

SEZONSKA DINAMIKA DEBELINSKE RASTI SADIK BQRA IN BUKVE V LETU 2010 V RAZLIČNIH KLIMATSKIH RAZMERAH

Seasonal dynamics of radial growth of pine and beech saplings in 2010 in different climate conditions

*Povzetek: V pričujoči raziskavi smo spremljali sezonsko dinamiko debelinske rasti enoletnih sadik rdečega bora (*Pinus sylvestris*) in navadne bukve (*Fagus sylvatica*). Eksperiment je potekal v rastni sezoni 2010, pri čemer smo skupine sadik izpostavili trem različnim okoljskim razmeram; v rastlinjaku, hladilni komori in na prostem (kontrola). Vpliv različnih okoljskih razmer na debelinsko rast sadik je bil opaznejši pri sadikah bora. Na debelinsko rast pri sadikah bora je negativno vplivalo hladno okolje, saj se je rast prej zaključila kot pri sadikah na prostem in v rastlinjaku. Pri sadikah bukve, ki so bile izpostavljene različnim okoljskim razmeram, nismo opazili razlik v dinamiki debelinske rasti.*

*Ključne besede: debelinska rast, *Fagus sylvatica*, kambij, klimatske razmere, les, *Pinus sylvestris*, poskus, sadike, umrljivost*

*Abstract: In the present study, we followed the seasonal dynamics of radial growth of one-year old saplings of Scotch pine (*Pinus sylvestris*) and common beech (*Fagus sylvatica*). The experiment was conducted during the growing season of 2010, when groups of saplings were exposed to three different environmental conditions; i.e. greenhouse, cooling chamber and outdoors (control). The influence of different environmental conditions on radial growth of trees was more noticeable in case of pine saplings. Cooler environment had a negative impact on radial growth in pine saplings since growth ended earlier in those saplings compared to the greenhouse and outdoors. In beech saplings, which were exposed to different environmental conditions, no differences in the dynamics of radial growth were observed.*

*Key words: radial growth, *Fagus sylvatica*, cambium, climatic conditions, wood, *Pinus sylvestris*, experiment, saplings, mortality*

1. UVOD

Rast in razvoj dreves sta nadzorovana z notranjimi in zunanji dejavniki. Za drevesne vrste zmernege pasu je značilno periodično menjavanje obdobja aktivnosti in dormance kambija, ki je v splošnem povezano z izmenja-

vami hladnih in toplih ali pa sušnih in deževnih obdobja. Drevesa vsako leto tvorijo novo plast lesa, katere značilnosti določajo strukturo lesnih branik ter s tem lastnosti lesa (Larson, 1994; Plomion in sod., 2001).

Vpliv določenih klimatskih dejavnikov na sezonsko dinamiko debelinske rasti dreves je mogoče preučevati na drevesih, ki rastejo v naravnem okolju ali pa v eksperimentalno nadzorovanih razmerah (npr. Riding in Little, 1984, 1986; Mellerowicz in sod., 1992; Barnett in Miller, 1994; Rossi in sod., 2009). Ker je spremljanje rasti in razvoja odraslih dreves v njihovem naravnem okolju eksperimentalno zelo

doc. dr., Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za prirastoslovje in gojenje gozda, Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija, e-pošta: jozica.gricar@gozdis.si

* univ. dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za gozdno fiziologijo in genetiko, Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija

** prof. dr., Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za gozdno fiziologijo in genetiko, Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija

zahtevno in drago, so v svetu zelo uveljavljene raziskave na sadikah, ki potekajo v nadzorovanih razmerah. Takšen pristop omogoča simulacijo različnih rasti in celovite študije odziva sadik na spremenjene okoljske razmere.

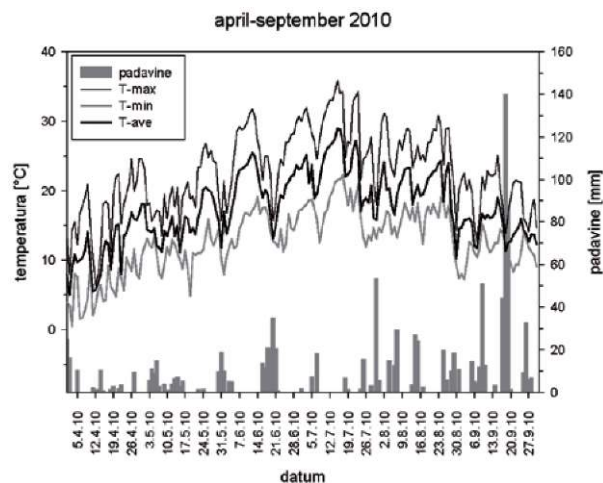
V pričujoči raziskavi smo spremljali sezonsko dinamiko debelinske rasti enoletnih sadik rdečega bora in navadne bukve. Eksperiment je potekal v rasti sezoni 2010, pri čemer smo skupine sadik izpostavili trem različnim okoljskim razmeram; v rastlinjaku, hladilni komori in na prostem (kontrola).

