INFLUENŢA TEMPERATURII ŞI DURATEI EI DE ACŢIUNE ASUPRA ADAPTĂRII FRUNZELOR DE *QUERCUS ROBUR* LA ŞOCUL TERMIC

Cuza Petru

Universitatea de Stat din Moldova

Rezumat

Termotoleranţa frunzelor de *Quercus robur* a fost stabilită cu ajutorul metodei de scurgere a electroliţilor. Experienţele de fracţionare a şocului termic au permis estimarea efectului valorii primei doze asupra inducerii capacităţii adaptive a frunzelor după diferite perioade de timp de la aplicarea ei. Starea frunzelor a depins de trei componente care au caracterizat efectul de fracţionare: valoarea primei părţi a dozei (1), valoarea părţii a doua a dozei (2), durata perioadei între cele două doze termice (3). Efectul sumar al fracţionării dozei termice rezidă din bilanţul între derularea proceselor de deteriorare şi a celor de recuperare a degradărilor. Urmare a tratării probelor cu doze moderate ale şocului termic dominau procesele de inducere a adaptării, datorită cărora creştea termotoleranţa frunzelor după aplicarea primei doze termice. După aplicarea dozelor înalte prevalau procesele de degradare în comparaţie cu cele de recuperare şi adaptare, fapt care a determinat diminuarea termotoleranţei frunzelor. Rezultatele obţinute sugerează că metoda de fracţionare a dozelor şocului termic permite estimarea termotoleranţei iniţiale şi a capacităţii de adaptare a frunzelor. Manifestarea specifică a proceselor care controlează termotoleranţa iniţială şi cea adaptivă ca urmare a variaţiilor temperaturilor sezoniere determină supravieţuirea plantelor în condiţii aride.

Cuvinte cheie: *Quercus robur* L., termotoleranţă, frunze, şoc termic.

Depus la redacţie 06 octombrie 2016.

Adresa pentru corespondenţă: Petru Cuza, Universitatea de Stat din Moldova, str. Mateevici, 60, MD-2028, Chişinău, Republica Moldova, petrucuza@mail.ru; tel.: (+373022)738153

Introducere

În condiţii naturale plantele sunt supuse la diferiţi factori de stres cu intensitate ridicată. În vederea aprecierii influenţei factorilor de stres specifici asupra stării plantelor sunt necesare metode de determinare a rezistenţei genotipurilor faţă de aceştia în condiţii naturale. Astfel devine posibilă selectarea, în anumite condiţii de mediu, a unor genotipuri cu rezistenţă sporită şi productivitate ridicată. Pierderea vitalităţii şi productivităţii plantelor în rezultatul influenţei asupra lor a factorilor de stres i-a determinat pe cercetători să elaboreze principiile teoretice şi practice pentru selectarea unor genotipuri cu caracteristici aşteptate. Rezultatele empirice privind influenţa stresului asupra sistemelor biologice, în special cu privire la influenţa stresului de diferit nivel, sugerează că biosistemele testate rezistă la dozele care sunt mai joase de un anumit nivel, care poate fi numit „*doza limită de rezistenţă*” sau „*pragul de rezistenţă la stres*” [6, 10, 13].

Există o gamă largă de metode şi procedee ce oferă posibilitatea de a compara rezistenţa unor specii/genotipuri faţă de diferiţi factori de stres, precum şi a condiţiilor de adaptare a sistemelor biologice la aceşti factori. Unele din cele mai prompte şi comune reacţii ale plantelor la acţiunea diferitor factori de stres constau în diminuarea capacităţii membranelor celulare de a menţine electroliţii, iar în continuare după anumite doze să-şi refacă starea fiziologică. Determinarea funcţiei de menţinere a electroliţilor

