

Vastag Erna\*  
Orlović Saša\*\*  
Stojnić Srđan\*\*\*

## Az éghajlatváltozás erdőkre gyakorolt hatása – génmegőrzési módszerek és azok eddigi alkalmazása a kocsányos tölgy (*Quercus robur* L.) példáján Szerbiában

### 1. Bevezetés – A klímaváltozás

Napjaink egyik legfontosabb környezeti, gazdasági és társadalmi problémája az éghajlatváltozás. Az IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 2007. évi tematikus jelentése szerint a globális éghajlatváltozást alapvetően a légkör összetételének a változása okozza, amit döntő mértékben az emberi tevékenységeknek tulajdonítanak. Az említett jelentés legoptimistább forgatókönyve is 1.4°C hőmérsékletemelkedést jósol 2100-ig, a legrosszabb forgatókönyv szerint pedig globális szinten akár az 5.8°C-t is elérheti. Az éghajlatváltozás szempontjából, a kontinensek közül Európát jelölték meg a legérzékenyebbnek. A fenn említett tény abból adódik, hogy az eddigi adatok elemzése alapján Európa területén jelentősebb hőmérsékletemelkedés figyelhető meg, mint globális viszonylatban. A szakirodalom szerint Európában az elmúlt 50 évben az átlaghőmérséklet 1.4°C-szal emelkedett, a következő évszázadban pedig 2.1-4.4°C-szal fog növekedni<sup>1</sup>.

Mivel Szerbia Európa szerves részét képezi, amely mint már ahogyan említettük is, a klímaváltozás szempontjából kiemelten sebezhető terület, fontos megismernünk az ország területére jósolt adatokkal

---

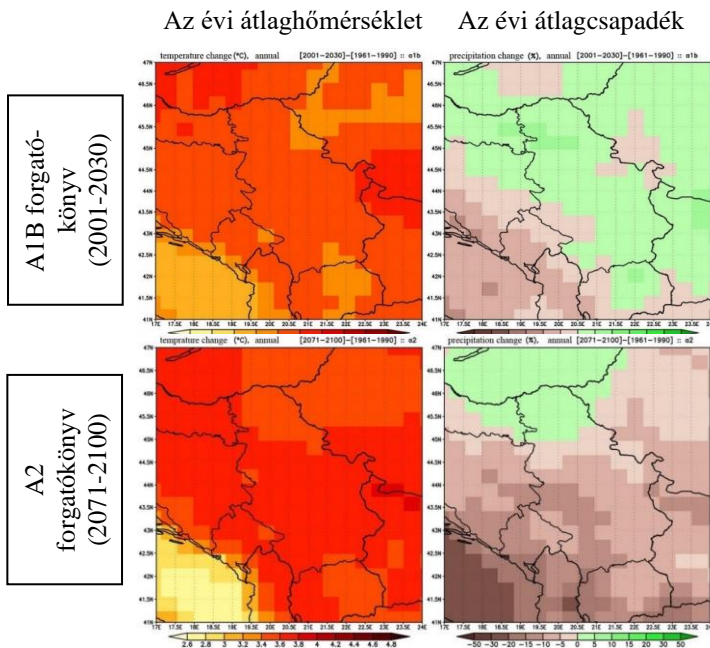
\* Vastag Erna, kutató gyakornok, Újvidéki Egyetem, Mezőgazdasági Kar, Újvidék

\*\* Dr. Orlović Saša, egyetemi tanár, Újvidéki Egyetem, Alföldi Erdészeti és Környezetvédelmi Intézet, Újvidék

\*\*\* Dr. Stojnić Srđan, tudományos munkatárs, Újvidéki Egyetem, Alföldi Erdészeti és Környezetvédelmi Intézet, Újvidék

<sup>1</sup> IPCC (2007): *Climate change 2007: The physical science basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge, 547.

is. A SRES A1B forgatókönyv alapján az évi átlaghőmérséklet az egész ország területén 1°C-al fog emelkedni (Ábra 1.). Kivételt képez Bánát keleti része és Szerbia déli része, ahol 0.9 °C-os növekedés várható, valamint a Timoki völgy déli része 1.1°C-os növekedéssel. Az évi átlagszapadék enyhe növekvése várható (0% - 5%) az említett időszakban az ország egész területén. Bácska és Szerémség nyugati részén a csapadék 5% - 10%-al fog növekedni. Emellett negatív trend figyelhető meg országunk déli területen, a Duna völgye körül.



Ábra 1.

*Az átlaghőmérséklet növekedése és az átlagos csapadék változása Európában 2001-2030-ig és 2071-2100-ig az A1B és az A2 forgatókönyvek alapján<sup>2</sup>*

A SRES A2 pesszimista prognózisa szerint 2100-ig jelentős évi átlaghőmérséklet emelkedése várható országunk egész területén (3.6°C - 3.8°C) (Ábra 1.). Kisebb hőmérséklet emelkedés (3.4°C do 3.6°C) az említett forgatókönyv szerint a Délvidéken, egyes nyugati részeken for-

<sup>2</sup> BOŽANIĆ D. (Ed.). (2010). *Initial National communication of the Republic of Serbia under the United Nations Framework Convention on Climate Change*. Ministry of Environment and Spatial Planning. IPCC (2007): *Climate change 2007: The physical science basis*.

dulhat elő. Ebben az időszakban az évi átlagcsapadék változatos lesz. Délvidéken 5%-10%-os emelkedés, még Szerbia többi részén a csökkenése várható. A csapadék északkelettől délnyugat irányában fog csökkenni. Legnagyobb csökkenés pedig nyugati és délnyugati részen várható (-10%-15%). Emellett, nagy valószínűséggel gyakoribbak lesznek a természeti katasztrófák<sup>3</sup>. Főként a szárazsággal sújtott periódusok, árvizek és az erdőtüzek száma nő majd. Mindezen tényezők jelentősen megváltozott környezetet fognak eredményezni, amely helyzetben a fajok alkalmazkodóképessége jelentős szerephez fog jutni.

## 2. Az éghajlatváltozás erdőkre gyakorolt hatása

Az erdők kimagasló fontossággal bírnak egyrészt a éghajlatváltozás alakulásában, másrészt pedig az emberek ahhoz való alkalmazkodásában. Az erdők jótékony hatásai megfigyelhetők a CO<sub>2</sub> megkötésében, a klíma-kiegyenlítő hatásukban, a vízháztartásban játszott kedvező szerepükben valamint a levegőben található egyéb káros anyagok kiszűrésében<sup>4,5</sup>. Mindazok mellett, hogy nélkülözhetetlen szerepet töltenek be a szén-ciklus alakításában, rendkívül érzékenyen reagálnak az éghajlatváltozásra<sup>6,7</sup>.

