

O svežosti sadik kot prvini njihove kakovosti ter o načinih njenega ugotavljanja

Lado ELERŠEK*, Franc BATIČ**

Izvleček

Eleršek, L., Batič, F.: O svežosti sadik kot prvini njihove kakovosti ter o načinih njenega ugotavljanja. *Gozdarski vestnik*, št. 10/1989. V slovenščini, cit. št. 16.

Prispevek obravnava meritve vodnega potenciala pri sadikah smreke kot metodo za ugotavljanje kakovosti (svežosti) sadik. Vodni potencial je merjen z bombo po Scholanderu. Ugotovljena je pozitivna korelacija med izsušitvijo sadik in porastom vodnega potenciala ter negativna med porastom vodnega potenciala in nadaljnjo rastjo sadik.

1. UVOD

Antični filozofi so menili, da tvorijo prasinov štiri osnovne prvine: ogenj (energija), voda, zemlja in zrak, prav ti pa pogojujejo tudi obstoj rastlin. Brez vode se rastline ne morejo niti razvijati niti obstajati. Skozi korenine se z absorpcijo rastline z vodo oskrbujejo, v obliki transpiracije pa voda rastlino zapušča. Le 1–2 % prejete vode rastlina porabi za rast in metabolizem (HACKAYLO 1964). Voda je sestavina citoplazme, v njej so raztopljeni plini, anorganske in organske snovi, sodeluje v procesu fotosinteze in v številnih drugih procesih, omogoča turgor v celicah in prenos v njej raztopljenih snovi. Pri pomanjkanju vode so zato prizadete številne življenjske funkcije, oslABLJENO rastlino pa praviloma bolj ogrožajo tudi boleznin škodljivci.

Pri umetni obnovi naj bi uporabljali le kakovostne sadike, tako v genetskem kot v morfološkem in fiziološkem pogledu. Uporaba slabih sadik vodi v draga dopopolnjevanja nasadov, lahko pa so posledice še hujše. Splošno znano je, da je umetna

Synopsis

Eleršek, L., Batič, F.: Freshness of Nursery Norway Spruce Seedlings as Element of their Quality and Methods of Measurements of Water Deficit. *Gozdarski vestnik*, No. 10/1989. In Slovene, lit. quot. 16.

The article deals with measurements of water potential by Scholander pressure bomb in Norway spruce seedlings as a quality measure of nursery seedlings used for artificial forestation. The positive correlation between increase of seedlings water potential and water loss was found and negative between increased water potential and seedlings survival and further growth.

obnova neuspešna, če posajamo izsušene sadike, kljub temu pa v naših gozdovih večkrat sadimo ravno take sadike. Izsušene sadike doživijo večji presaditveni šok ali pa se sploh posušijo. Ugotovljeno je tudi, da je zmožnost za obnovo korenin odvisna od vodne bilance sadik (GÜRTH 1976). Izkopana gozdna sadika naj bi bila pred sajenjem čim manj na suhem zraku, soncu in vetru. Gozdna sadika se lahko izsuši med izkopavanjem v drevesnici, med prevozom do gozda ali pa po končanem prevozu zaradi slabo opravljenega zasipa, lahko pa tudi med sajenjem zaradi površnega prenašanja sadik po delovišču. Le če bo delo v vseh naštetih fazah dobro organizirano in vestno opravljeno, bo ostala sadika zadovoljivo sveža.

Medtem ko za genetsko neoporečno sadiko skrbimo z nabiranjem gozdnega semena v skrbno izbranih in spremljanih semenskih nasadih in ko določajo zadovoljivo velikost in tršatost standardi, si ustvarjamo predstavo o svežosti sadik le po videzu sadik in ob zaupanju zadolženim delavcem in gozdarjem. V gozdarski praksi svežosti sadik praviloma ne ugotavljajo, v primeru sporov zaradi manj uspešne umetne obnove pa bi bile take meritve še posebej dobrodošlo dokazno gradivo. Še večji po-

* L. E., dipl. inž. gozd., ** doc. dr. F. B., dipl. biol., Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, 61000 Ljubljana, Večna pot 2, YU

men nadzora svežosti sadik pa bi bil v dejstvu, da bi bili gozdarji tako na jasnem, kakšne sadike uporabljajo, s čimer bi do neuspešnega sajenja redkeje prihajalo. Svežost sadik ugotavljamo lahko z meritvijo vodnega potenciala s scholanderjevo bombo. Z vodnim potencialom izrazimo preskrbljenost sadike z vodo. Metoda je primerna tudi za ugotavljanje vodnega potenciala sadik pred sajenjem in za določanje smrtnih in kritičnih (letalnih in subletalnih) vrednosti za posamezne drevesne vrste in provenienče.