de către membranele celulare la frunzele de grâu [12], cimişir [7] şi stejar pufos [1], ca urmare a acţiunii stresului de apă, s-a efectuat prin aplicarea metodei de scurgere a electroliţilor. În general, s-a constatat că metoda de scurgere a electroliţilor este simplă în aplicare şi sensibilă la acţiunea diferiţilor factori de stres. Ea oferă posibilitatea de a determina starea fiziologică a plantelor [4], de a aprecia în parametri cantitativi şi calitativi procesele de degradare şi de recuperare a deteriorărilor structurilor celulare, precum şi de adaptare a organismelor la acţiunea stresului termic [2, 7]. De aceea, pentru utilizarea metodei de scurgere a electroliţilor în silvicultură trebuie să se i-a în consideraţie starea fiziologică şi diversitatea genetică posibilă a plantelor. Metoda poate fi utilă în cazul când s-a determinat corect starea fiziologică a speciilor forestiere şi s-au apreciat corelaţiile dintre pragurile de rezistenţă şi valorile de scurgere a electroliţilor.

Material şi metode

A fost selectat un arbore de stejar pedunculat (*Quercus robur*) de la care s-au recoltat lujeri cu frunze. Pentru experienţe s-au folosit doar frunze sănătoase de aceeaşi vârstă, care în condiţii de laborator au fost desprinse de pe lujeri. În vederea înlăturării de pe suprafaţa frunzelor a electroliţilor exogeni acestea au fost spălate în apă distilată şi puse la zvântare. După zvântare, frunzele au fost împărţite în mai multe părţi inegale. O parte din frunze nu au fost supuse şocului termic. Ele au fost aşezate în exsicatoare, unde le-au fost asigurate următoarele condiţii: temperatura de 25-27°C, umiditatea relativă 95-97%, RFA circa 20 μmol/m^2s^2 şi folosite ulterior în calitate de probe martor. Celelalte frunze au fost împărţite în trei părţi şi introduse în termostatul cu apă (*Universal ultrathermostat „UTU-4"*, Ungaria) pentru a fi tratate cu prima doză a şocului termic la temperatura de 50°C. Duratele de incubare pentru prima doză au fost de 5, 10 şi 30 minute. Apoi frunzele au fost răcite la temperatura camerei, clătite în apă distilată şi menţinute în condiţiile arătate mai sus. Peste anumite intervale de timp (0, 2, 4, 6, 8, 12 şi 24 ore) de la aplicarea primei doze a şocului termic frunzele din varianta martor şi cele supuse primei doze au fost expuse acţiunii celei de a 2-a doză a şocului termic. Din exsicatoare, la intervalele de timp arătate mai sus, se scoteau câteva frunze netratate şi cele tratate şi cu ajutorul ştanţei se decupau porţiuni circulare de limb foliat cu diametrul de 9 mm. Pentru fiecare dintre cele trei variante erau pregătite câte 3 eprubete care conţineau 3 ml de apă distilată. Eprubetele se treceau în termostatul cu apă şi după încălzirea lor până la temperatura apei în ele se imersau câte 5 discuri circulare de limb foliat. Astfel, probele de frunze netratate şi cele tratate cu prima doză au fost supuse celei de a 2-a doză a şocului termic la temperatura de 55°C în decurs de 5, 7, 7 minute. După finalizarea şocului termic, eprubetele erau imediat răcite. Pentru a determina conţinutul total al electroliţilor în segmentele foliate, la sfârşitul analizelor probele erau incubate la temperatura de 100°C în decurs de 10 minute. Eprubetele tuturor variantelor (martor şi experimentale) au fost agitate timp de 2 ore în amestecător (*Wstrzasarka uniwersalna typ WU-4*, Polonia) pentru a asigura aceeaşi concentraţie a electroliţilor în mediul apos.

