

CURBA DE SATURAȚIE A LUMINII PENTRU FOTOSINTEZĂ – UN CRITERIU DE DETERMINARE A PERFORMANȚEI GENOTIPURILOR DE VIȚĂ DE VIE

DOI: 10.5281/zenodo.3989207

CZU: 581.132:634.8

Doctor habilitat în științe biologice **Eugeniu ALEXANDROV**

E-mail: e_alexandrov@mail.ru

Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor

THE PHOTOSYNTHESIS-IRRADIANCE CURVE – A CRITERION FOR DETERMINING THE PERFORMANCE OF GRAPEVINE GENOTYPES

Summary. Climate change makes it necessary to create genotypes of plants that will be able to provide high yields under the new pedoclimatic conditions. Even if the existing interspecific genotypes have many possible uses, they may not be able to withstand climate change. The analysis of the photosynthesis-irradiance curve allows understanding the ecophysiological traits of a species. Besides, different genotypes of plants grown under more or less similar conditions can be compared, thus determining the potential productivity and resistance to environmental factors. Global warming will increase the frequency of days with extremely high temperatures, which can directly affect the quality and productivity of various crops and, in the case of failure to take adaptation measures, society will have to face great difficulties. The goal of this study has been to evaluate the parameters of the photosynthesis-irradiance curve of the intraspecific and inter-specific genotypes of grapevine to determine their productivity and resistance to biotic and abiotic factors. Determining the dependence of photosynthesis on solar irradiance has allowed evaluating the efficiency of the use of light energy by the genotypes of grapevine. Thus, it has been found that the interspecific genotypes of grapevine (*Vitis vinifera* L. x *Muscadinia rotundifolia* Michx.) show higher adaptability to climate factors and have higher productivity than the intraspecific genotypes of grapevine.

Keywords: genotype, photosynthesis, climate change, performance, grapevine.

Rezumat. Factorii mediului ambiant în continuă schimbare impun necesitatea creării unor genotipuri de plante care să asigure o performanță sporită în noile condiții pedoclimatice. Cu toate că genotipurile intraspecifice existente dispun de posibilități largi de utilizare, acestea nu fac față impactului schimbărilor climatice. Analiza curbei de lumină oferă o informație valoroasă despre caracterele ecofiziologice ale unei specii. Totodată, în baza caracterelor respective, pot fi comparate diferite genotipuri de plante în condiții mai mult sau mai puțin similare și determinată astfel capacitatea lor de productivitate și rezistență la factorii climatici. În urma încălzirii climei va spori frecvența zilelor cu temperaturi extrem de înalte, care vor influența negativ calitatea și productivitatea culturilor agricole, iar fără a întreprinde măsuri de adaptare, societatea va suporta prejudicii colosale. În studiul respectiv s-au evaluat parametrii curbei de lumină pentru fotosinteză la genotipurile intraspecifice și interspecifice de viță de vie în scopul evaluării productivității și rezistenței acestora la factorii biotici și abiotici. Determinarea dependenței fotosintezei de radiația solară a permis evaluarea eficienței utilizării energiei luminii de către genotipurile de viță de vie. Astfel, s-a constatat că genotipurile interspecifice de viță de vie (*Vitis vinifera* L. x *Muscadinia rotundifolia* Michx.) demonstrează o adaptabilitate la factorii climatici și o productivitate mai înaltă în raport cu genotipurile intraspecifice de viță de vie.

Cuvinte-cheie: genotip, fotosinteză, schimbări climatice, performanță, viță de vie.

INTRODUCERE

Schimbările climatice generează necesitatea creării unor genotipuri de plante care să se dezvolte și să asigure o performanță sporită în noile condiții pedoclimatice. Cu toate că genotipurile intraspecifice oferă posibilități largi de utilizare, ele nu sunt capabile să înfrunte impactul schimbărilor climatice. Iată de ce, ținând cont de funcționalitatea genotipurilor și utili-

zarea algoritmilor tehnicii și a metodicii de hibridare interspecifică urmează să fie create genotipuri interspecifice rizogene mai plastice sub aspectul adaptării lor la schimbările climei, cu repercusiuni benefice asupra dezvoltării durabile.

