CZU: 577.15:634.11 **https://doi.org/10.59295/sum1(191)2026_34**

MODIFICAREA ACTIVITĂȚII PEROXIDAZEI ȘI CATALAZEI ÎN FRUNZELE POMILOR DE MĂR ÎN DEPENDENȚĂ DE CONDIȚIILE DE CREȘTERE ȘI PARTICULARITĂȚILE BIOLOGICE ALE SOIURILOR

Valentina SVETLICENCO,
Ana POPOVICI,
Alexandru NICUȚĂ,

Universitatea de Stat din Moldova

Scopul prezentului studiu constă în evaluarea în dinamica perioadei de vegetație a activității enzimelor peroxidaza și catalaza în frunzele pomilor soiurilor de iarnă de măr Golden Spur și Granny Smith. Importanța acestor enzime constă în participarea lor, cu rol difirențiat, la adaptarea și rezistența pomilor la condițiile nefavorabile ale mediului, precum și la procesele de creștere, dezvoltare și fructificare. Valorile activității enzimelor cercetate pe parcursul perioadei de vegetație s-au modificat în funcție de procesele fiziologo-biochimice ce au avut loc în anumite fenofaze de dezvoltare ale pomilor, de condițiile de creștere (temperatura, umiditatea solului, seceta atmosferică etc.), precum și de particularitățile biologice ale soiurilor. În cazul ambelor soiuri activitatea peroxidazei și a catalazei în frunze a fost mai sporită în varianta cu plante crescute în condiții de neirigare.

Cuvinte-cheie: *pomi de măr, soiuri, frunze, peroxidază, catalază, umiditate, stres hidric.*

MODIFICATION OF PEROXIDASE AND CATALASE ACTIVITY IN APPLE TREE LEAVES DEPENDING ON GROWING CONDITIONS AND BIOLOGICAL PARTICULARITIES OF VARIETIES

The aim of this study is to evaluate the dynamics of the activity of the enzymes peroxidase and catalase in the leaves of the winter apple varieties Golden Spur and Granny Smith during the growing season. The importance of these enzymes lies in their participation, with a differentiated role, in the adaptation and resistance of the trees to unfavorable environmental conditions, as well as in the processes of growth, development and fruiting. The values of the enzyme activity investigated during the vegetation period changed depending on the physiological-biochemical processes that took place in certain phenophases of tree development, the growth conditions (temperature, soil moisture, atmospheric drought, etc.), as well as the biological particularities of the varieties. In the case of both varieties, the activity of peroxidase and catalase in the leaves was more increased in the variant with plants grown under non-irrigated conditions.

Keywords: *apple trees, varieties, leaves, peroxidase, catalase, humidity, water stress*

Introducere

Stresurile abiotice cauzate de schimbările climatice, în principal seceta și temperaturile extreme, reduc semnificativ productivitatea globală a culturilor agricole. Aceste stresuri duc la acumularea excesivă de specii reactive de oxigen (SRO), care provoacă deteriorări oxidative și perturbă procesele fiziologice și moleculare din plante [4; 9; 12].

Ca răspuns la stres, se activează mecanisme de protecție: stomatele se închid pentru a reduce transpirația [10, p. 843-867], se acumulează osmolite (prolină, zaharuri) pentru reținerea apei, se sintetizează proteine de stres etc. [6].

Stresul hidric și cel hipotermic determină în organismul vegetal modificări adaptative, orientate spre mobilizarea rezervelor interne și adaptarea la noile condiții. Pentru a suprima dezvoltarea stresului oxidativ, plantele activează sistemul antioxidant enzimatic, care include atât antioxidanți cu masă moleculară mică, cât și enzime specifice [2, p. 50–62; 5, p. 1-26].

Enzimele antioxidante joacă un rol important în adaptarea plantelor agricole la secetă și temperaturi ridicate. Ele asigură neutralizarea excesului de specii reactive de oxigen formate în condiții de stres,

previn deteriorarea membranelor celulare și mențin activitatea metabolică pentru păstrarea viabilității și productivității plantelor [1].

