

УДК 581.1

**А. М. Кабар, Ю. В. Лихолат, Я. О. Лучка, В. Р. Давидов,
Є. С. Бородай, В. Ю. Тропанець**

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

АКТИВНІСТЬ КАТАЛАЗИ ЯК ПОКАЗНИК ІНТРОДУКЦІЇ ГІБРИДОГЕННИХ ФОРМ КІСТОЧКОВИХ В УМОВАХ СТЕПОВОГО ПРИДНІПРОВ'Я

Досліджено особливості функціонування каталази у міжвидових гібридів різних таксонів роду персик та мигдалю звичайного, що зростали в умовах ботанічного саду Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара.

Ключові слова: міжвидова гібридизація, персик, мигдаль, антиоксидантні ферментативні системи, каталаза, кластерний аналіз.

**А. Н. Кабар, Ю. В. Лихолат, Я. А. Лучка, В. Р. Давыдов,
Е. С. Бородай, В. Ю. Тропанец**

Днепроvский национальный университет имени Олеся Гончара

АКТИВНОСТЬ КАТАЛАЗЫ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ИНТРОДУКЦИИ ГИБРИДОГЕННЫХ ФОРМ КОСТОЧКОВЫХ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОГО ПРИДНЕПРОВЬЯ

Исследованы особенности функционирования каталазы у межвидовых гибридов различных таксонов рода персик и миндаля обыкновенного, которые произрастали в условиях ботанического сада Днепроvского национального университета имени Олеся Гончара.

Ключевые слова: междувидовая гибридизация, персик, миндаль, антиоксидантные ферментативные системы, каталаза, кластерный анализ.

**A. N. Kabar, Yu. V. Lykholat, Y. A. Luchka, V. R. Davydov,
E. S. Boroday, V. Yu. Tropanets**

Oles Honchar Dnipro National University

ACTIVITY OF CATALASE, AS INDICATOR OF INTRODUCTION OF HYBRIDOGENE FORMS OF OF STONE FRUIT IN CONDITIONS OF STEPPE DNEIPER

One of the main tasks of modern fruit-growing are problems increase in yield and resistance of varieties of fruit crops, among which peach, to various factors of the environment in the conditions of the steppe Dnieper. At the expense of intervarietal hybridization are varieties peach and nectarine obtained on a narrow genetic basis are highly productive and have high taste qualities. However, with this they are more vulnerable to fungal diseases and are prone to influence of abiotic factors in comparison with wild species of peach and almond.

The activity of catalase is an indicator of the non-specific resistance of the plant organism to stress factors. However, for each species of plants, the values of the activity of catalase is specific, i.e. conditioned by heredity, which has for a long time was formed in the specific ecological and geographical conditions of the region where this species was formed. As a result of our researches, it has been established that the plants of the studied hybrid forms F₂ are characterized by different degrees of activity of oxidative-reducing enzymes and their dynamics, in particular catalase. It can be assumed that this phenomenon is associated with the formation of new variants due to hybridization in F₂, when hybrid forms in their qualities can vary greatly from each other owing to splitting. Therefore, the

activity of catalase can be different, both above and below the corresponding indicators in the standard. In accordance with this among the obtained hybrids is forms like a resistant to the conditions of introduction and not enough resistant. This makes it possible to recommend varieties with high resistance for a wider introduction development in modern systems horticulture and landscaping industrial city, or as a breeding material for the creation of fruit crops.

Keywords: peach, almond, antioxidant, catalase, cluster analysis, introduced varieties, activity index the redox of enzymes.

В результаті постійного надходження в навколишнє середовище викидів промисловості та автотранспорту відбувається забруднення всіх елементів екосистем [2; 5–7; 9; 10; 14], що негативно впливає на здоров'я населення [11; 12].

