

CZU: 582.632.2:581.19

**ACTIVITATEA SUBSTANȚELOR ANTIOXIDANTE ÎN MUGURII
ARBORILOR STEJARULUI PEDUNCULAT (*Quercus robur*)
CU DIFERITE TERMENE DE ÎNFRUNZIRE**

Petru CUZA

Universitatea de Stat din Moldova

A fost determinată activitatea sumară a oxidazelor, catalazelor și a substanțelor antioxidante în extractele din mugurii arborilor de *Quercus robur* care se caracterizează prin diferite termene de înfrunzire. În celulele mugurilor apicali, primăvara, schimbările componentelor care determină potențialul oxidoreductiv se manifestă mai timpuriu, în comparație cu cele din mugurii laterali. Accelerarea activării enzimelor menționate poate fi cauzată de eliminarea mai timpurie a dormitării mugurilor apicali în comparație cu cei laterali. Activitatea substanțelor care caracterizează potențialul oxidoreductiv în celulele mugurilor arborilor stejarului pedunculat cu desfacerea timpurie a frunzelor este semnificativ mai ridicată decât cea specifică arborilor cu înfrunzire târzie. Ținând seama de faptul că predecesorii descendenților cu desfacerea timpurie a frunzelor sunt de origine sudică, iar cei cu înfrunzire târzie provin din centrul țării, este posibil ca descendenții acestora să fi moștenit de-a lungul timpului, probabil pe cale epigenetică, capacitatea de a elimina starea de dormitare în corespundere cu perioada caracteristică exemplarelor ancestrale.

Cuvinte-cheie: *Quercus robur*, înfrunzire timpurie, înfrunzire târzie, catalaze, oxidaze, substanțe antioxidante, activitate.

**THE ACTIVITY OF ANTIOXIDANT SUBSTANCES IN BUDS OF
PEDUNCULATE OAK (*Quercus robur*) WITH DIFFERENT TERMS OF LEAF**

The summary activity of oxidases, catalases and antioxidant substances in tree buds of *Quercus robur*, which are characterized by different terms of leaf, was determined. In the cells of apical buds, in spring, the change in the components that determine the oxidative reduction potential is earlier than in the lateral buds. The acceleration of the activation of the mentioned enzymes may be caused by the earlier elimination of dormancy apical buds in comparison with lateral buds. The activity of the substances that characterize the oxido-reductive potential for the stem cells of the pedunculate oak with early leaf is significantly higher than that of late-leaf trees. Considering the fact that the predecessors of early-fall descendants are of Southern origin, and the late ones come from the central part of the country, it is possible that their descendants have inherited in time, probably epigenetically, the ability to eliminate the dormancy state in accordance with the characteristic period of the ancestral specimens.

Keywords: *Quercus robur*, early leaf, late leaf, catalase, oxidase, antioxidant, activity.

Introducere

Din cauza condițiilor climatice excesive, înghețul produce pagube pomilor [1] și arborilor din culturile forestiere [2]. Chiar dacă gerul limitează distribuția speciilor de arbori [3] și produce pagube economice considerabile, fenomenul în cauza nu este suficient studiat, în comparație cu alți factori de stres de ordin abiotic și biotic. Cauza poate consta în faptul că deteriorările se produc în perioada când arborii se găsesc în starea repausului de iarnă și nu pot fi evaluate decât în următorul sezon de vegetație.

Riscul înghețului arborilor (probabilitatea deteriorării de către ger) sporește atunci când producerea temperaturii de îngheț coincide cu perioada de vulnerabilitate a plantelor (susceptibilitatea față de ger). Pe parcursul ciclului anual al creșterii și repausului mai primejdioase pentru arbori sunt perioadele cu temperaturi de trecere – toamna și primăvara. Probabilitatea înghețurilor de toamnă și de primăvară sunt echivalente [4]. Toamna și primăvara înghețurile moderate pot pricinui pagube semnificative arborilor [2]. Datorită adaptării rapide a plantelor în perioada de toamnă, temperaturile de iarnă depășesc (sunt mai joase) acelea cu care se ciocnesc arborii în timpul iernii [5,6].