Printre principalele enzime implicate în neutralizarea SRO se numără catalaza și peroxidaza. Catalaza este o enzimă larg răspândită în țesuturile vegetale. Acțiunea sa catalitică constă în descompunerea peroxidului de hidrogen cu eliberarea oxigenului molecular [7, p. 56-59; 11,p.14-16].

Peroxidaza este una dintre enzimele-cheie implicate în reglarea creșterii, diferențierii și dezvoltării plantelor. Această enzimă participă la formarea pereților celulari, la procesul de respirație a plantelor și la protecția țesuturilor împotriva diferitelor tipuri de leziuni [7, p. 56-59]. Aceasta determină nu numai creșterea și dezvoltarea plantelor, dar și reacția lor antioxidantă de rezistență la fluctuația factorilor nefavorabili de mediu.

Mărul se numără printre cele mai solicitate culturi pomicole. Deficitul de apă și temperaturile ridicate în perioada de vegetație provoacă stres la cultura mărului, ceea ce se manifestă prin căderea ovarelor și a frunzelor, afectarea formării mugurilor de rod și reducerea productivității cu 15–30 %. Plantele suferă în cursul procesului de dereglare a metabolismului, încetinirii creșterii și deshidratării. Toate aceste reacții sunt însoțite de modificări ale proceselor redox, orientate spre menținerea stabilității organismului [1].

Reeșind din cele expuse mai sus, scopul cercetărilor a constat în evaluarea în dinamica perioadei de vegetație a activității enzimelor peroxidaza și catalaza în frunzele pomilor diferitor soiuri de măr cultivați în condiții de irigare și neirigare. Acest fapt ne va ajuta în identificarea rolului acestor enzime în răspunsurile antioxidante și de reducere a stresului plantelor la fluctuația factorilor climatici, ceea ce ar putea servi ca bază pentru elaborarea ulterioară a unor procedee de dirijare direcționată a stării funcționale și optimizare a procesului de producție la pomii fructiferi în contextul schimbărilor climatice.

Materiale și metode

Investigațiile au fost efectuate pe parcursul perioadei de vegetație în cadrul lizimetrelor Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor al USM. Ca obiect de studiu au servit pomii a 2 soiuri de iarnă de măr – Granny Smith și Golden Spur, conform schemei:

Nr.	Variante	Efectuarea tratamentelor în perioada de vegetație
		Radicular
1.	Varianta experimentală: plante crescute în condiții de neirigare	La începutul perioadei de vegetație (martie) împrejurul bazei tulpinei pomilor de prun și măr au fost aplicate macroîngrășăminte
2.	Varianta martor: plante crescute în condiții de irigare (umiditatea solului 70 % CCS)	

În dinamica perioadei de vegetație umiditatea solului a fost menținută la nivelul de aproximativ 70 % din capacitatea de câmp a solului. Pentru menținerea nivelului de umiditate a solului în limitele planificate, în jurul trunchiului pomilor a fost instalată o peliculă.

Activitatea enzimei peroxidaza și catalaza în frunze pe parcursul perioadei de vegetație a fost evaluată utilizând metodele propuse de Ермаков, A. [8]; Chance B. și Maehly A. [3]. Prezentarea grafică a datelor a fost executată cu utilizarea softului Microsoft Excel Office 2019.

Rezultate și discuții

În rezultatul cercetărilor efectuate s-a constatat, că activitatea acestor enzime oxido-reducătoare evidențiază particularitățile fiziologice ale proceselor metabolice din frunzele pomilor crescuți atât în condiții de irigare, cât și de neirigare.