Одним із основних завдань сучасного плідництва є вирішення проблем підвищення урожайності та стійкості сортів плодівних культур, до яких належить також персик звичайний (*Persica vulgaris* Mill.), до різних факторів оточуючого середовища в умовах Степового Придніпров'я. За рахунок міжсорткової гібридизації отримані сорти персика та нектарина на вузькій генетичній основі, є високопродуктивними та мають високі смакові якості. Проте разом із цим вони більш вразливі до грибкових захворювань та схильні до впливу абіотичних чинників у порівнянні з дикорослими видами персика та мигдалем. Генофонд таксонів роду персик та мигдалю в гібридизації з персиком звичайним майже не був використаний. Згідно з літературними джерелами [3; 8; 13], в селекції персика активно використовуються такі таксони роду *Persica* Mill.: нектарин – *P. vulgaris* subsp. *nectarina* (Ait.) Shof., персик червонолистий – *P. vulgaris* var. *atropurpurea* (Schneid.) Holub, персик ферганський – *P. ferganensis* subsp. *ferganensis* (Kost. et Rjab.) Rjab., персик тибетський – *P. mira* (Koehne) Koval. et Kost., персик гірський – *P. davidiana* Carr., персик ганьсуйський – *P. kansuensis* (Rehd.) Koval. et Kost., а також мигдаль звичайний – *Amygdalus communis* L.

Серед отриманих науковцями міжвидових та міжродових гібридів, найчастіше гетерозисних у першому поколінні, є досить стійкі форми, одноманітні і стійкі в умовах вирощування степової зони. Проте вони втрачають смакові якості, за якими починають домінувати риси диких форм, далеко не найкращі. У наступних поколіннях відбувається значне розщеплення ознак внаслідок гібридизаційної інтрогресії, вони характеризуються значними відмінностями між окремими гібридогенними екземплярами. Серед них спостерігається значна амплітуда варіювання тих чи інших фенотипових проявів, не тільки у плані морфології, адаптаційних характеристик, а й у плані харчових показників. Завданням селекціонера є відбір особин, які поєднували б стійкість дикорослих рослин та смакові якості культурних сортів. Тому й виникає необхідність активних селекційних робіт з метою відбору найбільш адаптованих до конкретних умов культивування екземплярів з гарними харчовими властивостями.

Саме тому в 2003, 2004 та 2006 роках у Ботанічному саду Дніпропетровського національного університету ім. Олеся Гончара (ДНУ) було висіяно насіння 12 гібридних екземплярів підроду *Prunoidea* Focke селекції Нікитського ботанічного саду – Національного наукового центру, разом з насінням еталонних видів – персика та мигдалю звичайного. Це насіння форм, які мають наступні ідентифікаційні селекційні номери в НБС–ННЦ НААНУ України: мигдалеперсик Нютинський – 1, гібриди – 1004-88, 631-89, 1027-89, 3-9-58, 1159-89, 3-9-33, 3-12-37, 324-87 (Ельберта Стерильн х 57-84), 295-89. Всього отримано 2700 зразків. Восени (листопад) насіннєвий матеріал (по 200 шт. від кожної висхідної форми) було висіяно у ґрунт розсадника (відстань міжрядь – 70 см, між насінинами – 20 см). Попередньо ділянку утримували під чорним паром. Ґрунт ділянки середньо-легкосуглинистий, незасолений, слабковилугуваний, малогумусний, малопотужний.