În vederea prevenirii deteriorării arborilor de către temperaturile negative toamna sau primăvara, important este să se cunoască suficient de bine procesele fiziologice care se desfășoară la plante. Instalarea și eliminarea endodormitării influențează susceptibilitatea organelor vulnerabile față de ger în perioada desfășurării fazelor

fenologice de primăvară (desfacerea frunzelor, înflorirea) [7]. Reiese că intrarea și eliminarea fazei de repaus are loc concomitent cu aclimatizarea și dezaclimatizarea arborilor la ger [8,9]. După terminarea creșterii, aclimatizarea la ger și instalarea endodormitării sunt controlate de către temperaturile joase, pe când dezaclimatizarea și eliminarea endodormitării sunt controlate în continuare de către temperaturile blânde, mai calde. La speciile de arbori cu perioadă lungă de dormitare fotoperioda poate să influențeze eliminarea repausului și perioada dezmușuririi [10]. Fotoperioda exercită de asemenea o influență sporită asupra genotipurilor dintr-o anumită regiune geografică atunci când cerințele față de scăderea temperaturii nu se respectă [11]. În studiul de față ne-am propus să cercetăm activitatea substanțelor antioxidante la arborii stejărușii pedunculat cu înfrunzire timpurie și târzie în vederea elucidării proceselor fiziologice care decurg în mușurii plantelor la faza eliminării dormitării.

Material și metode

Mușurii apicali și laterali au fost colectați în primăvara anului 2014 (11 aprilie) de la 6 arbori de stejar pedunculat, care se caracterizează prin diferite termene de înfrunzire. Arborii cresc pe lotul experimental din teritoriul Rezervației Științifice „Plaiul Fagului” și reprezintă culturi forestiere de stejar pedunculat de diferită proveniență ecologică (fondate în anul 2003). Culturile experimentale au fost instalate prin semănatul ghindei în cuiburi distanțate la 1 x 1 m. Ghinda pentru semănături a fost recoltată în arboretele care cresc pe teritoriul ocoalelor silvice Edineț, Hârjauca, Zloți, Baimaclia, precum și în rezervația „Plaiul Fagului”. Pe teren fiecare proveniență a fost formată prin executarea semănatului ghindei în câte 10 rânduri. De-a lungul unui anumit rând au fost formate 15 cuiburi, în care s-a introdus ghinda provenită de la un anumit arbore. În laborator a fost realizată analiza biochimică a mușurilor apicali și laterali colectați în conformitate cu metoda oximetriei descrisă în lucrările anterioare [12].

Rezultate și discuții

Evidențierea în habitate diferite a arborilor stejărușii pedunculat cu desfacerea timpurie și târzie a frunzelor a trezit interesul cercetătorilor pentru studierea particularităților lor biologice și ecologice. E.I. Enicova [13], cercetând rasele stejărușii pedunculat în condițiile pădurii Șipov (regiunea Voronej, Federația Rusă), a ajuns la concluzia că stejăreii cu desfacerea timpurie a frunzelor sunt mai rezistenți la secetă decât acei care au înfrunzit târziu. Autoarea a constatat că stejarul cu înfrunzirea timpurie se caracterizează prin structura xeromorfă a frunzelor, care se deosebește prin lungimea mai mare a nervurilor și numărul mai mare de stomate pentru unitatea de suprafață în comparație cu frunzele rasei târzii. După datele altor cercetători, stejării cu înfrunzirea târzie în anii secetoși se vatămă mai puternic decât cei cu înfrunzirea timpurie, ceea ce semnifică caracterul mezofil al frunzelor rasei târzii [14]. De rând cu particularitățile morfologice ale frunzelor populațiilor cu înfrunzire timpurie sau târzie, care prezintă informații despre structura lor (xeromorfă sau mezofilă), un anumit interes științific prezintă cercetările de față referitoare la activitatea substanțelor antioxidante în mușurii stejărușii care se remarcă prin diferite termene de desfacere a frunzelor.

Datele reflectate în Figura 1 denotă că la data de 11 aprilie, zi în care au fost recoltate probele de mușuri, activitatea catalazelor, oxidazelor și a substanțelor antioxidante în extractele din mușurii stejărușii cu desfacerea timpurie a frunzelor a fost înaltă. Se cunoaște că primăvara, în a doua decadă a lunii aprilie, se manifestă dividerea celulelor, inițierea proceselor de creștere activă a primordiilor și desfacerea frunzelor la stejari [2,15]. Procesele respective necesită energie și utilizează oxigenul cu implicarea diferitelor reacții enzimatice (asigurate de oxidaze), ceea ce provoacă apariția *speciilor reactive ale oxigenului* și determină activarea enzimelor antioxidante (catalazele și peroxidazele) care descompun peroxidul de hidrogen [16]. Datorită acestui fapt, procesele antioxidante în mușurii puietilor cu înfrunzire timpurie au decurs activ (Fig.1). De menționat că în extractele din mușurii laterali, în comparație cu cei apicali ai puietilor, se observă tendința de depășire a activității oxidazelor și a substanțelor antioxidante, ceea ce sugerează că procesele metabolice ale căilor antioxidante în mușurii apicali s-au inițiat mai devreme decât în cei laterali. În această privință, rezultatele obținute concordă cu cele obținute de noi anterior, în conformitate cu care primăvara, în perioada premergătoare înfrunzirii, activitatea componentelor antioxidante sporește mai timpuriu în mușurii apicali în comparație cu cei laterali [12]. Considerăm că sporirea mai timpurie a activității antioxidante în mușurii apicali în comparație cu cei laterali este determinată de eliminarea mai precoce la aceștia a dormitării, care, probabil, este controlată de semnalele pragului temperaturilor ridicate ale primăverii.