Conductibilitatea mediului de incubare a fost determinată cu ajutorul conductometrului de tip *N 5721* (Polonia). Pentru aceasta, s-a măsurat conductibilitatea probelor martor şi celor experimentale după 2 ore de scurgere a electroliţilor (în plus, conductibilitatea după fierbere). Influenţa perioadei de incubare după prima doză a şocului termic în cazul fracţionării dozelor, precum şi influenţa separată a primei şi celei de-a 2-a doze a fost determinată din ecuaţia (1):

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

în care:

Sc. rel. – rata de electroliţi care se scurg din probele cu segmente foliate;

μ_T – conductibilitatea apreciată după aplicarea dozei a doua la perioada de timp T care a trecut după aplicarea primei doze, în mS/m;

μ_{25} – conductibilitatea martorului general (măsurată după incubarea la 25°C), în mS/m;

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

Determinarea coeficientului de adaptare ($K_{adapt.}$). Schimbarea valorii coeficientului de adaptare ($K_{adapt.\ T}$) la fiecare termen (T_i) de fracţionare a dozei a fost determinat din relaţia:

$$K_{adapt.\ T} = (\mu_{d2} - \mu_{d1+2}) / \mu_{d2}$$

în care:

$K_{adapt.\ T}$ – coeficientul de adaptare determinat la anumite perioade de timp de la aplicarea primei doze a şocului termic;

μ_{d2} – nivelul de scurgere a electroliţilor după aplicarea celei de-a 2-a doză a şocului termic;

μ_{d1+2} – nivelul de scurgere a electroliţilor după aplicarea ambelor doze a şocului termic.

Rezultate şi discuţii

În lucrarea de faţă ne-am propus să cercetăm influenţa duratei de acţiune a primei doze, precum şi a celei cumulate în cazul fracţionării dozelor şocului termic asupra specificului scurgerii electroliţilor din segmentele foliate ale stejarului pedunculat. Din datele prezentate în figurile 1 şi 2 se vede că, în rezultatul aplicării primei fracţii a dozei şocului termic, dinamica schimbării scurgerii electroliţilor din frunze se producea specific în fiecare experienţă efectuată. În primul caz, după aplicarea temperaturii de 50°C pe parcursul a 5 minute (vezi curba din figura 1) nivelul iniţial de electroliţi scurşi de 4,0% s-a diminuat rapid până la 4 ore de la curmarea şocului termic, astfel încât starea fiziologică a frunzelor a devenit mai bună în comparaţie cu ale celor din proba martor (care nu au fost tratate). În continuare, până la 6 ore cota scurgerii electroliţilor a crescut vertiginos de repede, constituind 8,8%, în următoarele ore menţinându-se la acelaşi nivel, ceea ce denotă că starea fiziologică a frunzelor s-a înrăutăţit. În schimb, în experienţa a 2-a (vezi curba din figura 2), atunci când frunzele stejarului au fost tratate cu aceeaşi temperatură şi durata ei de acţiune s-a mărit până la 10 minute, specificul scurgerii electroliţilor din probele frunzelor a decurs cu totul deosebit. Nivelul de scurgere a electroliţilor s-a diminuat pronunţat de repede până la 12 ore de la tratarea frunzelor, în continuare (până la 24 ore) acest nivel practic nu s-a schimbat. După 10 ore de la începutul experimentului proporţia electroliţilor scurşi din frunze a fost mai joasă decât a celor din proba martor, ceea ce confirmă sporirea rezistenţei lor. În plus, nivelul minim de scurgere a electroliţilor din probele frunzelor a fost cu 17,7% mai scăzut decât cel semnalat la începutul experimentului.

În altă variantă-martor, frunzele căreia au fost tratate doar cu doza a 2-a a şocului termic cu temperatura de 55°C, dar pe diferite durate de timp (de 5 şi, respectiv, de 7 min), iniţial până la 4 ore de la aplicarea şocului termic s-a manifestat o scurgere