Сіяння поливали протягом вегетаційного періоду два-п'ять разів з витратою води від 300 до 600 м³/га. В результаті було отримано 658 сіяньців відносно стійких до ґрунтово-кліматичних умов Ботанічного саду ДНУ імені Олесея Гончара. Восени 2005 року відібрані одно- та дворічні зразки були висаджені в селекційний сад з міжряддями 4 м та відстанню між рослинами в ряді – 2 м. Полив зменшили до трьох разів за вегетацію з витратою води від 200 до 500 м³/га. Формування висоти штамбу до 1 м та обрізки рослин проводили за загальноприйнятною технологією (обрізка та прищипування). В якості еталонів для порівняння використовували сіяньці мигдалю та персика звичайних. Із загальної кількості досліджуваних форм у нових умовах найбільш стійкими виявилися гібридні форми F2 2003 року посадки – похідні від батьківських рослин з номерами 324-87 (*P. kansuensis* та *Persica vulgaris* subsp. *nectarina*), 631-89 (*Persica vulgaris* subsp. *nectarina* та *Amygdalus communis*), 1027-89 (складний потрійний гібрид між двома таксонами роду персик – *Persica vulgaris* subsp. *nectarina*, *P. davidiana*, та *Amygdalus communis*), 1004-88 (*P. vulgaris* subsp. *nectarina*, *P. vulgaris* var. *atropurpurea* та *P. davidiana*), 3-9-58 (подвійний гібрид між гібридогенними формами в F1 *Persica vulgaris* subsp. *nectarina* та *Amygdalus communis*), 3-11-37 (*P. kansuensis*, та *P. mira*), 2004 року – 295-89 (складний вільний перехреснозипильний гібрид від гібридогенної форми *Persica mira* та *Persica ferganensis* 'Ферганський жовтий'), 2006 року – 1005-88 (*P. vulgaris* subsp. *nectarina*, *P. vulgaris* var. *atropurpurea* та *P. kansuensis*). Із загальної кількості отриманих рослин, похідних від цих форм, що пройшли первинне випробування (658 зразків, отриманих з 2700 насінин), нами було відібрано 12 зразків, які характеризувалися максимальною стійкістю до комплексу несприятливих чинників. Це гібридні форми: 1-1-1 (похідні від 324-87), 1-1-4, 1-1-12, 1-1-27 (631-89), 1-1-36 (1027-89), 1-1-37 (3-9-58), 1-1-32 (285-89), 1-2-26 (3-11-37), 1-2-5, 1-2-8, 2-02-2 (1004-88), 2-05-4 (1005-88).

У системі заходів по забезпеченню населення продуктами харчування провідна роль належить фруктовим рослинам, зокрема таксонам роду *Persica* Mill. Опрацювання літературних джерел за даною темою показало [4], що в умовах Степового Придніпров'я ці рослини вважаються інтродуцентами і потребують детального вивчення у нових умовах зростання. В якості одного із показників успішної інтродукції персиків вважається інтенсивність перебігу окисно-відновних процесів, що і визначило основну мету досліджень – вивчення активності каталази інтродукованих таксонів роду *Persica* Mill. як показника стійкості сортів для більш широкого впровадження у розвиток сучасного плідництва та системи озеленення промислового міста або в якості селекційного матеріалу при створенні плодкових культур.

Методи досліджень. Досліджувані зразки рослин (однорічні пагони) відбиралися на території Ботанічного саду ДНУ ім. Олесея Гончара. Об'єктами досліджень були гібридогенні форми кісточкових (видів персика та мигдалю звичайного) селекції Нікітського ботанічного саду – Національного наукового центру Національної аграрної академії наук України, що зростають на колекційній ділянці ботанічного саду ДНУ, із яких відібрано 12 форм (табл. 1).

Біометричні показники рослин вимірювали за методами, описаними нами раніше [4]. Каталазну активність (КАТ; КФ 1.1.1.6) визначали титриметричним методом з розчином перманганату калію після інкубування супернатанту протягом 30 хвилин при 25°C з пероксидом водню і виражали в ммоль Н₂О₂/хв×г сирової ваги [1]. Статистичну обробку результатів здійснено за допомогою пакета Microfoft Statistica 6.0 з довірчою імовірністю 95–99 %.

Результати та їх обговорення. Активність каталази є показником неспецифічної резистентності рослинного організму до стресових чинників. Проте у кожного виду рослин значення активності каталази є специфічними, тобто обумовленими спадковістю, що тривалий час формувалася у конкретних еколого-географічних умовах того регіону, де цей вид формувалася.