2. MATERIAL IN METODE

Za poskus, ki je potekal v rasti sezoni 2010, smo izbrali enoletne sadike rdečega bora (*Pinus sylvestris* L.) in navadne bukve (*Fagus sylvatica* L.). V novembru 2009 smo vsem sadikam izmerili premer stebela ter višino, jih označili in posadili v lonce (slika 1). Eksperiment smo zastavili v treh različnih okoljskih razmerah; rastlinjaku, hladilni komori in na prostem (kontrola). V vsakem režimu je bilo 30 sadik bukve in 40 sadik bora. Premer stebel vsake posamezne sadike smo vsakih 14 dni izmerili s kljunastim merilom na 0,1 mm natančno.

Kontrolne sadike bora in bukve so bile v loncih in postavljene na prostem, približno 10 m od rastlinjaka. Izpostavljene so bile naravnim klimatskim razmeram v Ljubljani v letu 2010 (slika 2). Vremenska postaja, ki je beležila povprečne, maksimalne in minimalne dnevne temperature zraka in količino padavin, je bila nameščena v neposredni bližini sadik.

Sadike v rastlinjaku so bile izpostavljene višjim temperaturam kot kontrolne sadike (slika 3). Minimalne temperature zraka so bile nad 10 °C, medtem ko so maksimalne velikokrat presegle 30 °C. V rastlinjaku in hladilni komori je bilo potrebno sadike zalivati. Zalivanje je bilo ročno glede na predhodno izmerjeno vlažnost substrata, ki smo ga merili s FD sondo Dacagon EC-5. Vlažnost substrata smo vzdrževali nad 15 %. V obdobju mirovanja (november 2009 -



Slika 2. Povprečne, maksimalne in minimalne dnevne temperature zraka in količina padavin v Ljubljani v obdobju med aprilom in septembrom 2010

marec 2010) smo sadike bukve na vsake 10 - 14 dni zalili z 1,5 dcl vode iz lokalnega vodovoda, sadike bora pa z 1 dcl vode. V obdobju rasti je bilo zalivanje pogostejše; tj. enkrat do trikrat na teden. Merili smo tudi relativno zračno vlažnost v obeh prostorih in zadostno vlažnost (70 % - 90 %) vzdrževali z zračnimi vlažilci.

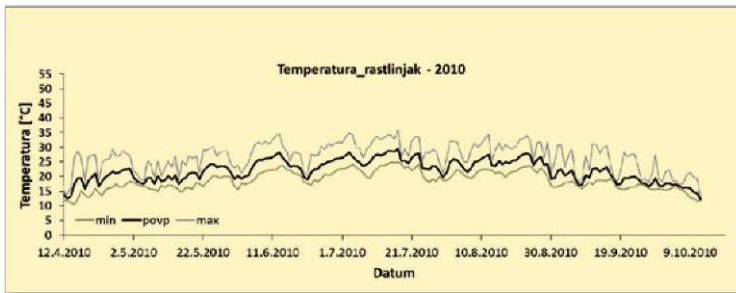
Sadike v hladilni komori so bile izpostavljene nižjim in bolj konstantnim temperaturam v primerjavi s kontrolnimi sadikami (slika 4). Minimalne temperature zraka so bile okoli 15 °C, maksimalne okoli 20 °C in povprečne okoli 17 °C.