Az erdők szerkezete és összetétele az eredetihez képest jelentősen megváltozott az idők folyamán az emberi tevékenység által<sup>8</sup>. A túllelűek előfordulási területe növekedett, amelyek közül főként a lucfenyő

---

<sup>3</sup> SEKULIĆ G. – DIMOVIĆ D. – KALMAR KRNAJSKI JOVIĆ Z. – TODOROVIĆ N. (2012): Procena ranjivosti na klimatske promene Srbija, WWF (Svetski fond za prirodu), Centar za unapređenje životne sredine, Beograd.

<sup>4</sup> SANQUETTA C.R. – DALLA CORTE A.P. – BENEDET MAAS G.C. (2011): The role of forests in climate change, *Quebracho*, 19. sz. 84-96.

<sup>5</sup> EKHUEMELO D. (2016): Importance of forest and trees in sustaining water supply and rainfall. *Nigeria journal of education, health and technology research (njehetr)*, 8. sz. 8.

<sup>6</sup> MARACCHI G. – SIROTENKO O. – BINDI M. (2005): Impacts of present and future climate variability on agriculture and forestry in the temperate regions: Europe. *Climatic Change*, 70. sz. 117-135.

<sup>7</sup> LINDNER M. – MAROSCHEK M. – NETHERER S. – KREMER A. – BARBATI A. – GARCIA-GONZALO J. – SEIDL R. – DELZON S. – CORONA P. – KOLSTRÖM M. – LEXER M.J. – MARCHETTI M. (2010): Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems, *Forest Ecology and Management*, 259. sz. 698-709.

<sup>8</sup> KIKI M.D. – AKPOR O.B. (2012): Effects of Human Activities on Forest Resources in the Crystal Mountains of Gabon, *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 4. sz. 205-232.

(*Picea abies* L.) terjedt el. Ezáltal csökkent az erdők fafajta, kor és terület szerinti diverzitása. Az említett változások az erdőállományt a klímaváltozástól függetlenül is sérülékennyé teszik. Azonban ha beteljesednek a klímaváltozási előrejelzések, akkor az erdőállományt, melyben nagy százalékban szerepelnek tűlevelűek, jelentős veszély fenyegeti a széthullásra<sup>9</sup>.

A mezőgazdasági növényektől eltérően, a erdők hosszú életűek és ebből kifolyólag nagyobb hangsúlyt kell fektetni az alkalmazkodóképességükre, azaz az előrelátott éghajlati körülmények figyelembe vételére az erdők telepítésekor. A gyors éghajlatváltozás hosszú és rövid távon is hatással lehet az erdőterületek kiterjedésére és faji összetételére<sup>10</sup>. Egyes fajok előhelye észak felé, a hegyvidékeken pedig magasabb tengerszint feletti magasságok felé tevődik át, más fajok pedig akár ki is halhatnak, ha nem tudnak kellőképpen gyorsan adaptálódni a megváltozott éghajlati tényezőkhöz<sup>11</sup>. A globális felmelegedés emellett a vegetációs idő meghosszabbodásával is jár, és ha ehhez elegendő csapadék is párosul, akkor ez a növények növekedésének gyorsulását eredményezi<sup>12</sup>. Azonban ha ehhez csapadékhiány társul, akkor a növekedés és a vitalitás visszaesésével kell számolni. A hőmérsékletemelkedés az északi féltekén megfelelőbb feltételek kialakulását eredményezheti a fafajták számára, emellett pedig pozitív hatást gyakorolhat a vegetációs periódus meghosszabbodására, a szerves anyagok gyorsabb lebomlására és a talaj nitrogéntartalmának növekedésére is<sup>13</sup>. Az előrelátott melegedő és szárazodó éghajlat hatása miatt számos, jelenleg az optimálishoz közeli állomány kerülhet a jövőben klimatikus határhelyzetbe, ami a kevésbé toleráns egyedek pusztulását eredményezheti. A fajok fennmaradását, adaptációját és evolúcióját pedig épp a fajon belüli magas diverzi-

---

<sup>9</sup> CORLETT R.T. – WESCOTT D.A. (2011): Will plant movements keep up with climate change? *Trends in Ecology & Evolution*, 28. sz. 482–488.

<sup>10</sup> BERENDT F. – FORTIN M. – JAEGER D. – SCHWEIER J. (2017): How Climate Change Will Affect Forest Composition and Forest Operations in Baden-Württemberg—A GIS-Based Case Study Approach. *Forests*, 8. sz. 298.

<sup>11</sup> DAVREUX T. – GODBOLD D.L. – WALMSLEY J. (2011): Climate Change and Tree Species Migration, *Quarterly Journal of Forestry*, 105. sz. 141–147.

<sup>12</sup> NABUURS G.J. – PUSSINEN A. – KARJALAINEN T. – ERHARD M. – KRAMER K. (2002): Stemwood volume increment changes in European forests due to climate change—a simulation study with the EFISCEN model. *Glob Change Biol*, 8. sz. 304–31.

<sup>13</sup> KIRSCHBAUM M.U. (1995): The temperature dependence of soil organic matter decomposition, and the effect of global warming on soil organic C storage. *Soil Biology and Biochemistry*, 27. sz. 753–760.

tás teszi lehetővé<sup>14,15</sup>. Ebből kifolyólag a magas diverzitású fajok esetében kisebb a lehetőség a faj kihalására.

A MOTIV integrált projektum<sup>16</sup> az alkalmazkodás irányítására különböző modelleket vesz figyelembe, hogy előreláthassa a klímavázás hatását harmincnyolc európai fafajtára. A tanulmány eredményei szerint a szárazságtűrőbb fajták, mint a kocsánytalan tölgy (*Quercu petrea* Liebl.), molyhos tölgy (*Quercus pubescens* Willd.) és az erdeifenyő (*Pinus sylvestris* L.) kisebb tengerszint feletti magasságokon fognak elhelyezkedni, mint a szárazságérzékenyebb fajták. Ebből kifolyólag a kocsányos tölgy, az európai bükk (*Fagus sylvatica* L.), hegyi juhar (*Acer pseudoplatanus* L.), hárs (*Tilia*), szil (*Ulmus*), korai juhar (*Acer platanoides* L.) és a közönséges jegenyefenyő (*Abies alba* Mill.) elterjedési területe csökkeni fog. Az említett tervezet jó példája az éghajlatváltozás erdők összetételére gyakorolt hatásának szemlélésére. Ezen változások pedig hatást gyakorolnak az erdők ökoszisztémájának működésére.