Гібридні рослини, що зростають на колекційній ділянці ботанічного саду ДНУ

Піддослідна форма	Гібрид селекції НБС-ННЦ, від якого форма походить	Схема гібридизації
1-2-5	1004-88	<i>Persica vulgaris</i> supsp. <i>nectarina</i> × <i>P. vulgaris</i> subsp. <i>atropurpurea</i> × <i>P. persica</i> <i> davidiana</i>
1-2-8		
2-02-2		
1-1-4	631-89	<i>Amygdalus communis</i> × <i>Persica vulgaris</i> subsp. <i>Nectarina</i>
1-1-12		
1-1-27		
1-1-36	1027-89	<i>Persica vulgaris</i> supsp. <i>nectarina</i> × <i>P. Davidiana</i>
1-1-37	1159-89	<i>Persica vulgaris</i> supsp. <i>nectarina</i> × <i>P. kansuensis</i> × <i>P. mira</i>
1-2-26	3-12-37	<i>P. kansuensis</i> × <i>P. mira</i> × <i>Persica vulgaris</i> supsp. <i>Nectarine</i>
1-1-1	324-87	<i>Persica vulgaris</i> supsp. <i>nectarina</i> × <i>P. Kansuensis</i>
1-2-32	285-89	<i>Persica vulgaris</i> subsp. <i>nectarina</i> × <i>P. mira</i> × <i>P. ferganensis</i> × <i>P. Kansuensis</i>
2-05-4	1005-88	<i>Persica vulgaris</i> supsp. <i>nectarina</i> × <i>P. vulgaris</i> × <i>P. Davidiana</i>

Експериментально встановлено, що еталонні види – персик звичайний та мигдаль звичайний – за цими показниками достовірно змінювалися, зокрема, залежно від періоду вегетації (рис. 1, 2). Для мигдалю притаманні високі значення активності каталази на початку періоду вегетації (0,912 мкмоль/хв. × 1 г сирової маси). Для персика звичайного, навпаки, значення активності каталази є відносно низьким (0,167 мкмоль/хв. × 1 г сирової маси).

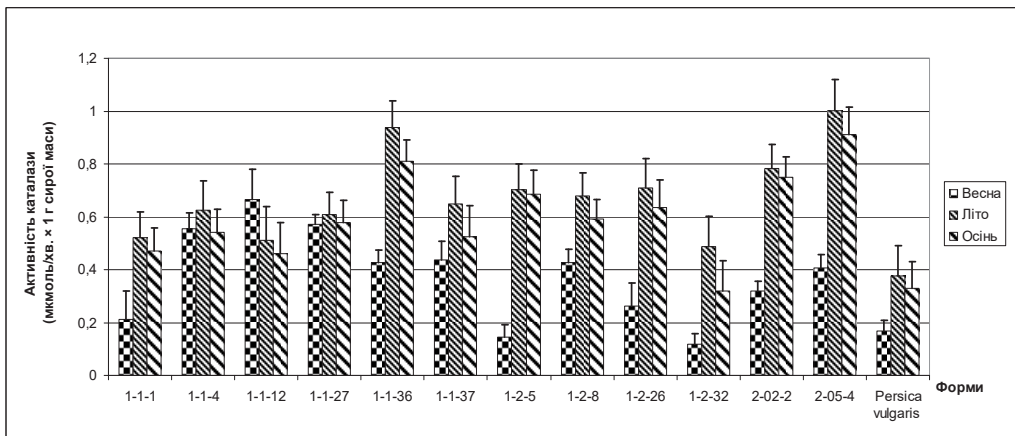


Рис. 1. Відмінності між активністю каталази досліджуваних гібридів та *Persica vulgaris*, мкмоль/хв. × 1 г сирової маси

На початку періоду вегетації активність ферменту максимально зростала у форми 1-1-12 та 1-1-27 і складала 0,665 та 0,57 мкмоль/хв. × 1 г сирової маси відповідно; мінімальний показник у форм 1-2-5 та 1-2-32 і становив 0,146 та 0,118 мкмоль/хв. × 1 г сирової маси. Також високі значення були відмічені у форм 1-1-4 та 1-1-37. Низькі значення активності каталази притаманні гібридогенним формам 1-1-1, 1-2-26, 2-02-2. Всі інші форми займали проміжне положення.

У середині періоду вегетації у персика звичайного показник активності ферменту значно нижчий, ніж у мигдалю звичайного, і складав 0,376 та 0,958 мкмоль/хв. \times 1 г сирової маси відповідно.