3. REZULTATI IN DISKUSIJA

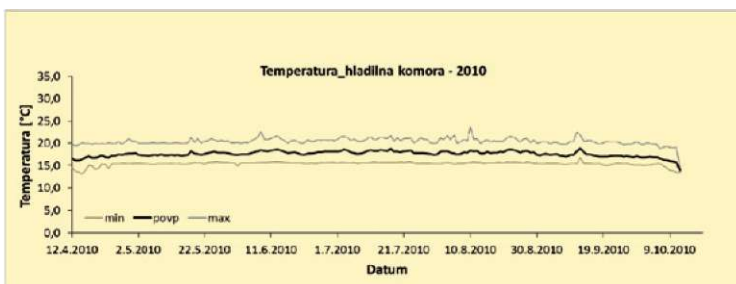
Ob koncu raste sezone 2010 smo preverili, koliko sadik je propadlo v posameznih režimih (preglednica 1). Mortalitet je bila največja pri borih na prostem (12,5 %). Delni vzrok za to bi bilo mogoče pripisati napadom insektov, tj. male borove zapredkarice (*Acantholyda hieroglyphica*), ki roji v juniju in juliju ter odlaga jajčeca na konec poganjkov. Ličinke, ki se zapredejo v zapredek, žrejo iglice nav-



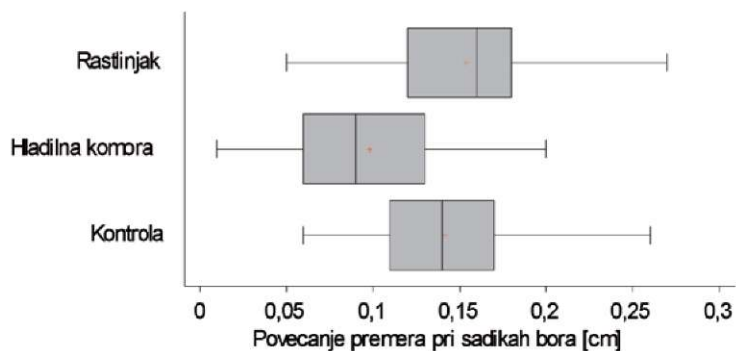
Slika 1. a) Sadike bora v hladilni komori; b) sadike bukve v rastlinjaku in c) kontrolne sadike bora in bukve na prostem



Slika 3. Povprečne, maksimalne in minimalne dnevne temperature zraka v rastlinjaku v obdobju med aprilom in septembrom 2010



Slika 4. povprečne, maksimalne in minimalne dnevne temperature zraka v hladilni komori v obdobju med aprilom in septembrom 2010



slika 5. povečanje premera pri sadikah bora v različnih režimih v letu 2010

preglednica 1. umrljivost sadik v posameznih režimih

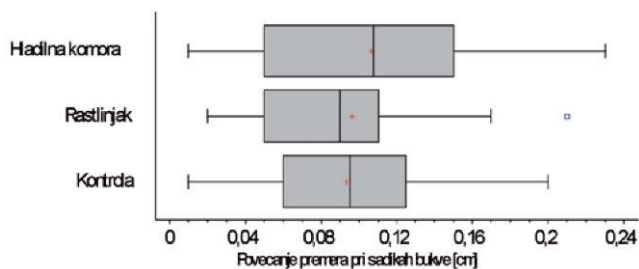
	Bor [%]	Bukev [%]
Kontrola	12,5	0
Rastlinjak	8,7	10
Hladilnica	5	0

z dol po terminalnem poganjku. Poškodbe oz. defoliacijo povzročajo v mladih sestojih in drevesnih sadikah (Ogris, 2010). Z rednim odstranjevanjem zapredkov na sadikah smo skušali njihov negativni vpliv in škodo kar sedita omiliti. V rastlinjaku je propadlo 8,7 % vseh sadik bora, v hladilni komori pa le 5 %. Pri sadikah bukke je bila stopnja umrljivosti znatno manjša, saj je propadlo le 10 % sadik v rastlinjaku, medtem ko so na prostem in v hladilni komori preživele vse sadike.

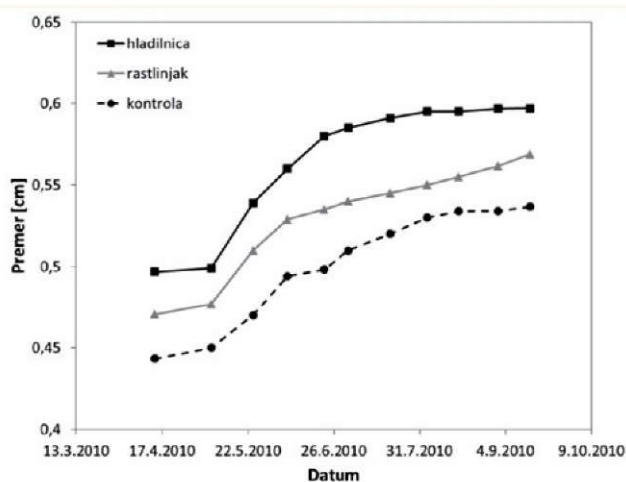
Z rednimi meritvami premera stebel sadik na istem mestu smo sledili njihovem priraščanju v debelino v letu 2010. Variabilnost v povečanju premera med vzorci sadik bora je bila v vseh treh primerih precejšnja in primerljiva (rastlinjak $sd = 0,05$; hladilna komora $sd = 0,05$; kontrola $sd = 0,05$) (slika 5). Pri borih v hladilni komori smo zabeležili najmanjši dvojni debelinski prirastek (srednja vrednost = 0,10 cm), medtem ko so bile povprečne vrednosti pri borih v rastlinjaku (srednja vrednost = 0,15 cm) in na prostem (srednja vrednost = 0,14 cm) primerljive. Debelinski prirastek borov v hladilnici je bil statistično značilno manjši.