Precizăm că o societate umană se dezvoltă durabil în cazul când consumă produse derivate naturale de calitate înaltă, utilizează rațional resursele naturale și înregistrează un impact negativ minim asupra me-

diului înconjurător. Dezvoltarea durabilă desemnează acea modalitate de evoluție a societății umane care motivează satisfacerea necesităților generației actuale fără a afecta nivelul și calitatea vieții generațiilor viitoare. Fiecare generație are obligația de a nu lăsa generațiilor viitoare datorii de divers ordin, inclusiv ecologice – epuizarea resurselor naturale sau poluarea solului, apei, aerului etc. [4; 5].

Adaptarea plantelor la condițiile factorilor climatici ai mediului înconjurător reprezintă un rezultat al procesului „adaptării evolutive” a însușirilor ecofiziologice ale genotipului. Pentru identificarea strategiei de adaptare a genotipurilor au fost determinate unele caractere stabile ale structurii plantelor, indicatori ai creșterii, care pot fi utilizați în paralel cu procesele fiziologice precum fotosinteza, respirația, transpirația etc. [6; 8]. Deosebirile esențiale între reprezentanții diferitor tipuri de plante sunt dependente de indicatorii de producere: viteza de creștere, greutatea individului, repartizarea masei biologice în organe, care la rândul lor reflectă intensitatea proceselor fiziologice (fotosinteza, respirația, transpirația, schimbul de substanțe minerale și transportarea).

Fotosinteza este foarte sensibilă la factorii biotici și abiotici ai mediului înconjurător. În procesul de adaptare a genotipurilor la factorii mediului un indice primordial este respirația, care reprezintă sursa esențială de energie pentru plantă și veriga principală a metabolismului. Componentele funcționale ale respirației sunt dependente de utilizarea energiei pentru a demara procesele vitale. Intensitatea respirației frunzelor reprezintă un caracter distinctiv al speciilor de plante, fiind direct proporțională cu nivelul de toleranță al speciei față de factorii de mediu, totodată constituind o modalitate de evaluare a metabolismului și a capacității de adaptare a plantelor.

Determinarea dependenței fotosintezei față de radiația solară permite evaluarea eficacității utilizării energiei luminii de către organismul vegetal. Acest principiu este stabilit în codul genetic, reprezentat prin mecanismul de utilizare a energiei luminii și transformarea compușilor biogeni neorganici în substanțe organice. Curba de lumină permite perceperea caracterelor ecofiziologice ale unei specii, iar acești indici la rândul său oferă posibilitatea de a compara, în condiții mai mult sau mai puțin similare, diferite genotipuri de plante determinând astfel productivitatea și rezistența lor la factorii de mediu [3; 7; 8].

Scopul prezentului studiu constă în evaluarea parametrilor curbei de saturație a luminii pentru fotosinteză la genotipurile intraspecifice și interspecifice de viță de vie în vederea determinării productivității și rezistenței acestora la factorii biotici și abiotici.

MATERIALE ȘI METODE

În calitate de obiect de studiu au fost utilizate genotipurile interspecifice rizogene (*Vitis vinifera* L. $\times$ *Muscadinia rotundifolia* Michx.): Alexandrina, Augustina, Ametist, Nistreana, Malena și BC₃-536 [1], genotipurile interspecifice complexe Regent și Viorica și genotipul intraspecific (*Vitis vinifera* L.) Muscat de Alexandria.

În urma investigațiilor a fost evaluată activitatea fotosintetică, transpirația, respirația, conductivitatea stomatelor în raport cu condițiile climatice ca: temperatura, umiditatea, concentrația de CO₂ și alți factori, având la bază elementul fiziologic de performanță – curba de saturație a luminii pentru fotosinteză.

