло формуванню здорового насіння.

Таким чином, погодні умови двох років репродукції насіння гороху дещо відрізнялись, що обумовило його різні біологічні властивості.

Досліджуване насіння розподіляли на три партії. Першу піддавали прискореному старінню за методикою Б. С. Лихачова (витримка насіння у герметичній тарі впродовж місяця за температури 37°С) [4]. Друга партія насіння такий же термін, також у герметичній тарі, витримувалась за температури - 20°С. Третя – контрольна партія такий самий термін витримувалась за нерегульованих умов (кімнатна температура). Вологість дослідного насіння була на рівні 6-7%. Активність каталази досліджували за методикою [5]. Разом з дослідженням каталазної активності, визначали енергію проростання та схожість насіння за стандартними методиками [6]. Повторність дослідіу триразова.

Ступінь зміни показника активності каталази у варіантах досліді порівняно з контролем визначали за індексом мінливості (I, %), який розраховували за формулою:

$$I \text{ мінливості, \%} = (1 - A_d/A_k) * 100,$$

де  $A_d$  – середній показник дослідного варіанту,  $A_k$  – середній показник контрольного варіанту [7].

Вірогідність різниці між показниками варіантів досліді визначали за допомогою найменш істотної різниці (НІР), яку розраховували за результатами дисперсійного аналізу [7].

**Результати.** Вихідні показники життєздатності насіння сортів овочевих сортів гороху були близькими до зернових сортів. Енергія проростання насіння становила від 77 до 87 % у репродукції 2008 р. та від 54 до 90 % у репродукції 2009 р. Загальні показники схожості у насіння репродукції 2008 р. становили від 91 до 99 % і були дещо вищими, ніж в репродукції 2009 р.: від 69 до 99 %. Овочевий сорт V sade продемонстрував найнижчі енергію проростання (54 %) та схожість (69 %) у репродукції 2009 р.

Прискорене старіння викликало у насіння усіх сортів обох репродукцій зниження енергії проростання, причому у насіння репродукції 2009 р. це зниження було більш суттєвим, ніж у репродукції 2008 р. (табл. 1) Схожість у сортів Адагумский, Grüngold, Цукат, Ростовский високобелковий репродукції 2008 р. практично не змінилась; а у сортів V sade та Банан незначно знизилась. Насіння репродукції 2009 р. сортів V sade, Банан, Цукат відрізнялося зниженою схожістю; сорти Адагумский та Ростовский високобелковий практично не змінили її; а сорт Grüngold підвищив на 4 %.

Проморожування насіння гороху репродукції 2008 р. майже не змінило енергію проростання у сортів Grüngold, Банан, Ростовский високобелковий і підвищило її у сортів Адагумский, V sade, Цукат. Схожість насіння змінилась незначно і лише у сорту Банан підвищилась на 3%. Насіння репродукції 2009 р. під впливом проморожування практично не змінило енергію проростання у сортів Адагумский та Ростовский високобелковий, у решти сортів підвищило її на 4 - 9%. Схожість підвищилась у сортів V sade (на 10,4%), Grüngold, Цукат на 3% та 3,6% відповідно.

Активність каталази у паростках у всіх варіантах досліді була вищою, ніж у насінні, і відрізнялась по сортах (див. табл. 1). Разом з цим, активність каталази у насінні тісно і додатно корелювала з активністю каталази у паростках у контрольному варіанті ( $r=0,86$ ) та варіанті з прискореним старінням ( $r=0,73$ ) і слабо – у варіанті з проморожуванням ( $r=0,36$ ).

Насіння всіх досліджених сортів репродукції 2008 та 2009 рр. (за виключенням сорту Адагумский репродукції 2008 р.) зреагувало на прискорене старіння підвищенням активності каталази як у насінні, так і у паростках (див. табл. 1). Від'ємний зв'язок між активністю каталази і енергією проростання та схожістю.