V rastlinskih delih je od 5 do 95 % vode (npr. v semenu, ki je v latentnem stanju, je lahko le 5 % vode). Brez vode rastlinske celice niso življenjsko dejavne. Voda je v rastlini transportno sredstvo, poleg tega pa omogoča funkcionalno zgradbo celičnih prvin. Glavni pretok vode skozi rastlino poteka z absorpcijo vode s koreninami, z njenim prehodom po stebelu v liste in transpiracijo skozi listne reže.

A. Tranzitna voda

S tranzitno vodo potujejo iz tal v rastlino mineralne snovi. Tranzitna voda, ki izhaja iz rastline s transpiracijo (npr. kutikularna t. – skozi kutikulo, stomatarna t. – skozi listne reže), pa rastlino tudi hladi. Transpiracijski koeficient nam pove, koliko vode je izgubila rastlina za pridobitev enote fitomase (hrast 320, smreka 230, bukev 170, lucerna 840, proso 300).

Razmerje med sprejeto in oddano vodo imenujemo vodni bilančni koeficient. V daljšem obdobju je ta koeficient praktično 1 (če je manjši, pa rastlina vene). Kadar tla niso zasičena z vodo, ima vodni potencial tal negativno vrednost in nadalje upada, če se tla izsušujejo. V korenine pa prehaja voda le, če je vodni potencial korenin bolj negativen kot vodni potencial tal. Pri vodnem potencialu tal pribl. 15 barov listi mezofilnih rastlin venejo. Vodni deficit pa lahko rastlina zmanjšuje z zapiranjem listnih rež, s čimer se zmanjša transpiracija in poveča turgor.

B. Zadržana voda

a) Kemično nevezana voda

Svobodna voda

Svobodno imenujemo tisto vodo, ki izhaja

iz rastline pri sobni temperaturi. To je voda, ki jo je absorbiralo tkivo, ali pa tista, ki se nahaja v medceličnih prostorih.

Higroskopna voda

Higroskopna voda je tista, ki je na snov mehanično vezana. Ta voda se sprosti šele pri temperaturi 100–105 °C.

b) Kemično vezana voda

Protoplazma je koloidni sistem, v katerem so negativno nabiti koloidni delci, elektronegativni ioni, obdani s plastjo protonov oziroma molekul vode. Ti koloidi vežejo vodo s pritiskom več sto megapaskalov. To »vezano vodo« pa lahko npr. potegnemo iz celic z raztopino saharoze, ki ima visok osmotski pritisk. Voda v protoplazmi je proti okolju omejena z membrano plazmalemo in s tonoplastom proti vakuoli. Elementarna membrana je selektivno polpropustna in predstavlja pregrado pri izmenjavi snovi. Za količino vode v citoplazmi, ki jo uravnava njen osmotski pritisk (oziroma relativni pritisk pare na površini celice), se uporablja izraz hidrataura (Walter) (izraz hidrataura je analogen izrazu temperatura). Ta izraz pa ne smemo zamenjati z izrazom hidratacija, ki pomeni količino adsorbirane vode na celične strukture.

Ne glede na vrsto vode pa je stanje vode v rastlini zelo težko opisati. Vzrok za to je dejstvo, da je tok vode iz tal skozi rastlino v ozračje celota in da nanj vplivajo številni dejavniki v okolju (v tleh in v ozračju), pa tudi rastlina (vrsta, sorta, starost, organi itd.). Preskrba z vodo je odločilna za uspevanje rastlin. Prebitok ali pomanjkanje vode imata velik vpliv na rast in produkcijo. Še posebej močan je vpliv pomanjkanja vode. Pomanjkanje vode v rastlini ali vodni deficit najbolje opišemo z enim izmed naslednjih parametrov – tj. z vsebnostjo vode v tkivu (Q) ali pa z vodnim potencialom (ψ) (KOZŁOWSKI 1968), v večini primerov pa je za popoln opis vodnega deficita potrebno ugotoviti oba. Glede na to, da se vsebnost vode v rastlini zelo spreminja (dnevno, z razvojem, različni organi in njihova lega itd.), vodni deficit velikokrat raje opišemo z vodnim potencialom, ki je dinamična mera za stanje vode v rastlini. Vodni potencial je definiran kot razlika med pristo energijo vode v sistemu (rastlinska celica – okolje)