Procesul de monitorizare a fost realizat cu ajutorul aparatului PTM-48A, care permite efectuarea măsurărilor sub formă de film-cardiogramă, în regim automat, la un interval de 10 minute, pe o durată de 24 de ore. Au fost utilizate plantele din teren deschis, frunzele lor intacte, situate în partea de mijloc a lăstarului. Cu ajutorul tubului Ascarit (Ca(OH)₂ – 75,5 % : NaOH – 3,5 % : H₂O – 21,0 %) se efectuează automat calibrarea concentrației de CO₂ și a umidității aerului, înainte de fiecare măsurare, apoi au loc măsurările propriu-zise. Măsurările se efectuează prin punctele analogice de contact ale aparatului de monitorizare și senzori: modulul RTH-48 pentru obținerea datelor meteo; radiația fotosintetică activă (RTH/R PAR, micromol/m²*s); temperatura aerului (°C); umiditatea absolută a aerului (g/m³); umiditatea relativă a aerului (%); punctul de rouă (°C); concentrația de CO₂ din aer (ppm); presiunea atmosferică (mbar) și temperatura solului (°C). Senzorii LT-1P din patru camere de măsurare au permis de a determina: deficitul presiunii vaporilor (°C); temperatura frunzei (°C); concentrația de CO₂ (mbar). Senzorul SMS-5P a permis determinarea umidității solului (%). Senzorul SF-5P a permis determinarea vitezei relative de circulație a sevei în lăstar. Au fost obținute rezultatele următorilor indicatori: fotosinteza – micromoli CO₂/m²*s, asimilația reală – micromoli CO₂/m²*s, respirația totală – micromoli CO₂/m²*s, faza de întuneric a respirației – micromoli CO₂/m²*s, fotorespirația – CO₂/m²*s, transpirația – H₂O/m²*s. Prelucrarea rezultatelor obținute a condus la determinarea elementului fiziologic de performanță: curba de saturație a luminii pentru fotosinteză (micromol CO₂/m²*s), fotosinteza brută și netă (micromol CO₂/m²*s). Prelucrarea statistică a datelor s-a efectuat prin aplicarea programelor software de calculator Statistica 10 (Stat soft INC, USA) și Microsoft Excel 2010. Pentru modelarea și ajustarea datelor bidimensionale au fost utilizate metodele celor mai mici pătrate și regresia puternic ponderată la nivel local. Calculele s-au efectuat la nivel de semnificație P ≤ 0,05 [7; 8].

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Fotosinteza reprezintă procesul de conversie a energiei solare în cea chimică, care este acumulată de către plante sub formă de energie chimică a substanțelor organice sintetizate din compuși anorganici sub acțiunea luminii. Evaluarea fotosintezei contribuie la stabilirea legăturilor reciproce între procesele metabolice ale organismului vegetal. Radiația solară reprezintă un factor decisiv al productivității, dar fără o evaluare complexă nu este posibilă determinarea nivelului de performanță al genotipurilor care este într-o legătură directă cu utilizarea eficientă a radiației fotosintetice active.

Baza energetică a fotosintezei, după cum se știe, este asigurată de razele de lumină absorbite de clorofilă. Energia radiației fotosintetice active reprezintă aproximativ 50 % din energia totală a radiației solare. Razele infraroșii ale spectrului solar, care și ele reprezintă aproximativ 50 % din energia totală a luminii solare, nu participă la reacțiile fotochimice ale fotosintezei. Aceste raze sunt absorbite de sol, încălzind aerul la suprafața acestuia și plantele înseși, îmbunătățind transpirația plantelor și evaporarea umidității de la suprafața solului.

