

COMPARAREA REZISTENȚEI STEJARULUI PEDUNCULAT (*Quercus robur* L.) ȘI A STEJARULUI ROȘU (*Quercus rubra* L.) LA ACȚIUNEA ȘOCULUI TERMIC

Petru CUZA

Catedra Ecologie, Botanică și Silvicultură

The leaves of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) and red oak (*Quercus rubra* L.) have been subjected to a heat shock at different temperatures and periods of exposition. The damages caused by heat shock have been determined by the method of electrolytes leakage. The sigmoid increasing of electrolytes leakage in dependence of temperature of exposition has been observed. They have specific kinetics parameters in dependence of species of oak. The obtained results support the conclusion that the method of electrolyte leakage can be recommended for determining the differences of species of plants growing in identical conditions.

Introducere

În ultimele decenii silviculturii și altor ramuri ale economiei naționale le-au fost pricinuite pagube importante de către anumiți factori naturali nefavorabili și de cei de ordin tehnogen. De exemplu, timpul canicular și secetos care a fost atestat pe teritoriul Republicii Moldova în vara anului 2007 s-a răsfrânt în mod negativ asupra stării fiziologice a vegetației forestiere, slăbind mai multe arborete [1]. Dintre speciile lemnoase în acel an au suferit mai cu seamă din cauza temperaturilor înalte salcâmul (*Robinia pseudoacacia*), iar dintre stejari gorunul (*Quercus petraea*), celelalte specii manifestând o rezistență ceva mai înaltă. Având în vedere acest fapt, ne-am propus să apreciem toleranța stejarului pedunculat și a stejarului roșu la acțiunea temperaturilor înalte, ceea ce are o anumită importanță în practica forestieră, în special pentru folosirea corectă în cadrul activităților de împădurire a puieților speciilor investigate în corespundere cu sensibilitatea lor față de acțiunea factorilor climatici aflați în exces. Anumite informații științifice privind rezistența speciilor de stejar față de acțiunea temperaturilor înalte le găsim în literatura de specialitate. În acest sens, V.S. Holeavko [2] susține că stejarul pedunculat suportă bine seceta în comparație cu stejarul roșu. Rezultatele obținute de noi și prezentate în lucrarea de față demonstrează că stejarul pedunculat este o specie cu mult mai sensibilă la acțiunea temperaturilor înalte în comparație cu stejarul roșu.

Material și metode

Pentru evaluarea comparativă a termotoleranței stejarului pedunculat (*Quercus robur*) și a stejarului roșu (*Q. rubra*), în cuprinsul teritoriului Rezervației „Plaiul Fagului” a fost selectat câte un arbore pentru fiecare dintre speciile studiate. În vara anului 2006 din acești arbori peste anumite intervale de timp au fost recoltate frunze. În laborator frunzele au fost spălate bine cu apă distilată pentru a înlătura colbul și electroliții exogeni de pe suprafața frunzelor. După zvântare, din partea apicală a frunzelor au fost decupate cu ajutorul ștanței porțiuni circulare de limb foliat cu diametrul de 9 mm.

Primul experiment. Experimentul a fost efectuat în scopul estimării influenței temperaturii șocului termic asupra termotoleranței frunzelor speciilor investigate. Inițial au fost pregătite un șir de eprubete în care se turnau câte 3 ml de apă deionizată. Câte 3 eprubete pregătite pentru fiecare specie se treceau în termostatul cu apă (*Universal ultrathermostat „UTU-4”*, Ungaria) și după încălzirea lor până la temperatura apei în fiecare dintre acestea se imersau câte 5 segmente circulare de limb foliat. În felul acesta, probele de frunze au fost supuse unei anumite temperaturi ale șocului termic pe o durată de 5 minute. În acest experiment mostrele de frunze au fost tratate cu 15 temperaturi diferite care se găseau în diapazonul cuprins între 25 și 100°C. După tratarea probelor cu o anumită temperatură șocul termic era curmat prin transferarea eprubetelor în apă rece. A urmat amestecarea în decurs de 2 ore a conținutului din interiorul eprubetelor în amestecător (*Wstrzasarka uniwersalna typ WU-4*, Polonia), fiind asigurată astfel echilibrarea concentrației mediului apos. Experimentul a prevăzut doi martori. La primul martor segmentele circulare ale frunzelor au fost incubate în mediu apos timp de 2 ore la temperatura camerei (la 25°C). Probele de frunze pentru cel de-al doilea martor au fost tratate în decurs de 10 minute la 100°C. Conductibilitatea mediului apos a fost măsurată la toate variantele experimentale și cele martor după 2 ore de scurgere a electroliților din probele frunzelor. Influența temperaturii șocului termic a fost apreciată făcându-se compararea dintre indicii conductibilității mediului apos al variantelor experimentale (supuse șocului termic la o anumită temperatură) cu cea a martorului. În felul acesta, cu ajutorul ecuației de mai jos au fost calculați indicii scurgerii relative a electroliților (Sc. rel.):