Pri sadikah bukke, ki so bile izpostavljene različnim okoljskim razmeram v rastni sezoni 2010, nismo opazili nobenih razlik v širini letnega debelinskega prirastka (slika 6); hladilna komora (srednja vrednost = 0,11 cm), rastlinjak (srednja vrednost = 0,10 cm) in na prostem (srednja vrednost = 0,09 cm). Variabilnost med vzorci je bila v vseh primerih velika in primerljiva (rastlinjak $sd = 0,06$; hladilna komora $sd = 0,06$; kontrola $sd = 0,05$).

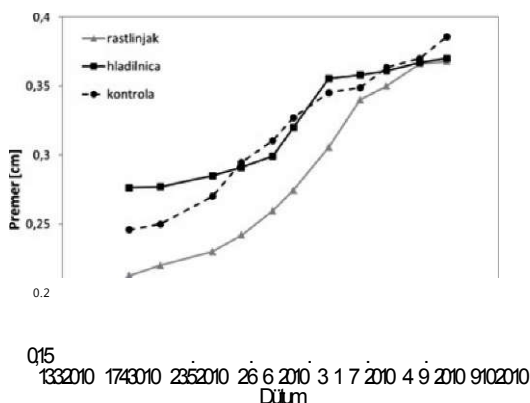
Z rednimi meritvami premera stebel sadik med vegetacijo smo skušali ovrednotiti dinamiko debelinskega priraščanja. Širina lesne branike je namreč odvisna od dinamike priraščanja in trajanja kambijeve aktivnosti. Maksimum debelinske rasti je pri sadikah bukke v vseh režimih konec maja (slika 7). Pri kontrolnih sadikah bora je bil maksimum rasti ravno tako konec maja, v hladilni komori konec junija in v rastlinjaku v začetku julija (slika 8). Poleg tega pri sadikah bukke v različnih režimih nismo zasledili razlik v trajanju debelinske rasti, medtem ko se je rast pri sadikah bora zaključila prej (konec julija) kot pa v ostalih dveh režimih (druga polovica avgusta).



Slika 6. Povečanje premera pri sadikah bukve v različnih režimih v letu 2010



Slika 7. Dinamika debelinskega priraščanja sadik bukve v različnih režimih v letu 2010



slika 8. dinamika debelinskega priraščanja sadik bora v različnih režimih v letu 2010

Iste drevesne vrste, ki rastejo na različnih rastiščih, se prilagodijo razmeram okolja glede začetka, konca in dinamike kambijeve aktivnosti, kar kaže na njihovo veliko fleksibilnost in plastičnost. Drevesne vrste se močno razlikujejo v plastičnosti in so jo različno sposobne razviti. Plastičnost je v določenih razmerah prednost, v nekaterih pa ne, oziroma je lahko celo slabost (Linhart in Grant, 1996). Fenotipska plastičnost predstavlja razliko v rasti in razvoju organizmov, ki jo povzročijo spremembe v okolju (Alpert in Simms, 2002). Obsežne raziskave sezonske dinamike kambijeve aktivnosti pri številnih iglavcih, ki rastejo v hladnih področjih zmernege pasu, so pokazale, da je obdobje maksimalne celične produkcije okoli poletnega solsticija (21. junij), ko je dan najdaljši (Rossi in sod., 2006). Pred tem so domnevali, da so celične delitve najintenzivnejše v obdobju najvišjih temperatur, t.j. nekje v sredini julija (Mäkinen in sod., 2003). Vendar pa naj bi se drevesa uravnavala po stanovitnejšem signalu fotoperiode in ne po temperaturah (Rossi in sod., 2006). Poleg tega bi časovno usklajevanje maksimalne stopnje debelinske rasti s temperaturno kulminacijo, ki nastopi mesec dni kasneje, za rastline predstavljalo preveliko tveganje, saj poteka diferenciacija zadnjih nastalih celic v širokih lesnih branikah do pozne jeseni. Vendar pa se lahko obdobje najintenzivnejšega priraščanja pri iglavcih zamakne proti začetku vegetacije v neugodnih rastiščih sezonah (npr. suha in vroča poletja) ali pri vrstah, ki rastejo na neugodnih rastiščih (Gričar, 2007). Za listavce pa je po drugi strani značilno, da imajo lahko maksimum debelinske rasti nekoliko prej, in sicer med koncem maja in sredino junija (Gričar, 2008).