Un indicator obiectiv al performanței genotipului îl constituie utilizarea radiației fotosintetice active (PAR). În procesul de fotosinteză nu participă toată energia solară, ci doar partea vizibilă – radiația fotosintetic activă cu lungimi de undă cuprinse în intervalul de 380-720 nm (nanometri sau milimicroni). Acțiunea luminii se reduce la trecerea moleculelor în stare activă (stare energetică ridicată), după care acestea sunt capabile să intre în reacții chimice. Nu orice cantitate de lumină poate provoca activarea moleculei și declanșarea transformărilor fotochimice [3; 6].

Un alt factor important, care influențează procesul de fotosinteză, este temperatura aerului. Intervalul de temperaturi, precum și valoarea concretă a temperaturii optime a aerului la care fotosinteza atinge cel mai înalt nivel depinde de genotip și de particularitățile biologice ale ariei sale de răspândire. Temperatura minimă la care se declanșează fotosinteza este 5 °C. La temperatura de 10-15 °C procesul de fotosinteză este redus; la temperatura de 20-26 °C procesul de fotosinteză atinge o intensitate optimă, iar la temperaturi de peste 40 °C se reduce de 6-7 ori sau poate să înceteze din cauza instabilității termice a enzimelor și deshidratării frunzelor. Productivitatea fotosintezei la genotipurile de viță de vie intraspecifice din grupul *Vitis vinifera* începe să se reducă la temperatura de

30 °C, la temperatura de 35 °C atinge un nivel critic, iar la temperatura de 45 °C încetează [3].

Influența temperaturii asupra fotosintezei depinde de intensitatea iluminării. La o iluminare scăzută, fotosinteza nu mai depinde de temperatură. În consecință, la un nivel scăzut de iluminare și la o temperatură de 15-25 °C, fotosinteza aproape că nu diferă. În condiții de iluminare ridicată, intensitatea fotosintezei este influențată de reacțiile ce se desfășoară la faza de întuneric. Temperatura frunzei și penetrarea acesteia de către lumină depinde de grosimea și consistența frunzei.

Un indicator esențial al fotosintezei este intensitatea acesteia, adică cantitatea de CO₂ absorbită într-un interval de timp de o unitate a suprafeței frunzelor. Intensitatea fotosintezei crește odată cu majorarea concentrației de CO₂ din mediul înconjurător. O intensitate maximă a procesului de fotosinteză se înregistrează la o concentrație de CO₂ în aer de 500-700 ppm. În condiții normale concentrația în aer este în limita de 320 ppm. Determinând intensitatea fotosintezei obținem magnitudinea fotosintezei vizibile (fotosinteza netă), deoarece simultan cu fotosinteza în frunze are loc procesul de respirație, în timpul căruia se eliberează O₂ și se absoarbe CO₂.

Pentru a obține valoarea fotosintezei reale (fotosinteza brută), urmează să fie monitorizat procesul fotosintezei observate, or, materia organică acumulată de plante reprezintă diferența dintre substanța organică formată în timpul fotosintezei și substanța folosită pentru respirație. Creșterea zilnică în greutate a materiei uscate pe unitatea de suprafață a unei plante constituie indicele de productivitate a fotosintezei [2; 3].

Pentru obținerea unei producții de struguri optime din punct de vedere cantitativ și calitativ raportul dintre fotosinteză (producătoare de compuși organici) și respirație (consumatoare de compuși organici) trebuie să fie în favoarea fotosintezei. Întrucât simultan cu fotosinteza are loc procesul de respirație, pentru a estima intensitatea fotosintezei reale (fotosinteza brută) este necesar a modifica corespunzător intensitatea fotosintezei observate. Astfel, obținem creșterea în greutate a unei unități de suprafață a frunzei ori a plantei în întregime, fapt ce poate determina productivitatea fotosintetică.

Reieșind din indicatorii curbei de saturație a luminii pentru fotosinteză, se constată o performanță avansată a genotipurilor interspecifice de viță de vie în raport cu genotipurile intraspecifice de viță de vie (tabelele 1-2) (figurile 1-6).