$$\text{Sc. rel.} = (\mu_t - \mu_{25}) / (\mu_{100} - \mu_{25}),$$

unde:

μ_t – conductibilitatea variantei experimentale (expusă șocului termic la temperatura t), în mS/m;

μ_{25} – conductibilitatea variantei martor (incubată la temperatura camerei), în mS/m;

μ_{100} – conductibilitatea totală (măsurată după incubarea finală la 100°C), în mS/m.

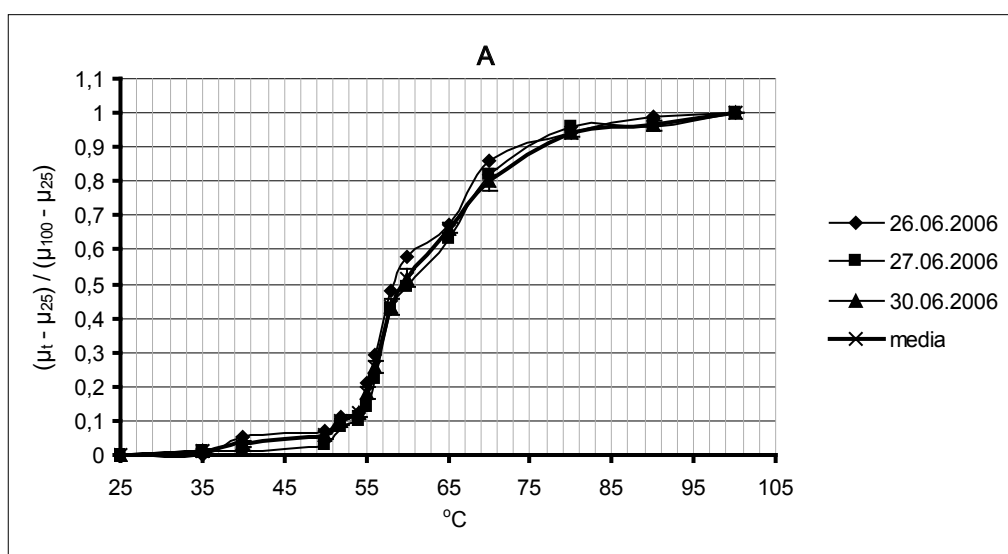
Al 2-lea experiment. Scopul experimentului a constat în determinarea termotoleranței frunzelor la speciile de stejar în funcție de durata șocului termic. În experiment pentru stejarul pedunculat a fost aplicată temperatura de 58°C, iar pentru stejarul roșu – de 59°C. Șocul termic la temperaturile arătate a fost aplicat la durate de timp de 1, 2, 3 ... 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60 și 75 minute. Tehnica de efectuare a experimentelor, precum și prelucrarea datelor este similară cu cea descrisă în experimentul 1, însă cu o singură deosebire. În cazul dat termotoleranța nu a fost determinată în funcție de temperatura șocului termic (μ_t), dar apreciată în funcție de durata tratării probelor de frunze la o anumită temperatură indicată mai înainte (μ_T).

Al 3-lea experiment. În cazul dat am urmărit scopul de a stabili felul în care se schimbă rezistența frunzelor la speciile de stejar studiate în funcție de perioada de timp care a trecut de la aplicarea șocului termic. Inițial, din partea apicală a frunzelor fiecărei specii au fost decupate seturi a câte 3 discuri foliate. Într-un șir de eprubete au fost turnați câte 3 ml de apă deionizată. Probele de frunze se treceau în câte 5 eprubete pregătite pentru fiecare specie. În continuare stativul cu eprubete a fost scufundat în ultratermostatul cu apă. În felul acesta, probele de frunze au fost supuse șocului termic la temperatura de 65°C în decurs de 10 minute. Imediat după tratarea probelor șocul termic a fost curmat prin transferul eprubetelor în apă rece (la 25°C). Martorii prevăzuți în experiențe sunt aceiași ca cei aplicați în experiența 1. Conductibilitatea mediului apos al variantelor experimentale a fost măsurată după 2, 4, 8, 16, 32, 60, 120 și 240 minute de la aplicarea șocului termic.