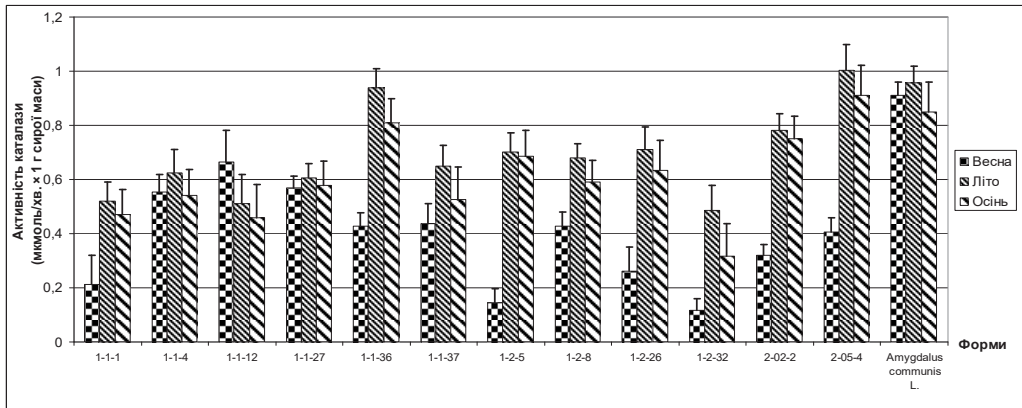


Рис. 2. Відмінності між активністю каталази досліджуваних гібридів та *Amygdalus communis L.*, мкмоль/хв. \times 1 г сирової маси

Максимальна активність каталази відмічена у форм 2-05-4 – 1,003 мкмоль/хв. \times 1 г сирової маси; мінімальний показник для 1-2-32 – 0,487 мкмоль/хв. \times 1 г сирової маси. Також високі показники активності ферменту виявлено у форм 1-1-36, 2-02-2 та 1-2-26, що наближує ці форми за показником до мигдалю. Тоді як у форм 1-1-1, 1-2-32, 1-1-36, 1-1-12 значення активності каталази зросли незначно, що робить ці форми схожими на персик. Решта форм має проміжні значення активності ферменту.

У кінці періоду вегетації у персика звичайного показник активності ферменту значно нижчий, ніж у мигдалю звичайного, і становив 0,33 та 0,849 мкмоль/хв. \times 1 г сирової маси.

Максимальна активність каталази виявлена у формі 2-05-4 – 0,912 мкмоль/хв. \times 1 г сирової маси; мінімальна – для 1-2-32 (0,318 мкмоль/хв. \times 1 г сирової маси). В даній ситуації в частини форм спостерігалось повільне повернення активності каталази до рівня значень, характерних для цієї форми на початку періоду вегетації (1-1-1, 1-1-4, 1-1-27, 1-2-32). Це вказує на поступовий перехід рослинного організму до стану відносного спокою в осінньо-зимовий період, що робить їх схожими на персик звичайний. Зворотна тенденція спостерігалася у форм 1-1-36, 1-2-5, 1-2-26, 2-02-2, 2-05-4. У даному випадку значення активності каталази не поверталось до рівня початку вегетації, що робить їх схожими до мигдалю звичайного. Решта форм мали проміжні значення активності каталази.

Досить цікавою є гібридогенна форма 1-1-37, яка при досить невисокій активності каталази протягом вегетаційного сезону не припиняла вегетацію в осінній період.

Низька активність каталази, яка виявлена нами у листках гібридів, можливо, вказує про зміщення прооксидантно-антиоксидантної рівноваги в напрямку розщеплення активних форм кисню та залучення їх до процесів окиснення ліпідів мембран.

Висновки. В результаті проведених нами досліджень встановлено, що рослини досліджених гібридних форм F2 характеризуються індивідуальною зміною активності каталази, яка змінювалася неоднозначно впродовж періоду вегетації.

Зміна активності ферменту є індивідуальною у різних форм. У частини форм спостерігалось повільне повернення активності каталази до рівня значень, характерних для цієї форми на початку періоду вегетації (1-1-1, 1-1-4, 1-1-27, 1-2-32). Зворотна тенденція спостерігалася у форм 1-1-36, 1-2-5, 1-2-26, 2-02-2, 2-05-4.