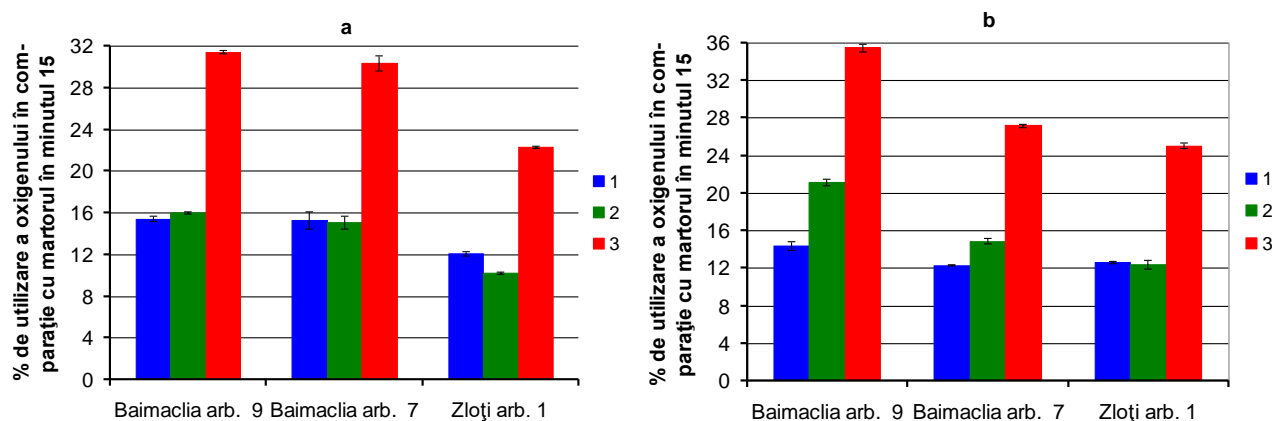


Fig.1. Activitatea catalazelor (1), oxidazelor plus antioxidanților (2) și cea sumară a catalazelor, oxidazelor și antioxidanților (3) extrase din mugurii apicali (a) și laterali (b) ai exemplarelor de stejar pedunculat cu înfrunzire timpurie (11.04.2014).

Comparând activitatea diferitelor tipuri de substanțe antioxidante în extractele din mugurii puietilor, observăm diferențe semnificative între stejarii cu înfrunzire timpurie și târzie (a se compara datele din figurile 1 și 2). Este evidentă depășirea semnificativă a activității diferitelor componente ale metabolismului antioxidant în extractele atât din mugurii apicali, cât și din cei laterali, ai stejarii cu înfrunzire timpurie în comparație cu puietii care se caracterizează prin desfacerea târzie a frunzelor. Cu titlu de exemplu menționăm că după procentul de eliminare a oxigenului de către catalaze în extractele din mugurii apicali stejarul cu înfrunzire timpurie care provine din Baimaclia (numărul 7) se deosebește semnificativ ($p < 0,05$) de cel cu desfacerea târzie a frunzelor din Rezervația „Plaiul Fagului” (numărul 8). De asemenea, arborele cu desfacerea timpurie a frunzelor numărul 9 (proveniența Baimaclia) se deosebește clar ($p < 0,001$) de arborele cu înfrunzire târzie numărul 7 (proveniența „Plaiul Fagului”) după procentul de legare a oxigenului de către oxidaze în extractele mugurilor laterali. În baza rezultatelor prezentate deducem că activitatea substanțelor antioxidante în extractele mugurilor este o componentă importantă în aprecierea stării fiziologice la arborii stejarii pedunculat cu diferite termene de înfrunzire. Având în vedere că stejarii cu înfrunzire timpurie sunt de proveniență sudică (Zloți și Baimaclia), iar cei cu desfacerea târzie a frunzelor sunt de proveniență locală („Plaiul Fagului”), adică din centrul țării, reiese că de-a lungul gradientului latitudine predecesorii descendenților analizați au crescut în teritorii cu o dinamică diferită a temperaturilor de primăvară. Variația temperaturilor de primăvară de-a lungul gradientului latitudine a determinat corespunzător inițierea specifică în funcție de gradientul temperaturilor al activității componentelor antioxidante la descendenții aparținând arboretelor de origine diferită. Astfel, putem conchide că descendenții stejarii pedunculat au moștenit prin ereditate aptitudinea de a elimina starea de dormitare în corespundere cu perioada caracteristică pentru predecesori.