### 3. Az éghajlatváltozás kocsánytalan tölgyre gyakorolt hatása

A kocsányos tölgy az utolsó jégkorszakot követő időszakban a menedékterületekről (refúgiumokból) kiindulva Európa nagy részét meghódította. A kontinensünkön honos tölgyfajok közül a legnagyobb az elterjedési területtel rendelkezik. A kocsányos tölgy 32400.0 ha területtel országunk hetedik legelterjedtebb fafajtája<sup>17</sup>. Az említett fafajta nem csupán gazdasági szempontból is az egyik legfontosabb fajta, hanem ökológiailag is meghatározó eleme Európa és egyben a Délvidék lombhullató erdeinek. Legismertebb előfordulási helye országunkban a Száva folyó bal partjának kiterjedt ártereiben, a Szerémi-síkságon, egé-

---

<sup>14</sup> KIRK H. – FREELAND J.R. (2011): Applications and implications of neutral versus non-neutral markers in molecular ecology. *Internal Journal of Molecular Science*, 12. sz. 3966–3988.

<sup>15</sup> TOOKER J. F. – FRANK S.D. (2012): Genotypically diverse cultivar mixtures for insect pest management and increased crop yields. *Journal of Applied Ecology*, 49 sz. 974–985.

<sup>16</sup> MOTIVE: 'Models for Adaptive Forest Management'; <http://motive-project.net>. (A letöltés dátuma: 2018. 11. 07.)

<sup>17</sup> BANKOVIĆ S. – MEDAREVIĆ M. – PANTIĆ D. – PETROVIĆ N. (2009): Šumski fond Republike Srbije-stanje i problemi. *Glasnik šumarskog fakulteta*, 100. sz. 7–30.

szen a Száva hurkos kanyaráig, Kölpényig (Kupinovo) terjed<sup>18</sup>. Ezeket a tölgyeseket, melyek a Száva mentén helyezkednek el szerémségi tölgynek nevezik (hrast sremski).

Sajnálatos módon azonban tanulmányok sorozata bizonyítja az említett őshonos fafajtánk érzékenységét, és a területének fokozott csökkentését, ami a klímaváltozás eredményének tulajdonítható. A kocsányos tölgyerdők kiszáradása több mint egy évszázada aktuális probléma a Délvidéken<sup>19</sup>. Az egyik legelső megemlített kiszáradás 1877-ben történt, a Maros folyó mentén<sup>20</sup>. Az említett publikáció megörökítette a kiszáradás folyamatát, amely szerint az első lépésben a lombkorona felső ágai kezdenek el száradni, majd ez tovább terjed az alsóbb ágakra és végül az egész fára kiterjed. Ezt követően 1909 és 1924 között lett feljegyezve a kocsányos tölgy kiszáradása Vajdaság területén<sup>21</sup>. A kocsányos tölgy kiszáradására lett rámutat 1950 után is, 1983 és 1986 között<sup>22</sup>. Ez után, egymást követő években lett megfigyelve a kocsányos és a kocsánytalan tölgy (*Quercus petrea* Matt.) lombkoronáinak száradása<sup>23</sup>. A tanulmány szerint a 2011-es és 2012-es szárazság jelentős károkat okozott a lombkorona vitalitásában, még 2012 és 2014 között egyes egyedek kiszáradásra is sor került. Ezt követően a kocsányos tölgy és a csertölgy (*Quercus cerris* L.) 2011 és a 2012-es szárazsága utáni kiszáradása lett feljegyezve, mely országunk északi részént történt<sup>24</sup>. Az említett publikáció a kocsányos tölgy számára potenciálisan megfelelő élőhelyek csökkenésére hívja fel a figyelmet országunkban. A második ábra alapján látható, hogy a legtöbb eddigi megfelelő élőhely a század

---

<sup>18</sup> STOJNIC S. – MÁTYÁS CS. (2016): Ártéri kocsányostölgy-gazdálkodás Szerbiában, a termőhelyváltozás szorításában. *Erdészeti Lapok*, 10. sz. 326–329.

<sup>19</sup> STOJNIC S. – TRUDIĆ B. – GALOVIĆ V. – ŠIMUNOVAČKI, Đ. – ĐORĐEVIĆ B. – RAĐEVIĆ V. – ORLOVIĆ S. (2014): Očuvanje genetičkih resursa hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) na području Javnog Preduzeća „Vojvodinašume“. *Topola/Poplar*, 193/194. sz. 47–71.

<sup>20</sup> IGMÁNDY Z. (1967): *Tölgypusztulás, A tölgyek*, Budapest, 583–585.

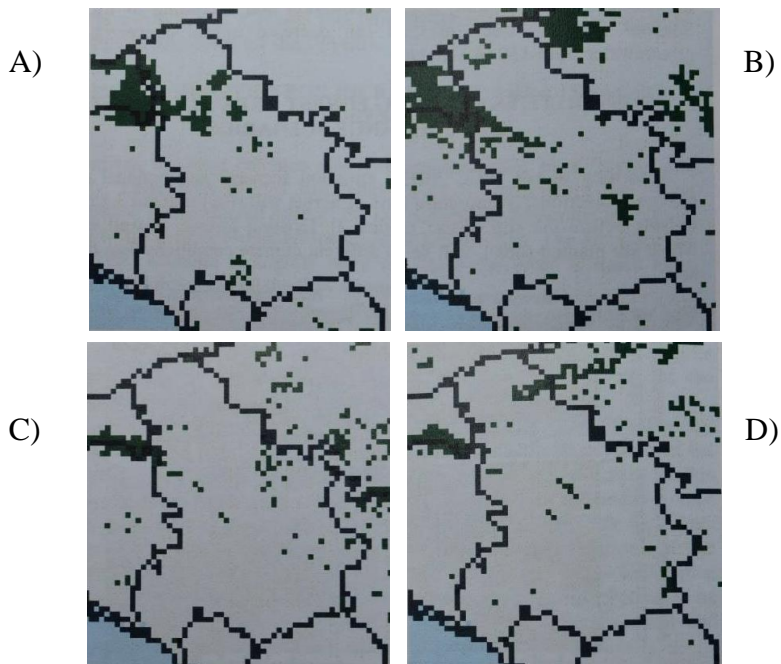
<sup>21</sup> MANOJLOVIĆ P. (1924): Sušenje hrastovih šuma. *Šumarski list*, 18. sz. 502–505.

<sup>22</sup> MEDAREVIĆ M. – BANKOVIĆ S. – CVETKOVIĆ Đ. – ABJANOVIĆ Z. (2009): Problem sušenja šuma u Gornjem Sremu. *Šumarstvo*, 61. sz. 61–73.

<sup>23</sup> DREKIĆ M. – POLJAKOVIĆ-PAJNIK L. – ORLOVIĆ S. – KOVAČEVIĆ B. – VASIĆ V., PILIPOVIĆ A. (2014): Rezultati višegodišnjeg monitoringa stanja krošnji stabala. *Topola*, 193/194. sz. 23–35.