accelerată a electroliţilor (vezi curbele din figurile 1 şi 2). Surprinzător este faptul că în punctul minim nivelul de scurgere a electroliţilor după aplicarea temperaturii de 55°C în decurs de 7 min a constituit 13,7% fiind de circa 2 ori mai coborât decât în al doilea caz (fiind de 23,7% după o durată de 5 min la 55°C a şocului termic). În următoarele 12 ore (în primul caz, figura 1) procesul de scurgere a electroliţilor s-a mărit semnificativ, menţinându-se la o cota de aproximativ 35% până la sfârşitul experimentului. În cel de-al 2-lea caz după 4 şi până la 8 ore de la aplicarea şocului termic s-a intensificat nivelul de scurgere a electroliţilor din celule, iar în continuare până la 12 ore acest proces s-a stabilizat. Rezultatele obţinute denotă că leziunile provocate ţesuturilor doar cu cea de-a 2-a doză a şocului termic se recuperează rapid în primele 4 ore, iar în continuare se manifestă procesele de degradare a celulelor.

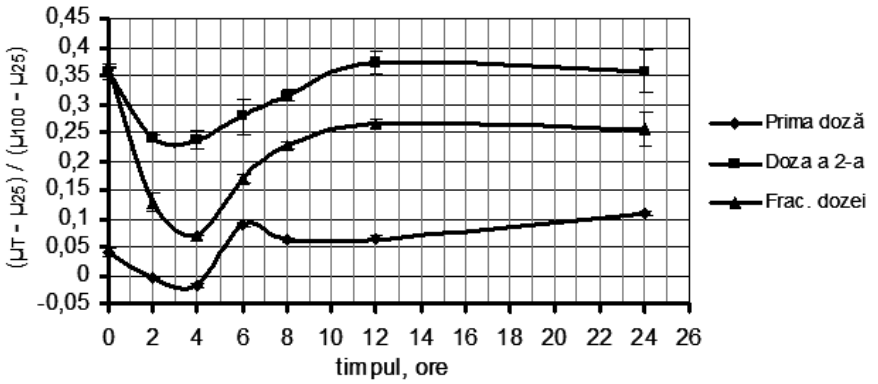


Figura 1. Influenţa temperaturii primei doze a şocului termic de 50°C cu durata de 5 min asupra adaptării frunzelor de *Quercus robur* după diferite perioade de timp de la aplicarea celei de-a 2-a doză de 55°C în decurs de 5 min.

Rezultate relevante au fost obţinute în experienţele de fracţionare a dozelor atunci când iniţial a fost aplicată prima, iar după anumite intervale de timp, a 2-a doză a şocului termic. Dacă urmărim dinamica nivelului de scurgere a electroliţilor în cazul când probele de frunze au fost tratate doar cu a 2-a doză în comparaţie cu fracţionarea dozelor observăm efecte interesante (vezi curbele din figurile 1 şi 2).

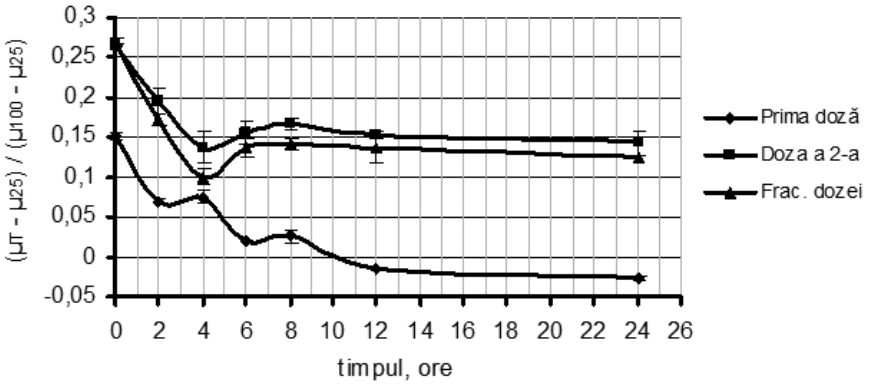


Figura 2. Influenţa temperaturii primei doze a şocului termic de 50°C cu durata de 10 min asupra adaptării frunzelor de *Quercus robur* după diferite perioade de timp de la aplicarea celei de-a 2-a doză de 55°C în decurs de 7 min.