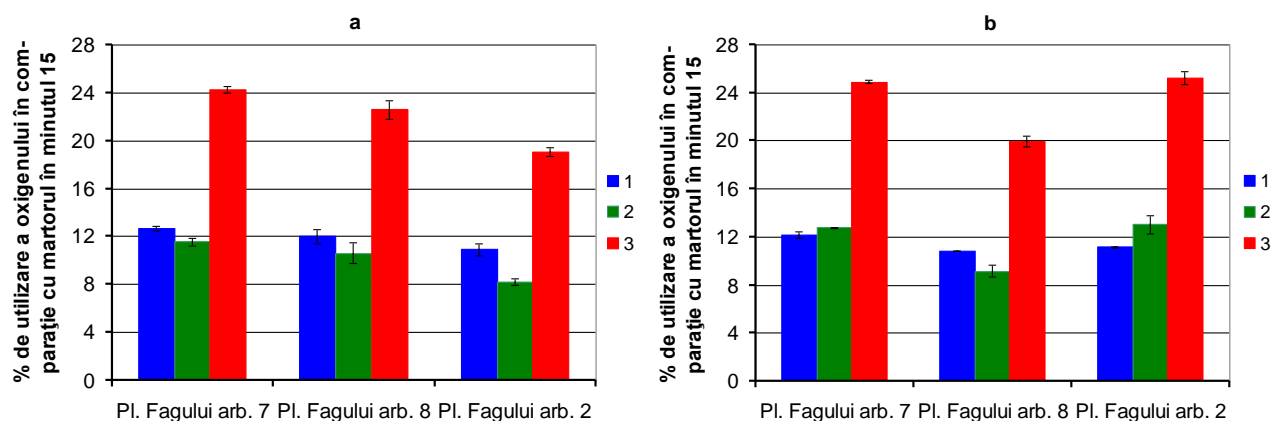


Fig.2. Activitatea catalazelor (1), oxidazelor plus antioxidanților (2) și cea sumară a catalazelor, oxidazelor și antioxidanților (3) extrase din mugurii apicali (a) și laterali (b) ai exemplarelor de stejar pedunculat cu înfrunzire târzie (11.04.2014).

Pe marginea rezultatelor obținute concluzionăm că dintre factorii care influențează dinamica desfacerii frunzelor la arborii stejarului pedunculat (altitudinea, expoziția pantei, factorii solului, caracteristicile genetice) [17] un rol deosebit în acest proces revine stării vremii din perioadă repausului vegetativ și celei caracteristice pentru timpul inițierii dez muguririi [2], precum și perioadei de dormitare [7,8]. Datele din literatură denotă că fenofazele de primăvară sunt sensibile la factorul temperatură [2,18], ceea ce necesită desfășurarea pe viitor a unor studii pe termen lung în vederea obținerii unor date referitoare la activitatea componentelor antioxidante în mugurii arborilor de stejar pedunculat în corelație cu schimbările de temperatură din timpul iernii și al primăverii [19].

Concluzii

1. Activitatea antioxidantă sumară în extractele din mugurii apicali și laterali ai arborilor stejarului pedunculat manifestă tendințe diferite. Demararea mai accelerată a activității antioxidante în extractele mugurilor apicali, în comparație cu cei laterali, poate fi cauzată de eliminarea mai timpurie a stării de dormitare în mugurii apicali. Reiese că procesele metabolice ale căilor antioxidante în mugurii apicali erau în curs de desfășurare, iar în cei laterali s-au inițiat de curând.

2. Primăvara, în extractele mugurilor arborilor cu înfrunzire timpurie este evidentă sporirea semnificativă a activității componentelor antioxidanți în comparație cu cea caracteristică pentru stejarii cu desfacerea târzie a frunzelor. Având în vedere că arborii cu înfrunzire timpurie sunt de proveniență sudică, iar cei cu desfacerea târzie a frunzelor provin din centrul țării, considerăm că de-a lungul timpului predecesorii acestora și-au adaptat activitatea fiziologică și biochimică la dinamica temperaturilor de primăvară, ceea ce s-a transmis ereditar (probabil, pe cale epigenetică) descendenților.