<sup>24</sup> STOJANOVIĆ D. – MATOVIĆ B. – ORLOVIĆ S. – KRŽIĆ A. – TRUDIĆ B. – GALIĆ Z., STOJNIC S. – PEKEĆ S. (2014): Future of the main important forest tree species in Serbia from the climate change perspective. *South-east European forestry*, 5. sz. 117–124.

végéig már nem lesz továbbá megfelelő. Az éghajlatváltozás előrevetéseit figyelembe véve, Szerbiában a kocsányos tölgy a legjobban veszélyeztetett fafajtvá válnak a termőhelyek gyors változása miatt.



Ábra 2.

A kocsányos tölgynek potenciálisan megfelelő előhelyek a XX században (A), 2020-ban (B), 2050-ben (C) és 2080-ban (D) a CCMA model A2 forgatókönyve szerint<sup>25</sup>

Egyértelművé vált, hogy mindenekelőtt az időjárási viszonyok, főleg a csapadékhiány, befolyásolják a kocsányos tölgyek egészségi állapotát<sup>26</sup>. A csapadékhiány az egyedek gyengülését okozza, és az után helytől, időtől és egyedtől függően más-más tényezők (*Armillaria*, díszbogár, stb.) végeznek a fával. A hosszan tartó aszályos időszakban a kocsányos tölgyek egészségi állapota szemmel láthatóan romlik (lomb-

<sup>25</sup> ORLOVIĆ S. – GALIĆ Z. – PILIPOVIĆ A. – STOJANOVIĆ D. – STEVANOV M. – STOJNIC S. (2014): Forest ecosystems in the Serbian part of the Pannonian basin-their role in environmental protection (a review), *Contemporary Agriculture*, 6. sz. 301–309.

<sup>26</sup> NETSVETOV M. – PROKOPUK Y. – DIDUKH Y. – ROMENSKY M. (2018): Climatic sensitivity of *Quercus robur* L. in floodplain near Kyiv under river regulation. *Dendrobiology*, 79. sz. 20–33.

korona ritkulása), a csapadékos időszakban pedig javul. A probléma azonban ott jelentkezik, hogy a kedvezőtlen időszakok negatív hatását nem tudják ellensúlyozni a mind rövidebb ideig tartó kedvező, csapadékos periódusok. Amennyiben az aszályos periódusok gyakorisága és időtartalma növekszik, akkor jelenlegitől is gyakoribb valamint nagyobb területen előforduló rovarkárra kell számítani<sup>27</sup>.

#### 4. Génmegőrzési módszerek

Az erdei fás növények génmegőrzésének célja a genetikai változatosság, az alkalmazkodóképesség, tágabb értelemben pedig az evolúciós képesség fenntartása<sup>28</sup>, amely egyben a különböző fajok és populációk hosszú távú fennmaradásának lényeges előfeltétele. Különösképpen fontos az erdei génforrások gondosan tervezett használata, és ezen géforrások fenntartása a jövő generációi számára<sup>29</sup>.

Két génmegőrzési módszert különböztetünk meg: a dinamikus, helybenit (lat. *in situ*) és a statikus, élőhelytől távolit (lat. *ex situ*). A helybeni, avagy a génkészlet eredeti élőhelyen való fenntartása a mikroevolúciós folyamatok érvényesülésére ad lehetőséget<sup>30</sup>. Másrészt az élőhelytől távoli génmegőrzés a populációk természetes elhelyezkedésüktől távoli változatlan fennmaradását teszi lehetővé<sup>31</sup>. Ebből kifolyólag amikor meghatározott egyedek változatlan formában való megőrzését szeretnénk elérni, akkor a statikus génmegőrzési módszerhez kell folyamodnunk. Emellett, ha kis létszámú populációknál (nem több mint 50 egyed) valamilyen okból nem lehetséges a természetközeli megőrzés, avagy ha hirtelen veszély fenyegeti őket, szintén a statikus génmegőrzési módszert szükséges alkalmazni. Ilyen génmegőrzési módot

---

<sup>27</sup> CSÓKA G. – KOLTAY A. – HIRKA A. – JANIK G. (2007). Az aszályosság hatása kocsánytalan tölgyeseink és bükköseink egészségi állapotára. *Mátyás Cs. és Vig P. (szerk.): Erdő és klíma V. kötet, Sopron*, 229–239.

<sup>28</sup> MILOVANOVIC J. – ŠIJAČIĆ-NIKOLIĆ M. – NONIĆ M. – RADOJEVIĆ U. (2012): Šumski genetički resursi u međunarodnim procesima i zakonskoj regulativi. *Šumarstvo*, 3.–4. sz. 111–131.

<sup>29</sup> MATARUGA M. – ISAJEV V. – ORLOVIĆ S. (2013): *Šumski genetički resursi*, Univerzitet u Banjoj Luci - Šumarski fakultet.

<sup>30</sup> POPOVIĆ V. – LUČIĆ A. – RAKONJAC LJ. (2017): Stanje šumskih genetičkih resursa u Srbiji i pregled aktivnosti na njihovoj konzervaciji, *Selekcija i semenarstvo*, 2. sz. 1–13.

<sup>31</sup> ŠIJAČIĆ-NIKOLIĆ, M. – MILOVANOVIC J. (2007): Konzervacija i usmereno korišćenje šumskih genetičkih resursa, *Glasnik Šumarskog fakulteta*, 95. sz. 7–21.



kívánnak továbbá még az introdukált fafajták értékes populációi is<sup>32</sup>. A módszer lehetővé teszi a fajok – többek között a fokozottan védett, ritka és veszélyeztetett fajok – eredeti termőhelyen kívüli, irányított szaporítását, s amennyiben lehetségessé válik, a szaporulat visszatelepítése eredeti élőhelyére. Az *ex situ* és az *in situ* egymást kiegészítő génmegőrzési módszerek<sup>33</sup>.

## 5. Dinamikus génmegőrzési módszerek

A dinamikus módszer célja a génmegőrzés megvalósítása a védettség valamely fokát már élvező területeken. A természetes populációk megvédése céljából Szerbiában hat nemzeti park (Fruška gora, Đerdap, Tara, Kopaonik i Šara), tíz regionális park és ötven természetvédelem alatt álló terület lett meghatározva<sup>34</sup>, továbbá húsz lombhullató és százharcincnyolc tűlevelű magtermesztésre kijelölt törzsállomány lett létesítve<sup>35</sup>. Azonban a védett területek nem mindig alkalmasak a génmegőrzésre, főleg abban az esetben, ha az aktív génmegőrzéshez olyan beavatkozások szükségesek, amelyek a természetvédelmi előírásokkal nem egyeztethetőek össze. Az erdészetben a magtermesztésre kijelölt törzsállományok a leggyakrabban használt *in situ* génmegőrzési módszer. A konzerváció szempontjából azokat a facsoportokat kell előtérbe helyezni, melyek a következő tulajdonsággal rendelkeznek: magas oszlopú természetési forma, jó fenotípusos tulajdonságok valamint egészségi állapot<sup>36</sup>. A facsoportok az erdőkomplexum részét képezik, és fő céljuk a magtermelés biztosítása.