Таблиця 1

Вплив прискороного старіння та проморожування на показники життєздатності та активності катализ у борошні з насіння сортів гороху репродукції 2008 та 2009 рр.\*

Сорт	Контроль				Прискорене старіння				Проморожування			
	Аб	Ап	Е	С	Аб	Ап	Е	С	Аб	Ап	Е	С
Репродукція 2008 р.												
Адагумський	6,53	8,31	79,3	92,7	6,53	10,6	73,7	93,3	6,53	7,13	88,7	91,7
V sade	5,01	7,82	81,7	92,7	6,38	10,4	70,7	89,7	6,13	7,69	85,7	93,3
Grüngold	4,53	6,89	77,7	94,7	5,82	9,2	74,3	93,3	5,67	7,8	78,3	96,3
Банан	4,13	7,13	81,7	91,3	5,11	8,16	76,7	89,3	5,2	7,2	80,7	94,3
Цукат	5,04	7,51	82,3	93,7	5,87	9,11	79,3	92,7	5,49	7,29	87,7	95,3
Ростовській високобелковий	3,84	6,51	87,7	99,7	4,27	7,8	86,3	99,7	3,78	6,13	86,7	99,7
Репродукція 2009 р.												
Адагумський	5,84	8,27	79,7	91,3	6,27	10,53	71,3	90,7	5,87	5,89	80,7	92,3
V sade	4,87	8,13	54,3	69,3	5,6	11,18	45,3	63,3	6,07	6,33	63,3	89,7
Grüngold	4,87	7,8	78,7	90,7	5,87	9,53	66,7	94,7	5,09	7,49	82,7	93,7
Банан	4,47	7,2	81,3	97,7	5,22	8,53	53	87,3	5,2	7,2	90,3	98,7
Цукат	3,87	7,29	80	89,7	5,87	8,29	57,7	76,3	5,01	8,2	87,7	93,3
Ростовській високобелковий	3,67	6,8	90,7	99,7	5,07	6,98	89,3	99,7	3,78	5,69	91,3	100
НП <sub>05</sub>	2,1	1,9	3,1	2,7	2,2	2,4	3,6	2,7	2,9	2,4	2,8	1,9

\*Позначення: Аб – активність катализи у борошні;  
 Ап – активність катализи у паростках;  
 Е – енергія проростання;  
 С - схожість

Отже, негативний вплив прискороного старіння на енергію проростання супроводжувався підвищенням активності каталази. Пояснити це підвищення можна тим, що несприятливі умови прискороного старіння обумовили інтенсивне утворення пероксидів водню, що у свою чергу обумовило підвищення активності каталази.

Проморожування, як і прискорене старіння, у більшості сортів викликало підвищення активності каталази в цілому на таку ж величину. Звертає на себе увагу, що сорти Адагумський (овочевий) та Ростовський високобелковий (зерновий) практично не змінили активність каталази у насінні та паростках обох репродукцій. У сорту Ростовський високобелковий це було пов'язано із найбільш низьким рівнем активності каталази як у насінні, так і у паростках у всіх варіантах дослідів, у сорту Адагумський – з найбільш високою активністю у насінні.

Позитивну дію від'ємної температури на життєздатність можна пояснити тим, що вона пригнічує розвиток патогенів та стимулює насіння до проростання внаслідок порушення цілісності насінневих оболонок [7]. Разом з цим, проморожування, вочевидь, також є стресом, на який насіння реагує підвищенням активності каталази.

Зниження енергії проростання та схожості насіння як по сортах, так і по варіантах дослідів, пов'язано з підвищенням активності каталази у насінні та/або паростках. Про це свідчить від'ємна кореляція між активністю каталази у паростках з одного боку та енергією проростання і схожістю у контролі (табл. 2):  $r = -0,55$  та  $-0,58$  відповідно, варіанті з прискореним старінням  $r = -0,50$  та  $-0,46$  відповідно.

Звертає на себе увагу високий додатній рівень кореляції (див. табл. 2) між активністю каталази у насінні та паростках у контролі та цим показником у варіантах з прискореним старінням та проморожуванням; активністю каталази у насінні у варіанті з проморожуванням та цим показником у варіанті з прискореним старінням. Це свідчить про неспецифічний характер реакції насіння на стрес підвищенням рівня активності каталази.

**Висновки.** Рівень активності каталази у насінні та паростках з насіння сортів гороху залежить від режимів зберігання, року репродукції та сортової належності.