Rezultate și discuții

Toleranța speciilor de stejar la acțiunea temperaturilor înalte poate fi apreciată în baza determinării termorezistenței structurilor celulare ale unor organe ale plantei după aplicarea șocului termic. Un procedeu rapid și precis de apreciere a termotoleranței stejarilor constă în incubarea probelor de frunze în mediul apos și în determinarea posibilității structurilor celulare de a reține electroliții în rezultatul aplicării șocului termic cu diferite temperaturi.

În cazul nostru, influența temperaturilor înalte asupra termorezistenței membranelor celulare a fost determinată prin incubarea segmentelor circulare ale frunzelor în apă deionizată și tratarea lor cu diferite temperaturi înalte pe o durată de timp constantă. Rezultatele experimentărilor de laborator prezentate în Figura 1 demonstrează că frunzelor ambelor specii de stejar le este proprie o tendință similară de a reține electroliții în rezultatul aplicării șocului termic. În prezentare grafică acest proces se descrie prin curbe de tip sigmoidal. Este de menționat că reacția speciilor de stejar investigate la acțiunea șocului termic este diferită, ceea ce se reflectă prin poziția specifică a curbelor de răspuns al stejarilor. Este evident că curba sigmoidală care descrie capacitatea structurilor celulare ale frunzelor de a reține electroliții la stejarul roșu este plasată spre dreapta în comparație cu cea a stejarului pedunculat. De aici reiese că stejarul pedunculat este o specie mai sensibilă la acțiunea temperaturilor înalte în comparație cu stejarul roșu. Curbe similare, care descriu cinetica schimbărilor în scurgerea electroliților, au fost descrise în literatura de specialitate pentru plantele agricole [3,4], precum și pentru câteva specii lemnoase [5].



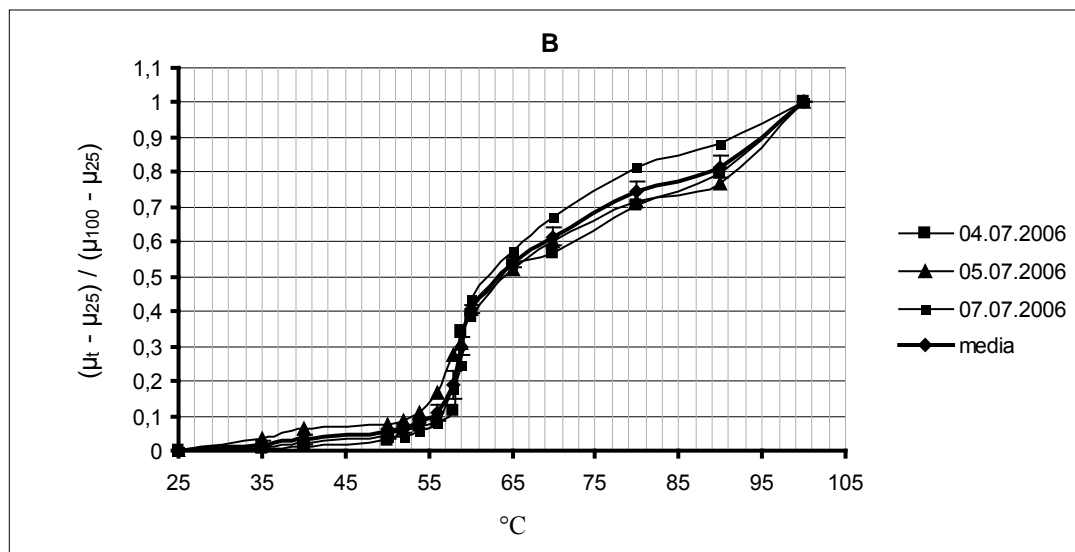


Fig.1. Scurgerea electroliților din frunzele de *Quercus robur* (A) și *Quercus rubra* (B) supuse șocului termic la diferite temperaturi pe parcursul a 5 minute. Barele indică deviațiile standard.