A magtermesztésre kijelölt törzsállományok létesítése az egyik legjobb formája a kocsányos tölgy genetikai diverzitásának megvigyázására<sup>37</sup>. A Mezőgazdasági és Környezetvédelmi Minisztérium aktuális

---

<sup>32</sup> FAO (1989): *Plant Genetic Resources: Their Conservation in situ for Human Use*. FAO, Rome, Italy.

<sup>33</sup> ISAJEV V. – ORLOVIĆ S. – MATARUGA M. – RAKONJAC LJ. (2011): Genetički resursi šumskih vrsta drveća u Srbiji, *Prvi simpozijum o upravljanju prirodnim resursima sa međunarodnim učesćem*, 329–337.

<sup>34</sup> ORLOVIĆ S. – IVANKOVIĆ M. – ANDONOSKI V. – STOJNIĆ S. – ISAJEV V. (2014): Forest genetic resource support global bioeconomy, *Annals of Silvicultural Research*, 38. sz. 51–61.

<sup>35</sup> ISAJEV V. – ŠIJAČIĆ-NIKOLIĆ M. (2003): *Praktikum iz genetike sa oplemenjivanjem biljaka*, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Šumarski fakultet.

<sup>36</sup> ŠIJAČIĆ-NIKOLIĆ M. – MILOVANOVIĆ J. (2007): Konzervacija i usmereno korišćenje šumskih genetičkih resursa, *Glasnik Šumarskog fakulteta*, 95. sz. 7–21.

<sup>37</sup> ORLOVIĆ S. – ŠIMUNOVAČKI Đ. – ĐORĐEVIĆ Z. – PILIPOVIĆ A. – RADOSAVLJEVIĆ N.

regisztere alapján Szerbiában összesen tizenhét lokáción található magtermesztésre kijelölt törzsállomány, mely összesen 774.47 ha földterületet foglal magába. Az említett törzsállományok alapján országunkban négy különböző fenotípusú kocsányos tölgy lett meghatározva: korai (*Quercus robur* var. *praecox*), tipikus (*Quercus robur* var. *typica*), és két kései fajta (*Quercus robur* var. *tardiflora* i *Quercus robur* var. *tardissima*)<sup>38</sup>. A kocsányos tölgy magtermesztésre meghatározott törzsállományainak alapvető gondjait országunkban három csoportba lehet osztani: állandó beavatkozás szükséges a kiszáradt fák eltávolítására, nem lehetséges a betegség és a károkozók elleni védelem megvalósítása valamint a nem rendszeres időintervallumokban történő maghozam.

## 6. Statikus génmegőrzési módszerek

Az előállított erdei és egyéb fajták fenntartása az *ex situ* módszerekkel történik. Ebből adódóan, az ezen típusú metódus pozitív tulajdonsága, hogy hosszú időn keresztül és kis földterületen tudjuk megővni a kiválasztott genotípusokat<sup>39</sup>. Ebből a célból alakulnak ki a bázisgyűjtemények, melyek feladata a növényanyag felszaporítását, értékelő vizsgálatát és közreadását foglalja magába. Az ilyen típusú gyűjteményeket, melyek hasznosítást is megvalósítanak, aktív gyűjteményeknek nevezzük. Az aktív gyűjtemények három alaptípusát különböztetjük meg: mag és pollen bank, klónbank és az *in vitro* génbank. Továbbá, az *ex situ* génmegőrzési módszer magába foglalja az arborétumok és származási kísérletek létrehozását, magtermesztő ültetvény (plantázs) létesítését, utóvizsgálatot valamint az interspecifikus és intraspecifikus hibridek előállítását is. E metódus negatív oldala abból ered, hogy a szaporítóanyag idővel öregszik és csökken a csírázóképesége, emiatt időközönként új szaporítóanyaggal kell felváltani. Nagy hiány orszá-

---

(2008): Očuvanje genofonda i proizvodnja semena hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.), *Monografija: 250 godina šumarstva Ravnog Srema*, ured. Tomović Z., Orlović S., Janjatović G., Jezdić D., Dobrojević P., Ivanišević P., JP Vojvodinašume, Novi Sad, 161–168.

<sup>38</sup> STOJNIC S. – TRUDIĆ B. – GALOVIĆ V. – ŠIMUNOVAČKI, Đ. – ĐORĐEVIĆ B. – RAĐEVIĆ V. – ORLOVIĆ S. (2014): Očuvanje genetičkih resursa hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) na području Javnog Preduzeća „Vojvodinašume“, *Topola/Poplar*, 193./194. sz. 47–71.

<sup>39</sup> ISAJEV V. – ŠIJAČIĆ-NIKOLIĆ M. (2003): *Praktikum iz genetike sa oplemenjivanjem biljaka*, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Šumarski fakultet.

gunkban, hogy még nem létesítettek génbankot az egyes fontos erdei genotípusok részeinek megőrzésére<sup>40</sup>.

A magtermesztő ültetvények specifikus mesterségesen létrehozott kultúrák, melyek fő célja a gazdasági szempontból fontos fajták minőséges genetikai magjának a biztosítása<sup>41,42</sup>. Származásuk alapján lehetnek vegetatív vagy generatív ültetvények<sup>43</sup>. Függetlenül, hogy melyik típusról van szó, a legjobb genetikai és fenotípusos tulajdonságokkal rendelkező egyedekből hozzák létre őket. Az említett ültetvények fő célja az utódok nagyobb genetikai nyeresége mint a magtermesztésre kijelölt törzsállományok utódaié<sup>44</sup>. Mivel elkülönített ültetvények, esetükben félig kontrollált beporzást lehet elérni. A minőséges genetikai mag termeléséhez fontos a magas szintű genetikai sokféleség a szülőfák között, amit csak nagyobb számú genotípusok ültetésével lehet elérni (minimum 20-60 genotípus ajánlott)<sup>45</sup>. Az ilyen módon létrehozott ültetvényekben rendszeres és bőséges a termés.

Kocsányos tölgy magtermesztő ültetvények országunkban a Vojvodinašume Állami Vállalat és a Szávaszentdemeter Erdőgazdaság gazdálkodási területein találhatóak. Vegetatív magtermesztő ültetvények a Višnjićevo-i erdészeti Közigazgatás, Banov Brod Gazdasági Egység, Kupinovo Erdészeti Közigazgatás és a Visoka šuma - Lošinci Gazdasági Egység, még generatív magtermesztő ültetvények a Klenak Erdészeti

---

<sup>40</sup> POPOVIĆ V. – LUČIĆ A. – RAKONJAC LJ. (2017): Stanje šumskih genetičkih resursa u Srbiji i pregled aktivnosti na njihovoj konzervaciji, *Selekcija i semenarstvo*, 2. sz. 1–13.