La mijlocul lunii mai și la finele primei decade a lunii iunie activitatea enzimei peroxidaza în frunzele pomilor de măr s-a menținut la aproximativ același nivel în cazul ambelor soiuri. Ulterior, în prima decadă a lunii iulie s-a înregistrat o creștere semnificativă a activității acesteia, comparativ cu termenii precedenți. La soiul Golden Spur activitatea peroxidazei în frunze a crescut de 2,5 ori în varianta martor, respectiv de 3 ori în varianta cu plante crescute în condiții de neirigare. Această tendință s-a menținut și la soiul Granny

Smith, cu aproximativ o creștere de 2 ori în cazul ambelor variante. Această creștere poate fi explicată reeșind din particularitățile biologice ale mărului, specie cu pornire mai tardivă în vegetație, precum și condițiile de secetă înregistrate în lunile iulie - august. O sporire mai accentuată a activității peroxidazei în frunze s-a manifestat în perioadele ulterioare. Pe data de 12 august a fost înregistrată o creștere semnificativă a activității peroxidazei, la soiul de măr Golden Spur atestându-se sporirea activității enzimei de 2,8 ori în varianta martor, respectiv de 3,1 ori în varianta cu plante crescute în condiții de neirigare. Legitatea a fost valabilă și în cazul soiului Granny Smith, înregistrându-se o sporire a activității enzimei de 1,2 ori în varianta martor, respectiv 1,4 ori față de termenul precedent în varianta experimentală (fig. 1).

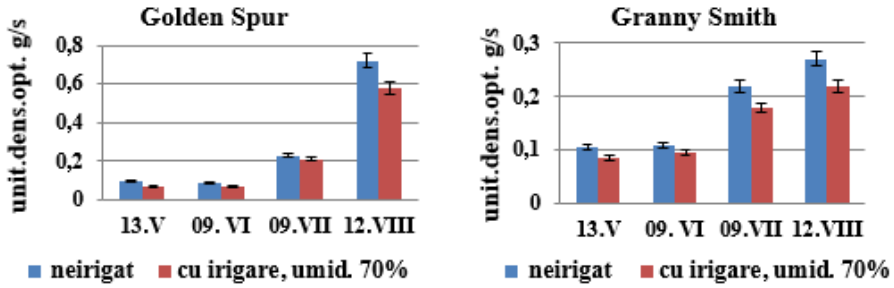


Fig. 1. Activitatea peroxidazei în frunzele pomilor de măr, în dependență de condițiile de creștere și genotip.

Astfel, investigațiile efectuate pe parcursul perioadei de vegetație au relevat o activitate mai înaltă a enzimei peroxidaza în frunzele pomilor cultivați în condiții de neirigare, la soiul Golden Spur cu 9,5-47 %, respectiv Granny Smith cu 14,7-24,7 %, în raport cu cele de pe pomii cultivați în condiții de irigare. Aceste rezultate indică o intensificare a proceselor fiziologo-biochimice și o acumulare mai mare de substanțe oxidative în condiții de insuficiență de umiditate. În condiții optime de creștere (cu irigare, 70 % CCS), procesele metabolice decurg normal, fără acumularea excesivă de compuși oxidanți.

În fenofaza de creștere intensivă a lăstarilor au fost înregistrate valori mai sporite ale activității enzimei catalaza, în raport cu peroxidaza. Rezultatele obținute au arătat (fig. 2), că cea mai sporită activitate a enzimei catalaza în frunze în această perioadă de dezvoltare a pomilor se atestă la soiul de măr Golden Spur – 0,71 µmoli/s (varianta martor – 0,61 µmoli/s) din varianta cu plante crescute în condiții de neirigare. O activitate mai scăzută a enzimei în frunze a fost înregistrată la pomii soiului de măr Granny Smith – 0,57 µmoli/s (varianta experimentală – 0,62 µmoli/s) crescuți în aceleași condiții. Datele obținute confirmă intensitatea sporită a proceselor metabolice ce decurg în această fază de dezvoltare a pomilor. Ulterior, în fenofaza de încetinire și încetare a creșterii lăstarilor s-a înregistrat o activitate semnificativ mai scăzută a enzimei, la soiul Golden Spur cu 28,4-32,8 %, respectiv cu 16-25,4 % în cazul soiului Granny Smith, în dependență de varianta aplicată. De asemenea, de menționat că la începutul fenofazei de maturare a fructelor (13 august) activitatea catalazei a rămas relativ constantă la ambele soiuri (fig. 2).