in proste čiste vode pri standardnih pogojih. Opišemo ga z enačbo:

$$\psi_w = \frac{\mu_w - \mu_{w0}}{V_w}$$

kjer kratice pomenijo:

ψ_w – celotni vodni potencial (Pa)

μ_w – kemijski potencial vode v sistemu (v rastlini)

μ_{w0} – kemijski potencial čiste vode pod standardnimi pogoji (101 kPa, temperatura okolja in koncentracija vode 55,6 mola); (J/mol)

V_w – parcialni volumen vode; ($1 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$) = $18 \text{ cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$

Ker je kemijski potencial vode v rastlini običajno manjši od kemijskega potenciala čiste vode, ima celotni potencial navadno negativno vrednost. Celotni potencial ($-\psi$) vode lahko opišemo še z enačbo:

$$-\psi = -T - \psi_m (\pm) P,$$

kjer znaki pomenijo:

$-T$ = osmotski potencial celice

$-\psi_m$ = matični potencial (nastane zaradi nabrekanja koloidov in kapilarnih sil v celičnih stenah)

$\pm P$ = turgorski tlak v celici (nastane kot rezultanta osmotskega tlaka π in protitlaka celičnih sten)

Pri ugotavljanju vodnega deficita velikokrat merimo posamezne parametre vodnega potenciala, še posebej osmotski tlak (π), vendar so takšne meritve le delne in v celoti ne pojasnijo vodnega stanja v rastlini oziroma celici. Za ugotavljanje celotnega vodnega potenciala je na voljo več metod. Med najstarejšimi in sorazmerno preprostimi metodami je ugotavljanje celotnega vodnega potenciala s tlačno posodo, imenovano scholanderjeva bomba. Ta metoda je še posebej uporabna za ugotavljanje svežosti sadik, saj z njo ugotovimo njihovo preskrbljenost z vodo.

2. MATERIAL IN METODE

2.1. Naprava in metoda merjenja

Ker je metoda ugotavljanja svežosti sadik

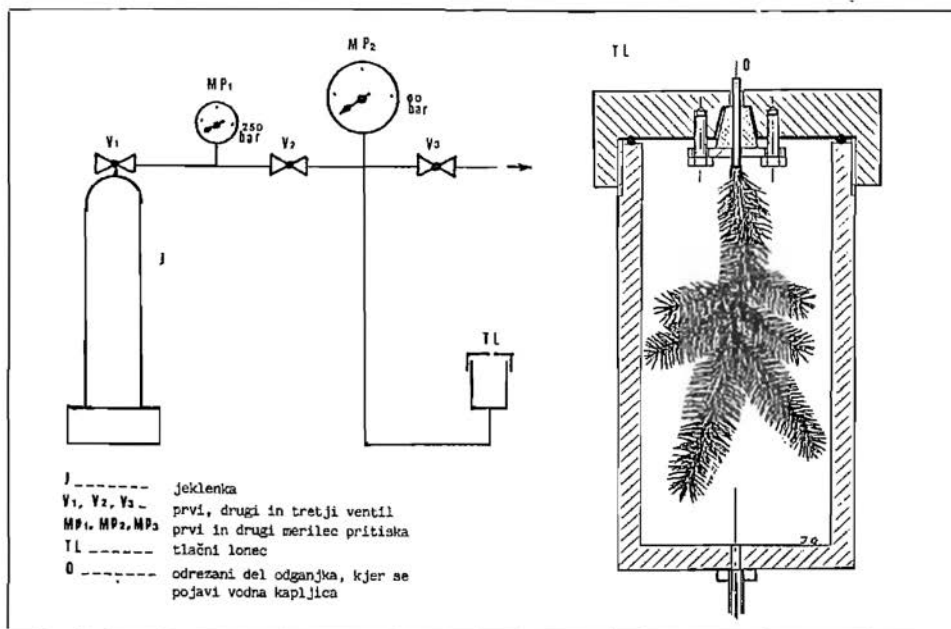
(rastlin) s sušenjem, navlaženjem in tehtanjem zamudnejša in za terensko delo neprimerna, se za tako delo pogosto uporablja t. i. »scholanderjeva bomba«, katere glavni del je tlačni lonec. Pri delu s to napravo ne potrebujemo niti vode niti elektrike. V tlačni lonec, v katerem lahko nadzorovano zvišujemo zračni pritisk, vstavimo vejico ali drug del rastline, tako da gleda odrezani del vejice skozi tesnilo iz lonca. Pritisk, ki je potreben, da iztisnemo vodo iz vejice skozi (opazovani) odrezani del, pa je v absolutnem smislu enak sesalni napetosti v ksilemu oziroma celotnemu vodnemu potencialu v rastlini. Scholanderjevo bombo že dolgo uporabljajo za terenske meritve vodnega potenciala. Meritve vršijo npr. zaradi ugotavljanja presaditvenega šoka, vpliva namakanja, ugotavljanja korelacije med hidraturto in fotosintezo ter transpiracijo, za določanje različnih podnebnih parametrov ali pa za ugotavljanje kritične izsušenosti drevja z ozirom na obrambo pred škodljivci.