<sup>41</sup> TUCOVIĆ A. (1990): *Genetika sa oplemenjivanjem biljaka*. Naučna knjiga, Beograd, 1-596.

<sup>42</sup> SWEET G.B. (1995): Seed orchards in development. *Tree Physiology*, 15. sz. 527–530.

<sup>43</sup> STOJINIĆ S. – TRUDIĆ B. – GALOVIĆ V. – ŠIMUNOVAČKI Đ. – ĐORĐEVIĆ B. – RAĐEVIĆ V. – ORLOVIĆ S. (2014): Očuvanje genetičkih resursa hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) na području Javnog Preduzeća „Vojvodinašume“. *Topola/Poplar*, 193./194. sz. 47–71.

<sup>44</sup> KAJBA D. – KATIČIĆ I. – ŠUMANOVAC I. – ŽGELA M. (2011): Važnost klonskih sjemenskih plantaža u sjemenarstvu i očuvanju genofonda šumskih vrsta drveća u Hrvatskoj. *Radovi Hrvatskog šumarskog instituta*, 44. sz. 37–52.

<sup>45</sup> FRANJIĆ J. – SEVER K. – BOGDAN S. – ŠKVORC Ž. – KRSTONOŠIĆ D. – ALEŠKOVIĆ I. (2011): Fenološka neujednačenost kao ograničavajući čimbenik uspješnog oprašivanja u klonskim sjemenskim plantažama hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). *Croatian Journal of Forest Engineering*, 32. sz. 141–156.

Közgazgatás és Jaliya Leget Turijan Gazdasági Egység területein találhatóak<sup>46</sup>.

Az első vegetatív magtermesztő ültetvény Szerbiában a Višnjićevo-i erdészeti közigazgatás területén lett létesítve 1979 és 1983 között<sup>47</sup>. Az alapvető kritériumok, melyek alapján meg lettek határozva a kiválasztott egyedek a gyors növekedés, a törzs egyenessége, monopodiális elágazás és a lisztharmat szembeni ellenálló képesség (*Erysiphe alphitoides* Griffon & Maublanc) volt. A plantázs nyolcvanhat genotípusból áll, ami továbbá többszörösítve lett kétezer-ötszázhusz egyedre és 5.72 ha területet foglal magába. A fák közötti ültetési távolság 5 m és mind a négy kocsányos tölgy változatot tartalmazza (korai, tipikus és két késői). A második vegetatív magtermesztő ültetvény 1986-ban lett telepítve az Ogar nevű falu határán. A plantázs 2.5 ha területen terül el és a Višnjićevo-i erdészeti közigazgatás területén létesített magtermesztő ültetvény 43 genotípusából lett kialakítva.

Az első generatív eredetű magtermesztő ültetvény 2000 és 2004 között lett létesítve 10 ha földterületen. Az ültetéshez megfelelő makk a vegetatív magtermesztő ültetvényekből és a természetben meghatározott kimagasló fenotípusos tulajdonsággal rendelkező genotípusoktól lett összeszedve, amelyek a Száva-szentdemeter Erdőgazdaság, Morović Erdészeti Közigazgatás, Vinična-Žeravinac-Puk és a Blata-Malovanci Gazdasági Egység területén találhatóak. A plantázsban kétezer-ötszáznyolcvanöt genotípus található összesen,  $7 \times 5$  m ültetési távolságon. Az akadálytalan beporzás céljából külön figyelem lett fordítva a változatok térbeli elhelyezésére, a virágzás fenológiáját is számításba véve. Így a terület első részét a *paecox* változat képezi (15%-a a plantázsban található genotípusoknak), majd ezt követi a *typica* (a genotípusok 30%-a), majd az utolsó és egyben a legnagyobb területet a késői változatok képezik a *tardiflora* (a genotípusok 40%-a) és a *tardissima* (a genotípusok 15%-a). A genetikailag minőséges magtermelés szempontjából kimondottan fontos a szinkronizált virágzás a genotípusok között. Ez mellett fontos a fajon belüli fenológiai variabilitás ismerete, mivel többek között segít meghatározni a faj ellenálló képességét a károkozókkal szem-

---

<sup>46</sup> POPOVIĆ V. – LUČIĆ A. – RAKONJAC LJ. (2017): Stanje šumskih genetičkih resursa u Srbiji i pregled aktivnosti na njihovoj konzervaciji, *Selekcija i semenarstvo*, 2. sz. 1–13.

<sup>47</sup> ERDEŠI J. (1996): Vegetativna semenska plantaža hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) – izvođački projekat. JP „Srbijašume“ Beograd, Šumsko gazdinstvo Sremska Mitrovica. Sremska Mitrovica.

ben. Így például a korai kocsányos tölgy változat levelében kora tavasszal kevesebb kondenzált csersav található, mely sav nem kívánatos a kis téliaraszoló hernyó (*Operophtera brumata* L.) számára. Ebből kifo-lyólag azok az egyedek, melyek korábban kezdik meg fenológiai ciklu-sukat nagyobb kárt szenvednek el a károkozóktól, mivel szinkronizált a fa fenofázisa és a kártevők növekedési ciklusa. Emellett a későbbi vari-ánsok nagyobb növekedési potenciállal és ellenállóképesseggel is rendel-keznek.

Az utódvizsálatok lehetővé teszik a fajta, a populáció vagy a ge-notípus genetikai potenciáljának a megismerését<sup>48</sup>. Az utódvizsgálat során egyforma körülmények között megfelelően értékelhető kísérleti elrendezésben hasonlítjuk össze a kiválasztott törzsfák utódnemzedéke-it. A kontrolált keresztezések eredményeként az utódnemzedék teljes testvér (*full sib*). Leggyakrabban azonban szabad beporzású mag fel-használására van csak lehetőség, az ebből eredő csemeték apái pedig különbözők, ezért féltestvéreknek (*half sib*) tekintendők. Az utódvizsgá-latok lehetővé teszik a kívánatos tulajdonsággal rendelkező genotípusok korai felismerését.

A kocsányos tölgy utódvizsgálat 2012-ben kezdődött az Alföldi Erdészeti és Környezetvédelmi Intézet kísérleti parcelláján, Kátyon<sup>49</sup>. Alapját tizenhárom a generatív magtermesztő ültetvényből származó genotípus képezi (melyek a korai, tipikus és két késői variánsokhoz tar-toznak). Következő évben a makkok a Zombori erdőgazdálkodás és a Száva-szentdemeteri erdőgazdálkodás területén lévő természetes populá-ciókból lettek összegyűjtve.