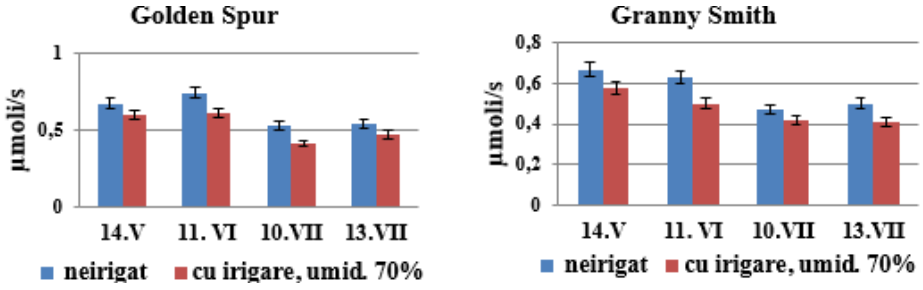


Fig. 2. Activitatea catalazei în frunzele pomilor de măr, în dependență de condițiile de creștere și genotip

Astfel, pe parcursul perioadei de vegetație cea mai înaltă activitate a enzimei catalaza în frunze a fost înregistrată în varianta cu pomi cultivați în condiții de neirigare, cu 11,9-26 % la soiul Golden Spur, respectiv cu 11,9-26 % la soiul Granny Smith, în raport cu cea cu pomi cultivați în condiții optime de creștere (cu irigare).

Deci, atât peroxidaza, cât și catalaza își intensifică activitatea în condiții de creștere cu insuficiență de umiditate, având un rol important în adaptarea pomilor la fluctuația factorilor nefavorabili de mediu.

Analiza generală a rezultatelor relevă o creștere treptată a activității peroxidazei și diminuare progresivă a activității catalazei pe parcursul perioadei de vegetație. Activitatea enzimelor a depins în mare parte și de particularitățile biologice ale soiurilor. În medie, pe perioada de vegetație, frunzele colectate de pe pomii de soiul Golden Spur au prezentat o activitate mai sporită a enzimei peroxidaza (0,23-0,28 unit. dens. opt. g/s), în raport cu cele colectate de pe pomii de soiul Granny Smith. De asemenea, menționăm că soiul Golden Spur s-a caracterizat prin activitate puțin mai sporită în frunze și în cazul enzimei catalaza (0,51-0,62 μmoli/s).

Putem conchide, că dinamica modificărilor pe parcursul vegetației în activitatea peroxidazei și catalazei reflectă procesele de creștere și dezvoltare ale pomilor de măr. Sporirea activității acestor enzime indică gradul de implicare și importanța lor în procesele metabolice. Totodată, enzimele cercetate îndeplinesc funcții diferențiate si esențiale în procesele metabolice a pomilor de măr, dezvoltând mecanisme de rezistență și adaptare la condiții nefavorabile de mediu, ceea ce contribuie la sporirea productivității pomilor și calității fructelor.

Concluzii

1. Activitatea enzimelor peroxidaza și catalaza în frunzele soiurilor de măr Golden Spur și Granny Smith s-a modificat în dinamica perioadei de vegetație în funcție de procesele fiziologo-biochimice ce au derulat în anumite fenofaze de creștere și dezvoltare ale pomilor, condițiile de creștere (umiditatea solului, temperatura etc.) și particularitățile biologice ale soiurilor.
2. Cercetările efectuate relevă că la pomii ambelor soiuri de măr, crescuți în condiții de neirigare, se înregistrează cea mai înaltă activitate a enzimelor catalaza și peroxidaza în frunze, în raport cu cei crescuți în condiții de irigare (umiditatea solului - 70 % CCS).
3. Cea mai sporită activitate a enzimelor cercetate a fost înregistrată la soiul de măr Goden Spur atât în varianta cu plante crescute în condiții de irigare, cât și de neirigare. În frunzele pomilor de măr de soiul Granny Smith activitatea acestora a fost mai diminuată.