Ми рекомендуємо сорти з високою стійкістю для більш широкого впровадження у розвитку сучасного плодівництва та системи озеленення промислового міста або в якості селекційного матеріалу при створенні плодкових культур

Бібліографічні посилання

1. Спецпрактикум з фізіології та біохімії рослин. О. М. Вінниченко, В. С. Більчук, Ю. В. Лихолат, Г. С. Россихіна-Галича, Л. В. Шупранова. Дніпропетровськ: ФОП Середняк Т. К., 2014. 224 с.
2. **Григорюк І. П., Яворовський П. П., Лихолат Ю. В.** Технології вирощування і біорегуляція стійкості газонних рослин у міському урбанізованому середовищі: монографія Київ: НУБІП України. 2014. 223 с.
3. Аналіз біологічного видового різноманіття представителів подсемейства Prunoideae Foske семейства Rosaceae Juss. в ботанических садах Днепропетровщины. А. Н. Кабар, Ю. В. Лихолат, В. Ф. Опанасенко, Е. П. Шоферистов. Матеріали Міжн. наук.-практ. конф. *Біорізноманіття: теорія, практика та методичні аспекти вивчення у загальноосвітній та вищій школі*. Полтава. 2010. С. 83–85.
4. Особливості дії антиоксидантних систем гібридогенних форм кісточкових селекції НБС-ННЦ в умовах Степового Придніп'я. А. М. Кабар, Ю. В. Лихолат, Я. О. Лучка, В. Р. Давидов, А. В. Янченко. *Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель*. Дніпропетровськ: ЛІРА. 2016. Вип. 45. С. 125–131.
5. **Лихолат Ю. В.** Еколого-фізіологічні особливості багаторічних дерноутворюючих злаків техногенних територій: монографія. Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетровського ун-ту. 1999. 210 с.
6. **Лихолат Ю. В., Григорюк І. П.** Використання дерноутворюючих трав для діагностики рівня забруднення навколишнього середовища важкими металами. *Доповіді Національної академії наук України*. 2005. № 8. С. 196–200.
7. **Мицик Л. П., Лихолат Ю. В.** Дерновий покрив техногенних територій. Дніпропетровськ: ДДУ, 1997. 92 с.
8. Enzymes and Peroxidase Isoforms Variation in the Dormant Buds of Fruit Plants Introduced in the Steppe Zone. А.Кабар, N. Khromykh, L. Shupranova, Y. Lykholat. *Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality*. Nitra: Slovak University of Agriculture in Nitra, November, 2016. P. 155–159.
9. Metabolic responses of steppe forest trees to altirudeassociated local environmental changes. Y. Lykholat, N. Khromykh, I. Ivan'ko, I. Kovalenko, L. Shupranova, M. Kharytonov. *Agriculture & Forestry*. 2016, Vol.62, Issue 2: Podgorica. P. 163–171.
10. Assessment and prediction of viability and metabolic activity of TILIA PLATYPHYLLOS in arid steppe climate of Ukraine / Y. Lykholat, A. Alekseeva, N. Khromykh, I. Ivan'ko, M. Kharytonov, I. Kovalenko. *Agriculture and Forestry*. Volume 62. Issue 3: Podgorica. 2016. P. 65–71.
11. **Lykholat E. A., Chernaya V. I.** Parameters of peroxidation and proteolysis in the organism of the liquidators of Chernobyl accident consequences. *Укр. біохім. журн.* 1999. Т. 71, № 3. С. 82–85.
12. **Lykholat T., Lykholat O., Antonyuk S.** Immunohistochemical and biochemical analysis of mammary gland tumours of different age patients. *Цитологія і генетика*. 2016. Т. 50, № 1. С. 40–51.
13. **Manzoor M.** Variation in minerals, phenolics and antioxidant activity of peel and pulp of different varieties of peach (*Prunus persica* L.) fruit from Pakistan / M. Manzoor, F. Anwar, Z. Mahmood, U. Rashid, M. Ashraf // *Molecules*. 2012. 17. P. 6491–6506.
14. **Yermishev O., Lykholat O., Lykholat O.** Effect of alimentary synthetic estrogen on cell compensatory mechanisms in rats of different ages. *BIOLOGIJA*. 2017. Vol. 63. No. 2. P. 152–159.

Надійшла до редколегії 23.04.2017 р.