Revenind la curba prezentată în Figura 1A, putem observa că tratarea frunzelor de stejar pedunculat cu temperaturi de până la 54°C a determinat scurgerea unei cantități neînsemnate de electroliți din țesuturi (*faza I, lag-faza*). Pentru comparare, de menționat că temperaturile de până la 56°C care caracterizează mersul liniar (de *lag-faza*) al curbei sigmoideale la stejarul roșu sunt apropiate de cele prezentate mai înainte pentru stejarul pedunculat (Fig.1B). Tratarea frunzelor celor două specii de stejar cu temperaturi mai înalte determină niveluri diferite de reținere a electroliților. Astfel, tratarea frunzelor stejarului pedunculat cu temperaturi mai înalte de 54°C induce eliberarea vertiginosă a electroliților din țesuturi. Anume în intervalul de temperaturi cuprinse între 54 și 69°C procesele de deteriorare a structurilor celulare devin foarte evidente (*faza II, faza logaritmică*). La stejarul roșu diapazonul de temperaturi care a indus eliberarea masivă a electroliților din țesuturile frunzelor este mai îngust. El cuprinde temperaturile de la 56°C până la 60°C (*faza logaritmică*). Pe curba din Figura 1B se poate observa că temperaturile mai înalte de 60°C (adică, până la 90°C) sunt tolerate mai lesne de către frunzele stejarului roșu. Probabil, în acest interval de temperaturi procesele de deteriorare concurează cu cele de reparație a membranelor celulare. La stejarul pedunculat temperaturile mai înalte de 69°C determină starea staționară a curbei de răspuns la acțiunea exercitată de șocul termic. Anume aceste temperaturi (mai înalte de 69°C) devin supercritice pentru stejarul pedunculat, deoarece tratarea frunzelor în acest diapazon de temperaturi cauzează eliberarea scăzută a electroliților din țesuturile frunzelor (*faza III, faza staționară*).

Parametrii de bază care descriu curba sigmoideală reprezintă temperaturile care cauzează scurgerea a 17, 50 și 83% de electroliți. Analizând Figura 1A constatăm că pentru frunzele stejarului pedunculat aceste temperaturi sunt de 54,8; 59,2 și 72,3°C. Temperaturile critice pentru frunzele stejarului roșu sunt deosebite de cele pentru frunzele stejarului pedunculat și includ următoarele valori: 57,6, 63,0 și 91,4°C. Astfel, tratarea frunzelor speciilor de stejar cu aceste temperaturi determină reducerea accelerată a capacității membranelor celulare de a reține electroliții atunci când se mărește temperatura șocului termic. Prin prisma celor relatate se poate conchide că frunzele de stejar pedunculat sunt cu mult mai sensibile la acțiunea șocului termic decât cele de stejar roșu. În literatura de specialitate informațiile științifice privind rezistența speciilor de stejar față de acțiunea temperaturilor înalte sunt foarte scunde. În acest sens, V.S. Holeavko [2] susține că stejarul pedunculat suportă bine seceta în comparație cu stejarul roșu. Rezultatele obținute de noi demonstrează că stejarul pedunculat este o specie cu mult mai sensibilă la acțiunea temperaturilor înalte în comparație cu stejarul roșu.

De menționat că dintre cele două specii de stejar cercetate stejarul pedunculat crește spontan pe teritoriul Republicii Moldova, iar stejarul roșu este o specie exotică, care provine din America de Nord, însă se cultivă pe teritoriul țării în plantații forestiere. De fapt, cultivarea speciei lemnoase exotice în oricare zonă geografică necesită introducerea ei experimentală în condiții staționale cât mai variate, prin constituirea de culturi forestiere comparative, și urmărirea comportamentului plantațiilor față de influența diversilor factori naturali nefavorabili, precum și sub aspect bioproductiv. Este de relatat că cercetări referitoare la studierea comportării și bioacumulării plantațiilor multistaționale la stejarului roșu nu s-au efectuat până în prezent în republică. De aceea, cercetarea rezistenței stejarului roșu la acțiunea temperaturilor înalte este o problemă destul de importantă pentru practica forestieră, deoarece soluționarea acesteia ar permite concretizarea teritoriilor favorabile pentru cultivare. Ar fi informații orientative, deoarece disponibilitățile adaptive ale stejarului roșu depind și

de alți factori staționali, însă foarte necesare pentru stabilirea raioanelor climatice de introducere a culturii stejarului roșu.