Bibliografie:

1. POPOVICI, A., SVETLICENCO, V., NICUȚA, A., GÎSCA, A. Modificarea activității enzimei catalaza în frunzele pomilor de prun și măr, în dependență de genotip și condițiile de creștere. În: *Studia Universitatis Moldaviae (Seria Științe Reale și ale Naturii).* 2025, nr. 1(181), pp. 309-313. ISSN 1814-32-37.
2. ŞTEFÎRŢĂ, A., ALUCHI, N. și al. Antrenarea enzimelor peroxidice în protecția antioxidativă a plantelor în condiții de secetă. În: *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții.* 2011, nr. 1 (313), pp.50-62. ISSN 1857-064X.
3. CHANCE, B., MAEHLY, A. Assay of catalase and peroxidaze. In: *Methods in Enzymology*, 1955, vol. 2, p.764-775. ISSN 0076 -6879.
4. RAZA, A. et. al. Role of plant peroxisomal catalase in temperature and drought stress: Physio-biochemical and molecular perspectives. In: *Plant Physiology and Biochemistry.* 2025, vol. 229, Part D, 110730. ISSN 1873-2690 (online).
5. SHARMA, P., JHA, A.B., DUBEI, R.S., RESSARAKLI, M. Reactive oxigen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. In: *Jurnal of botany*. 2012, Article ID 217037, p. 1- 26. ISSN 2090-0120 (print). ISSN 2090-0139 (online).
6. АЛЕХИНА, Н. Д., БАЛНОКИН, Ю. В., ГАВРИЛЕНКО, В. Ф. и др. *Физиология растений*. Москва: Академия, 2005. 640 с.
7. ВОСКРЕСЕНСКАЯ, О. Л., САРБАЕВА, Е. В., СТАРИКОВА, Е. А. Изменение активности антиоксидантных ферментов у интродуцированных хвойных растений в условиях городской среды. В: *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2015, с. 56-59. Доступно: DOI 10.18286/1816-4501-2015-2-56-59 [Просмотрено: 17.02.2026].
8. ЕРМАКОВ, А. И. и др. *Методы биохимического исследования растений*. Ленинград: Агропромиздат, 1987, 430 с.

9. КОШКИН, Е. И. *Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур.* Москва: Дрофа, 2010. 638 с. ISBN 978-5-358-07798-0.
10. ЛАСТОЧКИНА, О. В. Адаптация и устойчивость растений пшеницы к засухе, опосредованная природными регуляторами роста Bacillus SPP.: механизмы реализации и практическая значимость (обзор). В: *Сельскохозяйственная биология.* 2021, том 56, №5, с. 843-867. ISSN 0131-6397.
11. МАЗЕЦ, Ж. Э., СУДЕЙНАЯ, С. В., ГРИЦКЕВИЧ, Е. Р. *Практикум по физиологии растений*. Часть II. Учебно-методическое пособие. Минск: БГПУ, 2010, с. 14-16. ISBN 978-985-541-011-0.
12. МУРАШЕВ, С. В., ГОНЧАРОВА, Э. Г., БОБКО, А. Л. Ферментативная активность в тканях растений в состоянии покоя и её связь с продуктивностью и хранением запасающих органов в охлаждённом состоянии. В: *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2013, т. 15, № 3 (5), с. 1670-1672. ISSN 1990-5378.

N. B.: *Cercetările au fost realizate în cadrul Subprogramului 011101 „Abordări genetice și biotehnologice de management al agroecosistemelor în condițiile schimbărilor climatice”, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării.*

Date despre autori:
Valentina SVETLICENCO, cercetător științific în biologie, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, Universitatea de Stat din Moldova.
ORCID: 0000-0002-7376-949X
E-mail:valentina.svetlicenco@sti.usm.md

Ana POPOVICI, cercetător științific în biologie, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, Universitatea de Stat din Moldova.
ORCID: 0009-0000-9543-0625
E-mail: ana.popovici@sti.usm.md

Alexandru NICUȚĂ, doctor în științe biologice, Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, Universitatea de Stat din Moldova.
ORCID: 0000-0003-3964-130X
E-mail: alexandru.nicuta@sti.usm.md

Prezentat: 27.02.2026
Recenzat: 20.03.2026
Acceptat spre publicare: 20.05.2026