Mai întâi, trebuie remarcat faptul că în punctul iniţial (atunci când măsurările s-au făcut la începutul experimentului) nivelul de scurgere a electroliţilor în prima variantă investigată a fost mai ridicat în comparaţie cu cel obţinut în al 2-lea caz. Cu mărirea duratei de timp între fracţii în cazul fracţionării dozelor se observă diferenţe între variante după nivelul de scurgere a electroliţilor. Un nivel mai coborât de metaboliţi se atestă la aplicarea fracţionării dozelor în comparaţie cu cel semnalat după aplicarea separată a celei de-a 2-a fracţie a şocului termic. Menţionăm că în punctul minim, adică la 4 ore de la aplicarea fracţionării dozelor, un nivel mai coborât de scurgere a electroliţilor (de 7,0%) a fost înregistrat în varianta în care doza a 2-a a fost aplicată la temperatura de 55°C în decurs de 5 minute în comparaţie cu nivelul surprins ca urmare a şocului termic de 55°C pe o durată de 7 minute.

În cazul când tratarea frunzelor cu prima doză a fost îndelungată (de 30 min, figura 3), nivelul de scurgere a electroliţilor sesizat în varianta fracţionării dozelor a fost mai înalt în comparaţie cu cazul aplicării separate a celei de-al 2-a doză. Din cele remarcate, reiese că după aplicarea unor durate scurte de timp ale primei doze în frunze se induc procesele de adaptare, fapt care asigură sporirea rezistenţei lor faţă de şocul termic. Mai mult decât atât, inducerea proceselor adaptive ca urmare a aplicării unor doze scurte îmbunătăţesc capacitatea membranelor celulare ale frunzelor în ceea ce priveşte tolerarea efectelor cauzate de şocului termic. În cazul când dozele iniţiale sunt prelungite în timp (depăşind o limită specifică), dimpotrivă, se diminuează capacitatea celulelor de a menţine electroliţii ca urmare a aplicării ulterioare a şocului termic. În aceste cazuri procesele de degradare, induse de prima doză, sensibilizează frunzele la valoarea şocului termic aplicat ulterior. Este surprinzător faptul că în funcţie de mărimea primei fracţii a dozei şocului termic procesele de sporire a termotoleranţei frunzelor sunt de intensitate diferită. Datorită inducerii acestor procese, la aplicarea fracţionată a şocului termic structurilor celulare le-au fost cauzate deteriorări mai mici decât în cazul în care doza a 2-a a fost aplicată separat.

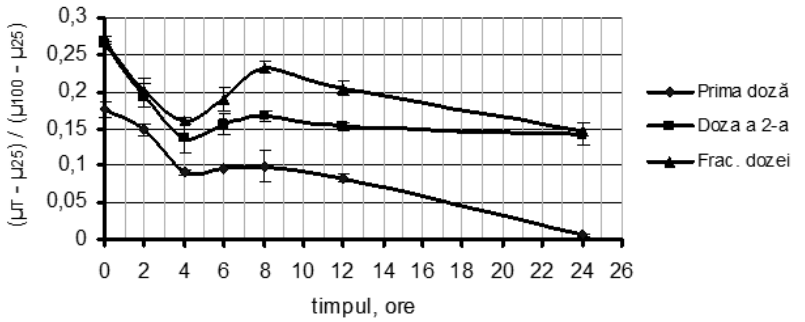


Figura 3. Influenţa temperaturii primei doze a şocului termic de 50°C cu durata de 30 min asupra adaptării frunzelor de *Quercus robur* după diferite perioade de timp de la aplicarea celei de-a 2-a doză de 55°C în decurs de 7 min.