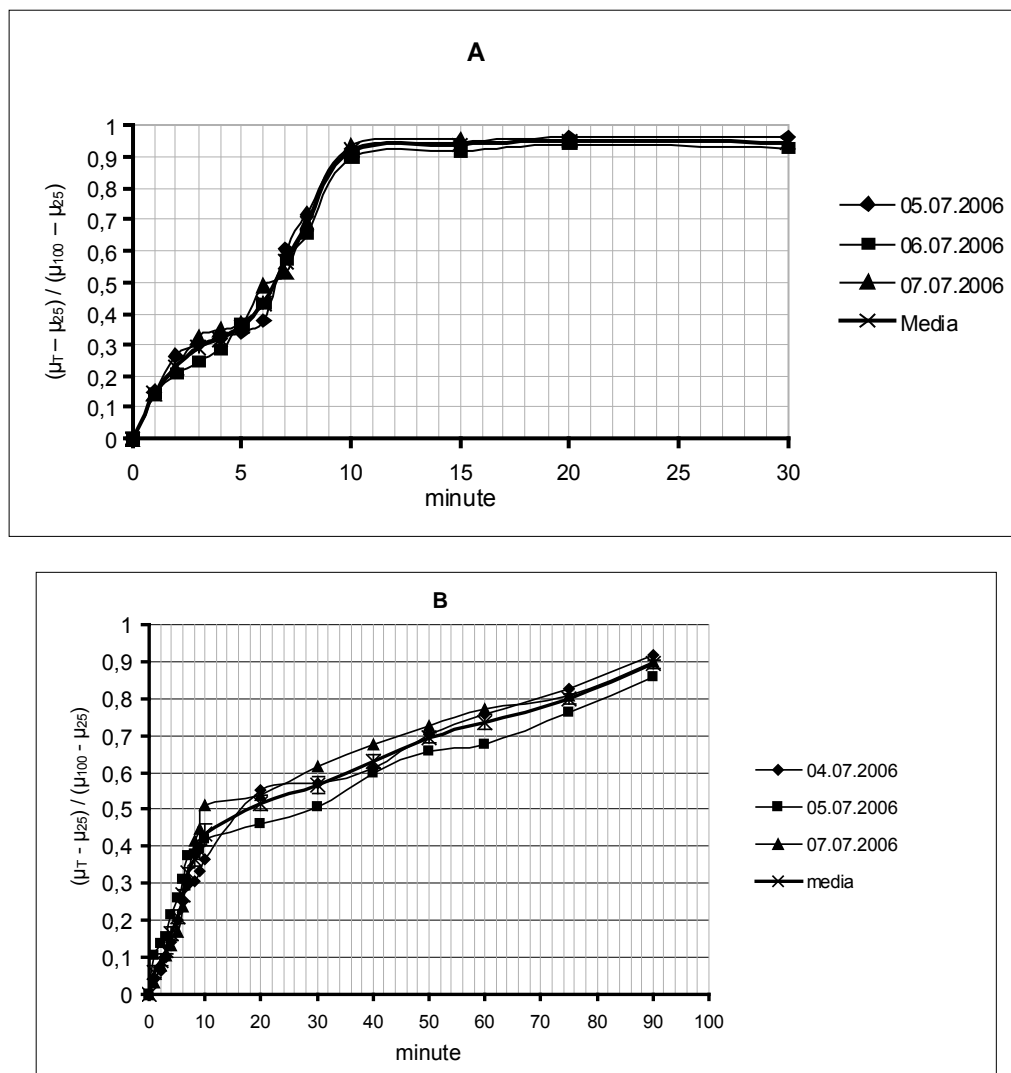


Fig.2. Scurgerea relativă a electroliților din frunzele de *Quercus robur* (A) tratate la temperatura de 58°C și de *Quercus rubra* (B) tratate la 59°C în dependență de durata șocului termic.