Tabelul 1

Activitatea fotosintetică a genotipurilor de viță de vie în raport cu temperatura

Temperatura, °C	Fotosinteza, micromol (CO ₂)/m ² s		
	Muscat de Alexandria	Augustina	Ametist
20	7,2	9,2	10,8
25	10,9	13,4	13,4
30	12,8	13,3	13,9
36	9,2	12,5	12,5

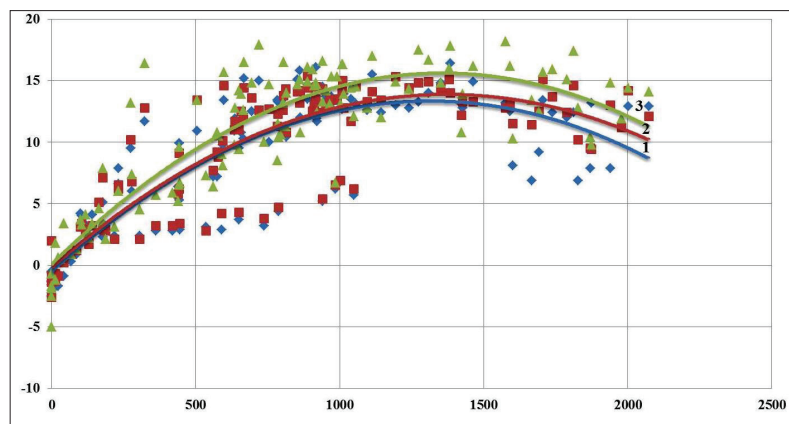


Figura 1. Curbe de saturație a luminii pentru fotosinteză, 2019. Monitorizare – 24 de ore.
1. Muscat de Alexandria; 2. Augustina; 3. Ametist.

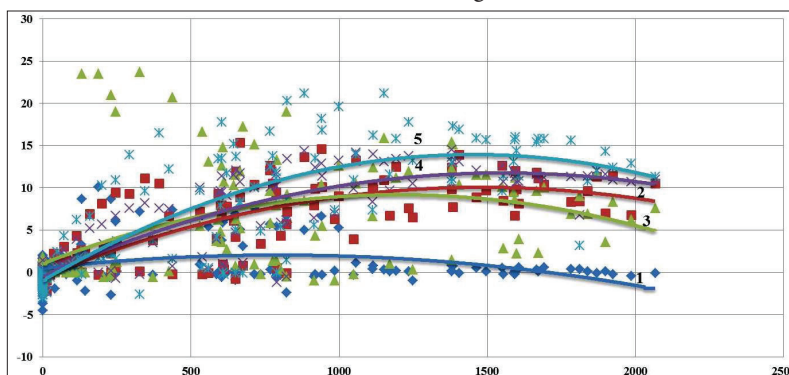


Figura 2. Curbe de saturație a luminii pentru fotosinteză, 2019. Monitorizare – 24 de ore.
1. Muscat de Alexandria; 2. Malena; 3. Alexandrina; 4. BC3-536; 5. Nistreana.

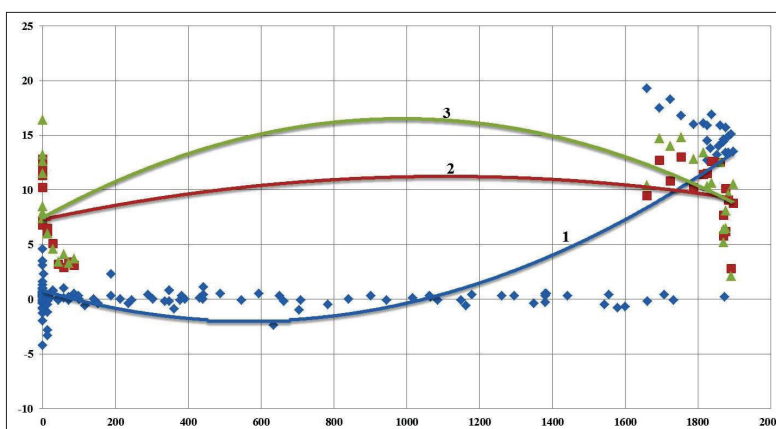


Figura 3. Curbe de saturație a luminii pentru fotosinteză, 2019. Monitorizare – 24 de ore.
1. Regent; 2. Augustina; 3. Ametist.