Referințe:

1. SNYDER R.L., MELO-ABREU J.P., MATULICH, S. *Frost Protection: Fundamentals, Practice and Economics*. Vol.2. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2005. 64 p.
2. CUZA, P. *Instalarea și menținerea speciilor de stejar (aspecte teoretice și practice)*. Chișinău: Mediul ambiant, 2017. 246 p.
3. MILESCU, I., ALEXE, A. *Pădurile pe glob*. București: Editura Agrosilvică, 1969.
4. SPULAK, O., BALCAR, V. Temperatures at the margins of a young spruce stand in relation to aboveground height. In: *J. Forest*, 2013, no6, p.302-309.
5. KOLLAS, C., KOERNER, C., RANDIN, C.F. Spring frost and growing season length co-control the cold range limits of broad-leaved trees. In: *J. Biogeogr.*, 2014, vol.41, p.773-783.
6. LARCHER, W., KAINMUELLER, C., WAGNER, J. Survival types of high mountain plants under extreme temperatures. In: *Flora*, 2010, vol.205, p.3-18.
7. LANG, G.A., EARLY, J.D., MARTIN, G.C., DARNELL, R.L. Endo-, para- and ecodormancy: physiological terminology and classification for dormancy research. In: *Hort Science*, 1987, vol.22, p.371-377.
8. PALONEN, P., LINDEN, L. Dormancy, cold hardiness, dehardening, and rehardening in selected red raspberry cultivars. In: *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 1999, vol.124, p.341-346.
9. CHARRIER, G., BONHOMME, M., LACOINTE, A., AMÉGLIO, T. Are budburst dates, dormancy and cold acclimation in walnut trees (*Juglans regia* L.) under mainly genotypic or environmental control? In: *Int. J. Biometeorol.*, 2011, vol.55, p.763-774.
10. BASLER, D., KOERNER, C. Photoperiod sensitivity of bud burst in 14 temperate forest tree species. In: *Agric. For. Meteorol.*, 2012, vol.165, p.73-81.
11. LAUBE, J., SPARKS, T.H., ESTRELLA, N., HOFER, J., ANKERST, D.P., MENZEL, A. Chilling outweighs photoperiod in preventing precocious spring development. In: *Global Change Biology*, 2014, vol.20(1), p.170-182.
12. CUZA, P., FLORENȚĂ, Gh. Antioxidant activity of substances extracted from buds of the trees of spontaneous oak species. În: *Journal of Botany*, 2017, vol.IX, no.2(15), p.96-103.
13. ЕНЬКОВА, Е.И. Климатические экотипы дуба. В: *Научные записки Воронежского Лесохозяйственного института*, 1946, т.IX, с.65-74.
14. ХАРИТОНОВИЧ, Ф.М. Сезонный прирост ранораспускающегося (*Quercus pedunculata* var. *praesox*) и позднораспускающегося (*Quercus pedunculata* var. *tardiflora*) дуба. В: *Труды по лесническому опытному делу Украины*, 1930, вып.15, с.18-24.
15. CUZA, P., ȚICU, L. Dinamica înfrunzirii la descendenții de *Quercus robur* L. din cultura experimentală și la arborii maturi. În: *Mediul Ambiant*, 2006, nr.6(30), p.24-28.

16. WISE, R., NAYLOR, A. Chilling-enhanced peroxidation. The peroxidative destruction of lipids during chilling injury to photosynthesis and ultrastructure. In: *Plant Physiol.*, 1987, vol.83, p.272-277.
17. ЕНЬКОВА, Е.И. *К генезису рано- и поздне-распускающихся разновидностей дуба черешчатого на Русской равнине*. Воронеж: Воронежский лесотехнический институт, 1980. 83 с.
18. SARVAS, R. Investigations on the annual cycle of development of forest trees. Active period. In: *Commun. Inst. For. Fenn.*, 1972, vol.76(3), p.1-110.
19. MENZEL, A. Trends in phenological phases in Europe between 1951 and 1996. In: *Int. J. Biometeorol.*, 2000, vol.44, p.76-81.

Date despre autor:

Petru CUZA, doctor habilitat, profesor universitar, Facultatea de Biologie și Pedologie, Universitatea de Stat din Moldova.

E-mail: petrucuza@mail.ru

Prezentat la 19.09.2018