Un anumit interes științific prezintă rezultatele experiențelor, cu ajutorul cărora a fost estimată termotoleranța speciilor studiate determinată în funcție de aplicarea unor durate de timp diferite de tratare a frunzelor în cazul unei temperaturi constante. În cazul experimentelor de acest gen este important să fie aleasă corect temperatura șocului termic. Din unele studii efectuate la soia se cunoaște că temperatura șocului termic trebuie să fie apropiată de aceea care indică circa 50% de electroliți eliberați din țesuturile frunzelor din cantitatea lor totală [3]. Anume aceste temperaturi determină în cel mai cert mod deosebiriile dintre specii la aplicarea șocului termic. Atragem atenția că în experiențele cu stejarul pedunculat a fost aleasă temperatura de 58°C, deoarece este apropiată de 59°C, care, după cum s-a constatat din experiențele anterioare, fiind aplicată pe o perioadă de 5 minute, a produs deteriorări structurale celulare proporționale cu 50% de scurgere a electroliților din țesuturile frunzelor.

Datele referitoare la influența duratei șocului termic asupra termotoleranței structurilor celulare ale frunzelor stejarului pedunculat și ale stejarului roșu sunt prezentate în Figura 2. În prezentare grafică curbele de răspuns la acțiunea șocului termic descriu la speciile investigate zone cu cinetică diferită de scurgere a electroliților în funcție de înaintarea duratei temperaturii. Din acest punct de vedere, la stejarul pedunculat se deosebesc patru zone, iar la stejarul roșu – două. Tratarea frunzelor stejarului pedunculat pe parcursul primelor 2 minute a determinat scurgerea accelerată a electroliților din țesuturi (de circa 23% din total) (*zona I*). În intervalul de timp dintre 2 și 5 minute acțiunea șocului termic nu a fost atât de drastică pentru structurile celulare ale frunzelor. Rata de electroliți eliberați din discurile foliate a crescut doar cu circa 13% (*zona II*). Este evident că în acest interval de timp procesele de regenerare au concurat eficient cu cele de degradare. Incubarea în continuare a frunzelor pe o perioadă de la 6 până la 10 minute a indus eliberarea vertiginosă a electroliților din frunze (*zona III*). La stejarul roșu

schimbări semnificative în scurgerea electroliților s-au produs pe parcursul primelor 10 minute de aplicare a șocului termic, care a pricinuit leziuni considerabile membranelor celulare ale frunzelor (*zona I*). Este evident că în această zonă s-au declanșat procese de reducere a capacității membranelor de a menține electroliții în interiorul celulelor, procesele distructive ale structurilor celulare prevalând asupra celor de reparație. Incubarea probelor de frunze pentru intervale de timp mai prelungite decât 10 minute a determinat o proporție medie de creștere a concentrației de electroliți scurși din țesuturi în mediul apos (*zona II*). La stejarul pedunculat tratarea mai îndelungată decât 10 minute a probelor de frunze nu a mai determinat schimbări evidente în nivelul de scurgere a electroliților. Membranele frunzelor au fost complet deteriorate (*zona IV*). În baza analizei efectuate deducem că plasarea pronunțată în dreapta a curbei de scurgere a electroliților caracteristică frunzelor stejarului roșu, evidențiată în funcție de durata șocului termic, este determinată fie de eterogenitatea structurii membranelor celulare, fie de compoziția specifică a membranelor celulelor care aparțin la diferite țesuturi.