Tabelul 2

Activitatea fotosintetică a genotipurilor de viță de vie în raport cu intensitatea luminii

Radiația fotosintetică activă, RTH/R PAR, micromol/m ² *s	Fotosinteza, micromol (CO ₂)/m ² *s		
	Muscat de Alexandria	Augustina	Ametist
322	11,7	12,8	16,4
504	10,9	13,4	13,4
1009	12,7	14,2	16,3
1591	12,5	13	16,2
2002	12,9	14,2	14,4

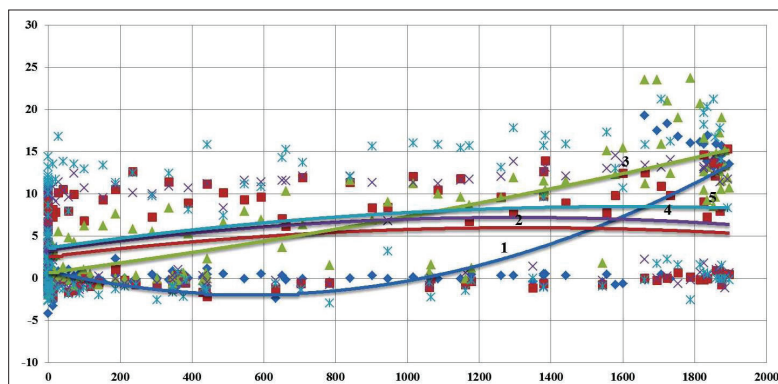


Figura 4. Curbe de saturație a luminii pentru fotosinteză, 2019. Monitorizare – 24 de ore.
1. Regent; 2. Malena; 3. Alexandrina; 4. BC3-536; 5. Nistreana.

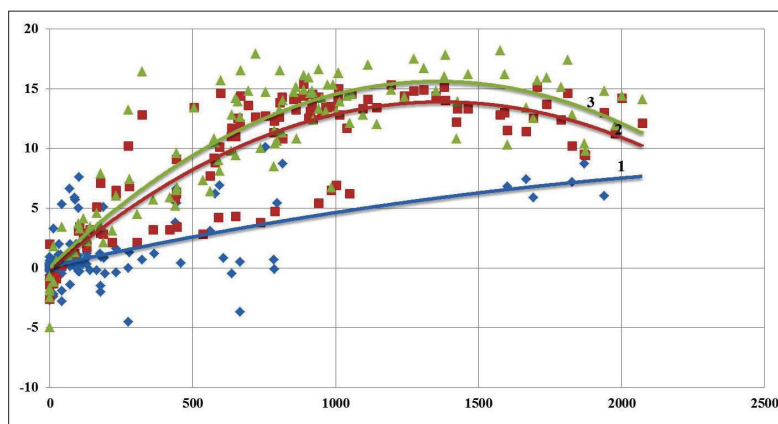


Figura 5. Curbe de saturație a luminii pentru fotosinteză, 2019. Monitorizare – 24 de ore.
1. Viorica; 2. Augustina; 3. Ametist.