A molekuláris markerekkel történő kocsányos tölgy konzerváció az egyik legújabb megközelítési mód. A molekuláris markerekkel lehet a legjobban felderíteni a genetikai diverzitást, valamint a különböző fenotípusok abiotikus stresszekre (szárazág, fagy, stb.) mutatott reakció-ját. A kocsányos tölgy molekuláris markerekkel való vizsgálatának tematikájához nagymértékben járultak hozzá Trudić et al., az erről szóló stratégia létrehozásával<sup>50</sup>. A stratégia célja a szárazság okozta szenesz-

---

<sup>48</sup> ŠIJAČIĆ-NIKOLIĆ, M. – MILOVANOVIĆ J. (2007): Konzervacija i usmereno korišćenje šumskih genetičkih resursa. *Glasnik Šumarskog fakulteta*, 95. sz. 7–21

<sup>49</sup> STOJNIĆ S. et. al. (2014): id. mű.

<sup>50</sup> TRUDIĆ B. – GALOVIĆ V. – ORLOVIĆ S. – PAP P. – PEKEČ S. (2013): A strategy for the identification of candidate gene for drought induced stress in penduculate oak (*Quercus robur* L. (*Q. Pendunculata* EHRH.)), Fagaceae. *Bulgarian Journal of Agricultural Sciences*, 19. sz. 338–246.

cenzia genetikai alapjának meghatározása, valamint útmutatót nyújtani új stratégiák kifejlesztésére a kocsányos tölgy konzervációjára Szerémség területén.

## 6. Összegzés

Szerbia egyre inkább felismeri az erdei genetikai források védelmének fontosságát, amit a 2016-tól 2025-ig tartó periódusra érvényes, az erdészeti genetikai erőforrások védelméről és irányított felhasználásáról szóló Nemzeti Program, valamint Szerbia EUROFORGEN-ben való tagsága is alátámaszt. A további aktivitásoknak Szerbiában új ex situ génmegőrzési objektumok valamint új plantázsok alapítását kellene biztosítaniuk.

Európa szerte szükséges lenne elvégezni a kocsányos tölgy genetikai sokféleségének értékelését, valamint a populációinak differenciálódását Szerbia területén belül. Ezen információk meglétében és az EUFORGEN ajánlásai alapján szükség szerint pedig Szerbiában további génmegőrzési egységeket kellene létesíteni.

A kocsányos tölgy genetikai forrásainak védelmének előreléptetésében fontos lépés a további, a kívánt tulajdonságokkal rendelkező genotípusok kiválasztása, valamint új vegetatív szaporítási módszerek kidolgozása. Az aktuális klímaváltozást szem előtt tartva, úgyszintén fontos a meglévő plantázsokban a további genotípusok kiválasztása, azon paramétereket alapján, amelyek a szárazsággal szembeni ellenálló képességre mutatnak rá.

### Felhasznált irodalom:

- BANKOVIĆ S. – MEDAREVIĆ M. – PANTIĆ D. – PETROVIĆ N. (2009): Šumski fond Republike Srbije-stanje i problemi. *Glasnik šumarskog fakulteta*, 100. sz. 7–30.
- BERENDT F. – FORTIN M. – JAEGER D. – SCHWEIER J. (2017): How Climate Change Will Affect Forest Composition and Forest Operations in Baden-Württemberg—A GIS-Based Case Study Approach, *Forests*, 8. sz. 298.
- CORLETT R.T. – WESCOTT D.A. (2011): Will plant movements keep up with climate change?, *Trends in Ecology & Evolution*, 28. sz. 482–488.
- CSÓKA, G. – KOLTAY, A. – HIRKA, A., – JANIK, G. (2007). Az aszályosság hatása kocsánytalan tölgyeseink és bükköseink egészségi állapotára. *Mátyás Cs. és Vig P.(szerk.): Erdő és klíma V. kötet, Sopron*, 229–239.

- DAVREUX T. – GODBOLD D.L. – WALMSLEY J. (2011): Climate Change and Tree Species Migration, *Quarterly Journal of Forestry*, 105. sz. 141–147.
- DREKIĆ M. – POLJAKOVIĆ-PAJNIK L. – ORLOVIĆ S. – KOVAČEVIĆ B. – VASIĆ V. – PILIPOVIĆ A. (2014): Rezultati višegodišnjeg monitoringa stanja krošnji stabala, *Topola*, 193/194. sz. 23–35.
- EKHUEMELO D. (2016): Importance of forest and trees in sustaining water supply and rainfall. *Nigeria journal of education, health and technology research (njehetr)*, 8. sz. 8.
- ERDEŠI J. (1996): Vegetativna semenska plantaža hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) – izvođački projekat. JP „Srbijašume“ Beograd, Šumsko gazdinstvo Sremska Mitrovica. Sremska Mitrovica.
- FAO (1989): *Plant Genetic Resources: Their Conservation in situ for Human USE*. FAO, Rome, Italy.
- FRANJIC J. – SEVER K. – BOGDAN S. – ŠKVORC Ž. – KRSTONOŠIĆ D. – ALEŠKOVIĆ I. (2011): Fenološka neujednačenost kao ograničavajući čimbenik uspješnog oprašivanja u klonskim sjemenskim plantažama hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.), *Croatian Journal of Forest Engineering*, 32. sz. 141–156.
- HARTL-MEIER C. – ZANG C. – DITTMAR C. – ESPER J. – GÖTTLEIN A. – ROTHE A. (2014): Vulnerability of Norway spruce to climate change in mountain forests of the European Alps, *Climate Resourses*, 60. sz. 119–132.
- IGMÁNDY Z. (1967): *Tölgypusztulás, A tölgyek*, Budapest, 583–585.
- BOŽANIĆ D. (Ed.). (2010). *Initial National communication of the Republic of Serbia under the United Nations Framework Convention on Climate Change*. Ministry of Environment and Spatial Planning. IPCC (2007): *Climate change 2007: The physical science basis*.
- ISAJEV V. – ŠIJACIĆ-NIKOLIĆ M. (2003): *Praktikum iz genetike sa oplemenjivanjem biljaka*, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Šumarski fakultet.
- ISAJEV V. – ORLOVIĆ S. – MATARUGA M. – RAKONJAC LJ. (2011): Genetički resursi šumskih vrsta drveća u Srbiji, *Prvi simpozijum o upravljanju prirodnim resursima sa međunarodnim učešćem*, 329–337.
- KAJBA D. – KATIČIĆ I. – ŠUMANOVAC I. – ŽGELA M. (2011): Važnost klonskih sjemenskih plantaža u sjemenarstvu i očuvanju genofonda šumskih vrsta drveća u Hrvatskoj, *Radovi Hrvatskog šumarskog instituta*, 44. sz. 37–52.
- KIKI M.D. – AKPOR O.B. (2012): Effects of Human Activities on Forest Resources in the Crystal Mountains of Gabon, *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 4. sz. 205–232.