În problema abordată rezultatele noastre sunt în concordanţă cu teoria potrivit căreia reacţia de răspuns a plantei la acţiunea temperaturilor înalte are un caracter complex şi include un şir de procese biochimice şi fiziologice complexe [3, 9]. În plus, cercetările noastre confirmă specificul reacţiilor de răspuns a plantelor la acţiunea şocului termic, remarcată de alţi cercetători [8, 11]. Ca urmare a influenţei temperaturilor înalte

se evidenţiază reacţia bifazică de răspuns a plantei faţă de temperaturile ridicate. Imediat după aplicarea şocului termic are loc deteriorarea fizică şi funcţională a integrităţii celulare a plantei, iar în continuare după unele doze, datorită proceselor de recuperare şi adaptare, se realizează refacerea structurilor celulare, activarea anumitor procese metabolice şi de expresie a genelor, care asigură sporirea toleranţei plantelor faţă de factorii de stres [3].Rezistenţa dobândită se induce doar atunci când prima fracţie în cazul fracţionării dozelor are o valoare scăzută. Valorile benefice ale şocului termic cu prima doză, dar şi condiţiile favorabile de păstrare a frunzelor determină inducerea rapidă a capacităţii lor adaptive. Efectul maxim pozitiv al primei doze are loc după 4 ore de la fracţionare, iar în continuare capacitatea celulelor frunzelor de a menţine metaboliţii se diminuează. Evaluat în termeni cantitativi efectul adaptiv sumar al ambelor doze apreciat în cazul fracţionării a constituit 7,0% cu referinţă la experienţa în care prima fracţie a dozei a durat 5 minute şi de 10,0% în varianta în care doza termică s-a extins la 10 minute în comparaţie cu efectul separat al celei de-al 2-a doză care a alcătuit 23,7% şi respectiv 13,7% din total. În cazul prelungirii duratei de acţiune a primei doze a şocului termic până la 30 minute, efectul sumar în cazul fracţionării dozelor a constituit 16,0%, în comparaţie cu 13,7% care a fost obţinut în rezultatul aplicării separate a celei de-al 2-a doză termică. Reiese că în rezultatul extinderii duratei de expoziţie a primei doze peste un anumit prag de toleranţă procesele metabolice induse nu au determinat termotoleranţa frunzelor. În această privinţă, datele prezentate consemnează că durata de 5 minute a primei doze în cazul fracţionării a cauzat o reducere de 3,4 ori mai mică (23,7/7,0%) a nivelului scurgerii electroliţilor, iar în cazul unei durate mai prelungite (de până la 30 min) proporţia electroliţilor scurşi după fracţionare a fost mai înaltă în comparaţie cu cea obţinută din probele variantei tratată doar cu cea de-a 2-a doua doză termică.

Rezultatele obţinute în urma cercetărilor efectuate au o importanţă majoră mai ales în fundamentarea măsurilor de diminuare a pagubelor aduse pădurilor ca urmare a aridizării climei. În studiul nostru aprecierea rezistenţei iniţiale şi a capacităţii adaptive a stejarului pedunculat trebuie să-şi găsească întrebuinţare în practica silvică, mai ales în utilizarea corespunzătoare în funcţie de specificul condiţiilor de mediu a materialelor forestiere de reproducere la efectuarea lucrărilor de împăduririi, luându-se în consideraţie acţiunea nefavorabilă asupra puieţilor a arşiţei şi secetei. De fapt, efectele de adaptare, descrise mai sus, depind de valoarea şi durata de acţiune a temperaturilor înalte. Mai mult decât atât, cu cât valoarea primei doze este mai scăzută, cu atât pe perioade mai îndelungate de timp poate fi extinsă durata ei de acţiune în vederea inducerii efectelor pozitive la aplicarea dozei a 2-a a şocului termic pentru sporirea rezistenţei frunzelor. Un şir de experimente efectuate la diferite specii de plante au demonstrat fenomenul abordat [1, 5]. Cele expuse sugerează că, în rezultatul acţiunii unor temperaturi favorabile, în plante se induc anumite procese metabolice, care determină adaptarea frunzelor. Eficacitatea proceselor enunţate depinde atât inducerea schimbărilor adaptive, cât şi de cele degradatoare, cauzate de temperaturile înalte. Starea fiziologică a frunzelor depinde de concurenţa dictată de ambele procese. După aplicarea primei doze cu valori înalte ale şocului termic prevalează procesele degradatoare, iar după tratarea frunzelor cu temperaturi relativ joase, se evidenţiază transformările adaptive. În această privinţă rezultatele noastre concordă cu cele din literatura de specialitate, care