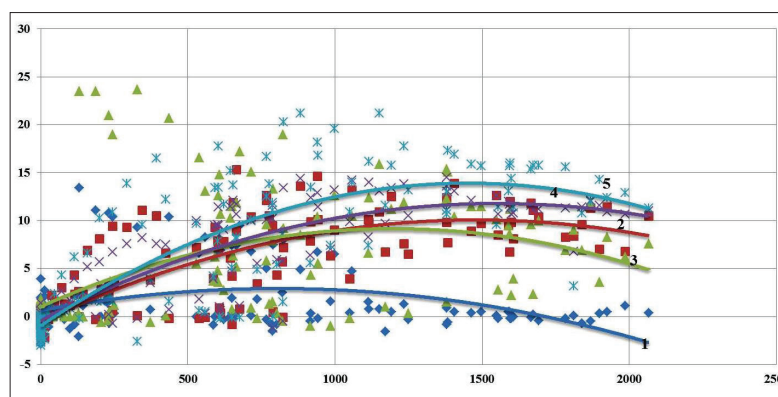


Figura 6. Curbe de saturație a luminii pentru fotosinteză, 2019. Monitorizare – 24 de ore.
1. Viorica; 2. Malena; 3. Alexandrina; 4. BC3-536; 5. Nistreana.

Tabelul 3

Temperatura medie a aerului (°C) pe zone geografice în perioadele 2002–2004, 2005–2009, 2010–2014 și 2015–2019, Republica Moldova

Zona	2002–2004	2005–2009	2010–2014	2015–2019
Nord	9,0	9,22	9,2	10,09
Centru	10,31	11,09	10,84	11,56
Sud	10,86	11,48	11,27	12,34
Media anuală	10,05	10,6	10,43	11,33

Tabelul 4

Temperatura medie a aerului (°C) pe anotimpuri în perioadele 2002–2004, 2005–2009, 2010–2014 și 2015–2019, Republica Moldova

Anotimpul	2002–2004	2005–2009	2010–2014	2015–2019
Iarna	- 1,6	- 0,37	- 2,1	0,18
Primăvara	10,47	10,43	11,0	11,6
Vara	21,02	21,5	21,86	22,24
Toamna	10,32	10,85	10,98	11,32
Media anuală	10,05	10,6	10,43	11,33

Cu un înalt grad de certitudine a fost stabilit faptul că fenomenul schimbărilor climatice ia amploare și avansează cu un ritm accelerat, în special în ultimele trei decenii. Conform calculelor experților grupului interguvernamental privind schimbările climatice, pe parcursul ultimilor 160 de ani temperatura medie anuală de la suprafața Terrei a crescut cu circa 0,8 °C.

Începutul anilor '90 ai secolului al XX-lea este considerat un punct de referință pentru fenomenul de încălzire globală. Acest fenomen a fost atestat în baza observațiilor efectuate la Stația meteorologică Chișinău, potrivit cărora în perioada 1887–1980 temperatura medie anuală a aerului a crescut în medie, în fiecare 10 ani, cu circa 0,05 °C, ceea ce, recalculat pentru 100 de ani, constituie o creștere cu 0,5 °C. Aplicând aceeași metodologie pentru anii 1981–2010, s-a atestat o creștere medie pentru fiecare zece ani cu circa 0,63 °C, ceea ce, recalculat pentru 100 de ani, constituie 6,3 °C. Totodată, creșterea bruscă a temperaturii medii anuale pentru perioada 1981–2010 a fost determinată de creșterea esențială a temperaturii medii a aerului pe durata primăverii, verii și toamnei [9; 10].

Tendențele de evoluție a valorilor medii anuale și sezoniere ale precipitațiilor pentru cele două perioade evaluate sunt pozitive pentru toate anotimpurile, cu excepția sezonului de primăvară (1891–1980) și vară (1981–2010), când tendințele respective au fost negative. De notat totuși că tendințele de creștere ușoară a valorilor medii anuale și sezoniere ale precipitațiilor

nu sunt semnificative din punct de vedere statistic, cu excepția celei anuale pentru perioada 1891–1980.

Tendința temperaturii medii anuale a aerului pe teritoriul Republicii Moldova în perioada 2004–2018 s-a constatat a fi în creștere (tabelul 3).