- KIRK H. – FREELAND J.R. (2011): Applications and implications of neutral versus non-neutral markers in molecular ecology, *Internal Journal of Molecular Science*, 12. sz. 3966–3988.
- KIRSCHBAUM M.U. (1995): The temperature dependence of soil organic matter decomposition, and the effect of global warming on soil organic C storage, *Soil Biology and Biochemistry*, 27. sz. 753–760.
- KONNERT M. (1995): Investigations on the genetic variation of beech (*Fagus sylvatica* L.), *Bavaria Silvae Genetica*, 44. sz. 346–351.
- LINDNER M. – MAROSCHEK M. – NETHERER S. – KREMER A. – BARBATI A. – GARCIA-GONZALO J. – SEIDL R. – DELZON S. – CORONA P. – KOLSTRÖM M. – LEXER M.J. – MARCHETTI M. (2010): Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems, *Forest Ecology and Management*, 259. sz. 698–709.
- MANOJLOVIĆ P. (1924): Sušenje hrastovih šuma, *Šumarski list*, 18. sz. 502–505.
- MARACCHI G. – SIROTENKO O. – BINDI M. (2005): Impacts of present and future climate variability on agriculture and forestry in the temperate regions: Europe, *Climatic Change*, 70. sz. 117–135.
- MATARUGA M. – ISAJEV V. – ORLOVIĆ S. (2013): *Šumski genetički resursi*, Univerzitet u Banjoj Luci - Šumarski fakultet.
- MEDAREVIĆ M. – BANKOVIĆ S. – CVETKOVIĆ Đ. – ABJANOVIĆ Z. (2009): Problem sušenja šuma u Gornjem Sremu. *Šumarstvo*, 61. sz. 61–73.
- MILOVANOVIC J. – ŠIJAČIĆ-NIKOLIĆ M. – NONIĆ M. – RADOJEVIĆ U. (2012): Šumski genetički resursi u međunarodnim procesima i zakonskoj regulativi, *Šumarstvo*, 3.–4. sz. 111–131.
- MOTIVE: 'Models for Adaptive Forest Management'; <http://motive-project.net>. (A letöltés dátuma: 2018. 11. 07.)
- NABUURS G.J. – PUSSINEN A. – KARJALAINEN T. – ERHARD M. – KRAMER K. (2002): Stemwood volume increment changes in European forests due to climate change - a simulation study with the EFISCEN model, *Glob Change Biol*, 8. sz. 304–31.
- NETSVETOV M. – PROKOPUK Y. – DIDUKH Y. – ROMENSKY M. (2018): Climatic sensitivity of *Quercus robur* L. in floodplain near Kyiv under river regulation, *Dendrobiology*, 79. sz. 20–33.
- ORLOVIĆ S. – GALIĆ Z. – PILIPOVIĆ A. – STOJANOVIĆ D. – STEVANOV M. – STOJNIĆ S. (2014a): Forest ecosystems in the Serbian part of the Pannonian basin-their role in environmental protection (a review), *Contemporary Agriculture*, 6. sz. 301–309.
- ORLOVIĆ S. – IVANKOVIĆ M. – ANDONOSKI V. – STOJNIĆ S. – ISAJEV V. (2014): Forest genetic resource to support global bioeconomy, *Annals of Silvicultural Research*, 38. sz. 51–61.



- ORLOVIĆ S. – ŠIMUNOVAČKI Đ. – ĐORĐEVIĆ Z. – PILIPOVIĆ A. – RADOSAVLJEVIĆ N. (2008): Očuvanje genofonda i proizvodnja semena hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.), *Monografija: 250 godina šumarstva Ravnog Srema*, ured. Tomović Z., Orlović S., Janjatović G., Jezdić D., Dobrojević P., Ivanišević P., JP Vojvodinašume, Novi Sad, 161–168.
- POPOVIĆ V. – LUČIĆ A. – RAKONJAC LJ. (2017): Stanje šumskih genetičkih resursa u Srbiji i pregled aktivnosti na njihovoj konzervaciji, *Selekcija i semenarstvo*, 2. sz. 1–13.
- SANQUETTA C.R. – DALLA CORTE A.P. – BENEDET MAAS G.C. (2011): The role of forests in climate change, *Quebracho*, 19. sz. 84-96.
- SEKULIĆ G. – DIMOVIĆ D. – KALMAR KRNAJSKI JOVIĆ Z. – TODOROVIĆ N. (2012): Procena ranjivosti na klimatske promene Srbija, WWF (Svetski fond za prirodu), Centar za unapređenje životne sredine, Beograd.
- ŠIJAČIĆ-NIKOLIĆ, M. – MILOVANOVIĆ J. (2007): Konzervacija i usmereno korišćenje šumskih genetičkih resursa, *Glasnik Šumarskog fakulteta*, 95. sz. 7–21.
- STOJANOVIĆ D. – MATOVIĆ B. – ORLOVIĆ S. – KRŽIĆ A. – TRUDIĆ B. – GALIĆ Z. – STOJNIĆ S. – PEKEČ S. (2014): Future of the main important forest tree species in Serbia from the climate change perspective, *South-east European forestry*, 5. sz. 117–124.
- STOJNIĆ S. – MÁTYÁS CS. (2016): Ártéri kocsányostölgy-gazdálkodás Szerbiában, a termőhelyváltozás szorításában, *Erdészeti Lapok*, 10. sz. 326–329.
- STOJNIĆ S. – TRUDIĆ B. – GALOVIĆ V. – ŠIMUNOVAČKI, Đ. – ĐORĐEVIĆ B. – RAĐEVIĆ V. – ORLOVIĆ S. (2014): Očuvanje genetičkih resursa hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) na području Javnog Preduzeća „Vojvodinašume“. *Topola/Poplar*, 193./194. sz. 47–71.
- SWEET G.B. (1995): Seed orchards in development, *Tree Physiology*, 15. sz. 527–530.
- TOOKER J. F. – FRANK S.D. (2012): Genotypically diverse cultivar mixtures for insect pest management and increased crop yields. *Journal of Applied Ecology*, 49 sz. 974–985.
- TRUDIĆ B. – GALOVIĆ V. – ORLOVIĆ S. – PAP P. – PEKEČ S. (2013): A strategy for the identification of candidate gene for drought induced stress in penduculate oak (*Quercus robur* L. (*Q. Pendunculata* EHRH.)), Fagaceae. *Bulgarian Journal of Agricultural Sciences*, 19. sz. 338–246.
- TUCOVIĆ A. (1990): *Genetika sa oplemenjivanjem biljaka*. Naučna knjiga, Beograd, 1-596.