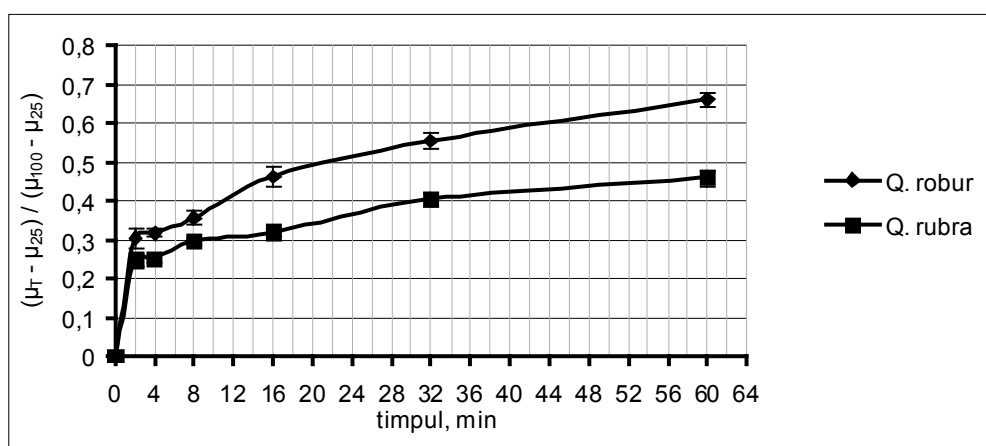


Fig.3. Schimbarea capacității de menținere a electroliților de către frunzele de *Quercus robur* și de *Q. rubra* după diferite perioade de timp de la aplicarea șocului termic cu temperatura de 65°C în decurs de 10 minute. Barele indică abaterile standard.

Într-o altă serie de experiențe am avut drept scop să apreciem deosebiriile dintre rezistența frunzelor de stejar pedunculat și stejar roșu după diferite perioade de timp de la aplicarea șocului termic. Din Figura 3 se observă că în decursul primelor 4 minute de la aplicarea șocului termic are loc scurgerea vertiginoasă a electroliților din țesuturile frunzelor. Mărirea în continuare a perioadei de timp de la producerea șocului termic a influențat într-o măsură mai mică scurgerea electroliților. Prezintă interes faptul că deosebiriile dintre speciile de stejar devin aparente după perioade de timp scurte de la tratarea probelor de frunze cu temperatură înaltă (chiar după 4 minute de la șocul termic). Este evident că cu mărirea perioadei de timp de la aplicarea șocului termic sporește sensibilitatea deosebirilor dintre specii. Cele mai însemnate efecte cantitative care redau deosebirile dintre specii au fost observate la 60 minute de la șoc. În continuare, până la 240 de minute, acest efect a scăzut lent (datele scurgerii electroliților din probele frunzelor speciilor după 120 și 240 minute nu au fost incluse pe curbe). Din analiza efectuată conchidem că frunzele stejarului pedunculat sunt mult mai sensibile la acțiunea șocului termic în comparație cu frunzele stejarului roșu. Rezultatele obținute în baza celor 3 serii de experiențe prezentate în lucrarea de față demonstrează în cel mai elocvent mod că stejarul roșu este o specie mult mai rezistentă la acțiunea temperaturilor înalte decât stejarul pedunculat.

Concluzii

1. Stejarului pedunculat îi este proprie o rezistență mai scăzută, în comparație cu stejarul roșu, la acțiunea temperaturilor înalte.

2. Cu ajutorul metodei de scurgere a electroliților au fost determinate temperaturile critice pentru frunzele stejarului pedunculat și ale stejarului roșu. Pentru stejarul pedunculat temperaturile critice se situează în intervalul de temperaturi cuprins între 54,8 și 72,3°C, iar pentru stejarul roșu – în diapazonul de 57,6 și 91,4°C. Tratarea țesuturilor frunzelor cu aceste temperaturi determină leziuni grave structurilor celulare.

3. Printre metodele fiziologice cea de scurgere a electroliților este rapidă și precisă, ceea ce permite utilizarea ei în perspectivă în silvicultură pentru determinarea termotoleranței frunzelor diferitelor specii lemnoase la acțiunea temperaturilor înalte.

Referințe:

1. Lazu Șt., Scorpan V., Teleuță A. și al. Reacția vegetației silvice din Rezervația științifică „Codrii” la impactul climatic al secetei din anul 2007 // Mediul ambient. - 2008. – Nr.3 (39). – P.38-41.
2. Холявко В.С. Лесные быстрорастущие экзоты. – Москва: Лесная промышленность, 1981.
3. Martineau J.R., Specht J.E., Williams J.H., Sullivan C.Y. Temperature tolerance in soybeans. I. Evaluation of a technique for assessing cellular membrane thermostability // Crop Science. – 1979. – Vol.19. – P.75-78.
4. Ingram D.L Modeling high temperature and exposure time interactions on *Pittosporum tobira* root cell membrane thermostability // J. Amer. Soc. Hort. Sci. – 1985. – Vol.110. – No 4. – P.470-473.
5. Ingram D.L., Buchanan D. Measurement of direct heat injury of roots of three woody plants // Hort Science. 1981. – Vol.16. – No 6. – P.769-771.

Prezentat la 01.06.2009