Reieșind din valorile medii ale temperaturii anuale a aerului de pe teritoriul Republicii Moldova constatăm că în perioada 2002–2004 temperatura medie a aerului a constituit 10,05 °C, în 2005–2009 – 10,6 °C, în 2010–2014 – 10,43 °C, iar în 2015–2019 – 11,33 °C. Analizând valorile medii ale temperaturii anuale și sezoniere (°C) pentru perioada 2002–2019 pe teritoriul Republicii Moldova observăm o creștere a acestora (tabelele 3-4).

Tendențele de evoluție a valorilor medii anuale și sezoniere ale precipitațiilor pentru perioada 2002–2019 sunt pozitive, cu excepția celor din zona de nord, care sunt în descreștere.

Potrivit estimărilor, încălzirea climei va spori frecvența zilelor cu temperaturi extrem de înalte, care pot prejudicia în mod direct sectorul agricol. Schimbările factorilor climatici vor influența negativ calitatea și productivitatea culturilor agricole, iar în cazul în care nu se vor întreprinde măsuri de adaptare, sectorul agricol va suporta prejudicii colosale [4; 5].

Ținând cont de funcționalitatea entităților taxonomice utilizate în tehnicile de încrucișare a viței de vie în raport cu factorii climatici, în final putem obține varietăți de recombinanți prin hibridări interspecifice, conferindu-le o capacitate avansată de adaptare la schimbările climatice.

CONCLUZII

1. Schimbările climatice impun necesitatea creării unor genotipuri de plante care se vor dezvolta și vor demonstra o performanță sporită în noile condiții pedoclimatice.

2. Curba de saturație a luminii pentru fotosinteză permite perceperea caracterelor ecofiziologice ale genotipului, determinând astfel productivitatea și rezistență culturii la factorii de mediu.

3. Genotipurile intraspecifice existente dispun de o marjă largă de utilizare, dar în același timp nu fac față schimbărilor climatice. Genotipurile interspecifice de viță de vie (*Vitis vinifera* L. x *Muscadinia rotundifolia* Michx.) demonstrează o productivitate mai mare decât genotipurile de viță de vie intraspecifice.

BIBLIOGRAFIE

1. Alexandrov E. Crearea hibrizilor interspecfici de viță-de-vie (*V. vinifera* L. x *V. rotundifolia* Michx.) cu rezistență sporită față de factorii biotici și abiotici. Autoreferat al tezei de doctor habilitat. Chișinău, 2017. 45 p.

2. Dobrei A. ș.a. Viticultură: bazele biologice și tehnologice. Timișoara: Solness, 2011. 475 p.

3. Irimia L.M. Biologia, ecologia și fiziologia viței-de-vie. Iași; Ion Ionescu de la Brad, 2012. 260 p.

4. Strategia de mediu pentru anii 2014-2023 și a Planului de acțiuni pentru implementarea acestuia. În: Monitorul Oficial, nr. 104-109 din 06.05.2014. HGRM nr. 301 din 24.04.2014.

5. Strategia Republicii Moldova de adaptare la schimbarea climei până în anul 2020 și a Planului de acțiuni pentru implementarea acesteia. HGRM nr. 1009 din 10.12.2014.

6. Șișcanu Gh. Fotosinteza și funcționalitatea sistemului donator-acceptor la plantele pomicele. Chișinău: S.n., 2018. 316 p.

7. Amirdzhanov A.G. Solnechnaya radiatsiya i produktivnost' vinograda. Leningrad. Gidrometeoizdat, 1980. 280 s.

8. Il'inskiy O.A., Plugatar' Yu.V., Korsakova S.P. Metodologiya, pribornaya baza i praktika provedeniya fitomonitoringa. Simferopol', IT «Arial», 2018. 236 c.

9. <http://meteo.md>

10. <http://www.statistica.md>



Iurie Canașin. *Leonardo și Mona Lisa*, 1992, bronz.