4. SKLEPI

Vpliv različnih okoljskih razmer na debelinsko rast dreves je bil bolj opazen pri sadikah bora kot pri sadikah bukve. Na debelinsko rast sadik bora je hladnejše okolje negativno vplivalo, saj se je rast pri teh sadikah zaključila prej kot pri sadikah na prostem in v rastlinjaku. Pri sadikah bukve, ki so bile izpostavljene različnim okoljskim razmeram, nismo opazili razlik v dinamiki debelinske rasti. Vsekakor pa je smiselno nadaljevati z eksperimentom v naslednjih rastiščih sezonah, saj se nekateri odzivi lahko pokažejo šele v daljšem obdobju.

5. ZAHVALA

Prispevek je bil pripravljen v okviru raziskovalnega programa Gozdna biologija, ekologija in tehnologija P4-0107 in projektov, ki jih financira Agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije: L7-2393, V4-0496 in L4-2265 ter programa za usposabljanje mladih raziskovalcev.

Zahvaljujemo se Špeli Jagodic, Jani Janša, Ines Štraus, Meliti Hrenko in Barbari Štupar z Gozdarskega inštituta Slovenije za pomoč pri delu.

6. LITERATURA

1. **Alpert P., Simms E.L. (2002)** The relative advantages of plasticity and fixity in different environments: when is it good for a plant to adjust? *Evolutionary Ecology*, 16: 285-297
2. **Barnett J.R., Miller H. (1994)** The effect of applied heat on graft union formation in dormant *Picea sitchensis* (Bong.) Carr. *Journal of Experimental Botany*, 45: 135-143
3. **Gričar J. (2007)** Xylo- and phloemogenesis in silver fir (*Abies alba* Mill.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Studia forestalia Slovenica, Professional and Scientific Works*, Ljubljana, 106
4. **gričar J. (2008)** Dinamika ksilogeneze pri gradnu v letu 2007 = Xylogenesis dynamics in sessile oak during 2007. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 86: 45-50
5. **Larson P.R. (1994)** The vascular cambium. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg: 725 str.
6. **Linhart Y.B., grant M.C. (1996)** Evolutionary significance of local genetic differentiation in plants. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 27: 237ics,
7. **Mäkinen H., Nöjd p., saranpää p. (2003)** Seasonal changes in stem radius and production of new tracheids in Norway spruce. *Tree Physiology*, 23: 959-968
8. **Mellerowicz E.J., coleman W.K., riding R.T., Little c.H.A. (1992)** Periodicity of cambial activity in *Abies balsamea*. I. Effects of temperature and photoperiod on cambial dormancy and frost hardiness.- *Physiologia Plantarum*, 85: 515-525
9. **ogris N. (2010)** Priročnik za določevanje vzrokov poškodb drevja: medmrežna različica. www.zdravgozd.si
10. **plomion c., Leprovost G., stokes A. (2001)** Wood formation in trees. *Plant Physiology*, 127: 1513-1523
11. **Riding R.T., Little c.H.A. (1984)** Anatomy and histochemistry of *Abies balsamea* cambial zone cells during the onset and breaking of dormancy. *Canadian Journal of Botany*, 62: 2570-2579
12. **Riding R.T., Little c.H.A. (1986)** Histochemistry of the dormant vascular cambium of *Abies balsamea*: changes associated with tree age and crown position. *Canadian Journal of Botany*, 64: 2082-2087
13. **Rossi s., deslauriers A., Anfodillo T., Morin H., saracino A., Motta R., borghetti M. (2006)** Conifers in cold environments synchronize maximum growth rate of tree-ring formation with day length. *New Phytologist*, 170: 301-310
14. **Rossi s., simard s., deslauriers A., Morin H. (2009)** Wood formation in *Abies balsamea* seedlings subjected to artificial defoliation. *Tree Physiology*, 29: 551-558, doi:10.1093/treephys/tpn044