denotă că efectele principale ale procesului de adaptare a frunzelor sunt determinate de schimbarea valorii temperaturii şi duratei de acţiune a primei doze [12].

Influenţa primei doze a şocului termic asupra dinamicii proceselor de schimbare a capacităţii adaptive a frunzelor stejarului pedunculat poate fi apreciată în rezultatul calculării coeficientului de adaptare (figura 4). Datele din figura 4 denotă că rezistenţa dobândită se induce în frunze în decurs de 4 ore de la aplicarea primei doze şi că valoarea ei depinde atât de efectul adaptiv sumar al primei şi celei de-al 2-a doză, cât şi de perioada de timp dintre acestea. Se observă că efectul maxim de adaptare s-a produs atunci când prima fracţie a dozei termice a fost aplicată în decurs de 5 minute (vezi figura 4, curba – coeficientul de adaptare I). În acest experiment efectul sumar al ambelor doze a fost cu 70,4% mai scăzut în comparaţie cu cel indus de cea de-a 2-a doză a şocului termic. Când durata de incubare a frunzelor cu prima fracţie a dozei a fost mărită până la 10 minute, curba coeficientului de adaptare II a consemnat că efectul de adaptare a frunzelor, în comparaţie cu experimentul analizat mai sus, a fost mai scăzut (figura 4).

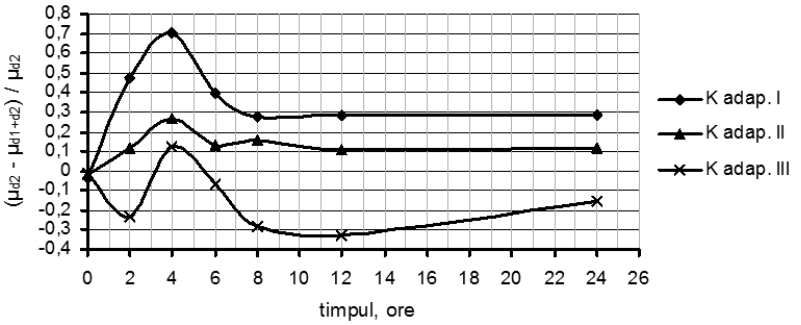


Figura 4. Eficacitatea fracţionării dozelor indusă de prima fracţie a şocului termic la temperatura de 50°C în decurs de: I – 5 min, II – 10 min, III – 30 min.

În cazul dat valoarea efectului protector al primei doze s-a diminuat până la 26,7% din total. În rezultatul extinderii expoziţiei de incubare a probelor cu prima doză până la 30 de minute coeficientul de adaptare a obţinut valori negative, ceea ce consemnează că toleranţa frunzelor faţă de şocul termic a scăzut semnificativ. În pofida acestui fapt, creşterea valorilor coeficientului de adaptare pentru perioade mai mari decât 12 ore, sugerează despre activarea în acest timp a proceselor de recuperare.

Concluzii

1. Sub influenţa temperaturilor înalte se schimbă termotoleranţa frunzelor stejarului pedunculat, ceea ce se poate aprecia cu ajutorul metodei de fracţionare a dozelor şocului termic.

2. Aplicarea metodei de fracţionare a dozei şocului termic a scos în vileag faptul că, în funcţie de valoarea temperaturii primei doze, se evidenţiază procesele de schimbare a termotoleranţei frunzelor. Efectul sumar al fracţionării dozei termice este determinat de parametrii ce îl caracterizează: în cazul tratării probelor de frunze cu durate moderate ale primei fracţii prevalează schimbările adaptive (de sporire a termotoleranţei), iar după perioade de timp îndelungate se evidenţiază procesele de degradare (de diminuare a termotoleranţei).