Прискорене старіння знижувало, а проморожування підвищувало енергію проростання та схожість насіння порівняно з контролем у більшості вивчених сортів гороху. Обидва чинники підвищували активність каталази у насінні та паростках.

Найбільш стабільним за показниками енергії проростання та схожості є сорти Ростовський високобелковий (зерновий) та Адагумський (овочевий). У сорту Ростовський високобелковий це пов'язано із найбільш низьким рівнем активності каталази як у насінні, так і у паростках у всіх варіантах дослідів, у сорту Адагумський – з найбільш високою активністю у насінні.

Таблиця 2

Коефіцієнти кореляції між показниками життєздатності насіння сортів гороху і активністю каталази у насінні та паростках

Ознака				Коефіцієнт кореляції	
перша		друга		насіння	паростки
варіант	показник	варіант	показник		
контроль	активність каталази	контроль	енергія проростання	-	-0,55
			схожість	-	-0,58
		прискорене старіння	активність каталази	0,73	0,89
			індекс активності каталази	-0,71	0,56
		проморожування	активність каталази	0,77	-
			індекс активності каталази	-	-0,54
		схожість	-0,61	-0,86	
прискорене старіння	активність каталази	контроль	енергія проростання	-	-0,70
			схожість	-	-0,65
		прискорене старіння	енергія проростання	-	-0,50
			схожість	-	-0,46
		проморожування	індекс активності каталази	-	0,87
			енергія проростання	-	-0,57
		індекс енергії проростання	-	0,53	
		схожість	-	-0,84	
проморожування	активність каталази	контроль	енергія проростання	-0,58	-
			схожість	-0,51	-
		прискорене старіння	активність каталази	0,80	-
			енергія проростання	-0,58	-
		проморожування	індекс схожості	0,52	-
			індекс активності каталази	-	0,83
		схожість	0,81	-	
прискорене старіння	індекс активності каталази	контроль	енергія проростання	-	-0,68
			схожість	-	-0,56
		проморожування	індекс активності каталази	0,57	-
			енергія проростання	-	-0,65
		схожість	-	-0,62	
проморожування	індекс активності каталази	прискорене старіння	енергія проростання	-0,64	-
			індекс схожості	-0,67	-

### Список використаних джерел

1. Жизнеспособность семян ; под. ред. док-ра с.-х. наук М. К. Фирсовой. – М. : Колос, 1978. – 410 с.
2. Физиология семян / Академия наук СССР. – М. : Наука, 1982. – 316 с.
3. Фізіологія рослин. Малий практикум. – 2-е вид. ; підгот. : О. О. Авксентьева, В. В. Жмурко / ХНУ імені В. Н. Каразіна. – Х., 2007. – 88 с.
4. Лихачёв Б. С. Некоторые методические вопросы изучения биологии старения семян / Б. С. Лихачёв // Сельскохозяйственная биология. – 1980. – Т. XV, № 6. – С. 842 – 844.
5. Методы определения энергии проростания и способности проростания. – М., 1995. – 23с.
6. Лакин Г.Ф. Биометрия. / Г. Ф. Лакин. – 3-е изд. – М. : Высшая школа, 1980. – 294 с.
7. Попцов А. В. О значении кожур в прорастании семян / А. В. Попцов // Бюл. Гл. бот. Сада. – 1952. – Вып. 11. – С. 43-45.

Исследовали уровень активности каталазы в семенах и проростках из семян разных сортов гороха в связи с действием ускоренного старения и промораживания при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$ . Ускоренное старение снижало, а промораживание повышало энергию прорастания и всхожесть семян по сравнению с контрольным вариантом у большинства изученных сортов. Действие обоих факторов повышало активность каталазы в семенах и проростках. Установлены сортовые различия в реакции семян на ускоренное старение и промораживание изменением активности каталазы, энергии прорастания и всхожести.

The effect of accelerated aging and freezing at the temperature of  $-20^{\circ}\text{C}$  of seed of a number of pea varieties on the level of catalase activity in seedlings and seeds was investigated. Accelerated aging caused a decrease, but freezing caused an increase in germination energy and germination as compared with the control variant of the majority of the studied varieties. Both factors increased catalase activity in seeds and seedlings. The level of catalase activity in the seeds and seedlings from pea seeds depends on varietal differences.