3. Rezistenţa frunzelor stejarului pedunculat la acţiunea temperaturilor înalte poate fi estimată ca urmare a determinării termotoleranţei de bază a frunzelor şi a schimbărilor cauzate de procesele de adaptare şi cele de degradare. Alegerea corectă a valorilor în cazul fracţionării dozelor termice determină capacitatea de adaptare a frunzelor la variaţiile temperaturilor sezoniere.

4. Datele prezentate, în ansamblu, oferă posibilitatea se a estima potenţialul adaptării dobândite al stejarului pedunculat, fapt care are o anumită importanţă în activităţile de împăduriri, în special în utilizarea corespunzătoare a materialelor forestiere de reproducere în funcţie de specificul condiţiilor de mediu, corelate cu tendinţele de încălzire a climei.

Bibliografie

1. Cuza P. Capacitatea de adaptare a frunzelor stejarului pufos (*Quercus pubescens* Wild.) în funcţie de doză şi durata fracţionării dozelor şocului termic. //Mediul ambiant. 2008. Nr. 6 (42). P. 23-26.

2. Cuza P. Particularităţile populaţionale şi morfo-fiziologice ale speciilor de stejar şi rolul lor în menţinerea fitocenozelor forestiere în Republica Moldova. Teza de doctor habilitat în biologie. Chişinău, 2011. 285 p.

3. Dascaliuc A., Tate R. Systemic in determining the biological role of natural products. //Tehnologii biologice avansate şi impactul lor în economie. Produse naturale: tehnologii de valorificare a lor în agricultură, medicină şi industria alimentară: Mater. simpoz. al 2-lea. Chişinău, 2005. P. 24-37.

4. Dascaliuc A., Cuza P., Ţîcu L. Determinarea termotoleranţei la *Quercus robur* L. cu ajutorul metodei de scurgere a electroliţilor. //Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. 2007. Nr. 3 (303). P. 40-47.

5. Inaba M., Crandall P. G. Electrolyte leakage as an indicator of high-temperature injury to harvested mature green. //Jour. Amer. Soc. Hort. Sci. 1988. Vol. 133. Nr. 1. P. 96-99.

6. Levitt J. Responses of plants to environmental stresses. New York: Academic Press, 1980. Vol. 1. 568 p.

7. Nemerovschii A., Dascaliuc A. Determinarea accelerată a termotoleranţei frunzelor de *Buxus sempervirens* L. cu ajutorul metodei de scurgere a electroliţilor. //Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. 2012. Nr. 1 (316). P. 82-92.

8. Stocker O. Morphologische und physiologische der Dürreresistenz. Bern: Kali-Inst., 1958. S. 79-93.

9. Sullivan C. Y. Mechanisms of heat and drought resistance in grain sorghum and methods of measurement. //In: N. G. Rao and L. R. House (eds.). Sorghum in the seventies. Oxford & I.B.H. New Delhi, 1972. India. P. 267-274.

10. Александров В. Я., Кислюк И. М. Реакция клеток на тепловой шок: физиологический аспект. //Цитология. 1994. Том 3. № 1. С. 5-59.

11. Гусев Н. А., Белькович Т. М. Исследование водоудерживающей способности клеток листьев в связи с действием засухи. //В кн. Физиологические механизмы адаптивных реакций растений. Казань, 1987. С. 3-56.

12. Даскалюк Т. М. Особенности ростовой реакции и белкового синтеза проростков пшеницы при тепловом стрессе. //Автореф. дис. канд. биол. наук. Кишинев, 1989. 23 с.

13. Удовенко Г. В. Механизмы адаптации растений к стрессам. //Физиология и биохимия культурных растений. 1979. № 11. С. 99-107.