Scholanderjevo bombo smo izdelali sami po fotografijah in skicah iz strokovnih časopisov (SCHOLANDER in sod. 1965, KREEB 1977). Izračun za tlačni lonec je napravil inž. Tomaž Virnik, izvedbo z montiranjem na prenosnem vozičku pa Jože Grzin. Glavne dele te naprave prikazujeta shema in fotografija (slika 1 in 2).

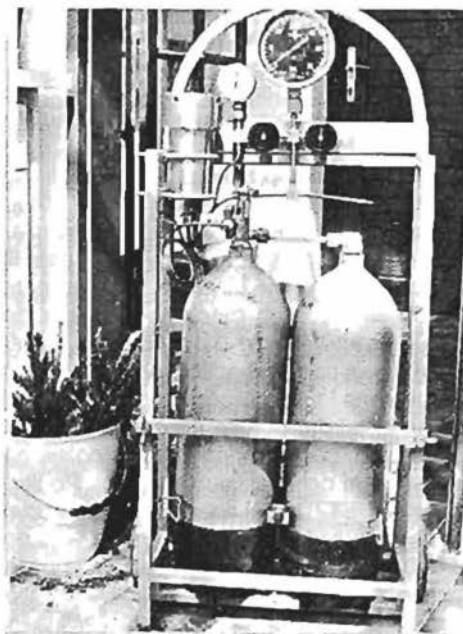
Celotni vodni potencial smo merili na odrezanih smrekovih vejicah, dolgih 10 do 14 cm. Na delu vejice, ki gre skozi gumijasto tesnilo, smo odstranili lubje in jo pritrdili v tesnilo tako, da je bil zeleni del v tlačnem loncu. Izmed dveh merilcev pritiska kaže prvi pritisk v jeklenki (ki je polnjena s 150 bari), drugi pa pritisk v tlačnem loncu. Zelo pomembno je, da povečujemo pritisk dovolj zmerno, tako da lahko odčitamo vrednost v trenutku, ko se vodna kapljica pojavi na odrezanem delu vejice (v ksilemu). Po literaturi (RUETZ 1976) znaša vodni potencial smrekovih sadik pred sajenjem od $-0,9$ do $-40,0$ barov, pri naših meritvah pa je bil ta obseg ožji.

2.2. Ugotavljanje odvisnosti med načinom hranjenja smrekovih sadik in njihovo svežostjo

Vodni potencial smo ugotavljali jeseni I. 1988 pri štiriletnih smrekovih sadikah, vzgo-



Slika 1: Shematični prikaz »scholanderjeve bombe« in tlačnega lonca



Slika 2: Prenosna »scholanderjeva bomba«.
Foto: Lado Eleršek

jenih na dveh različnih tleh, ki smo jih hranili po izkopu: 10 dni v zasipu, 10 dni v hladilni omari (v odprtih vrečah pri nizki

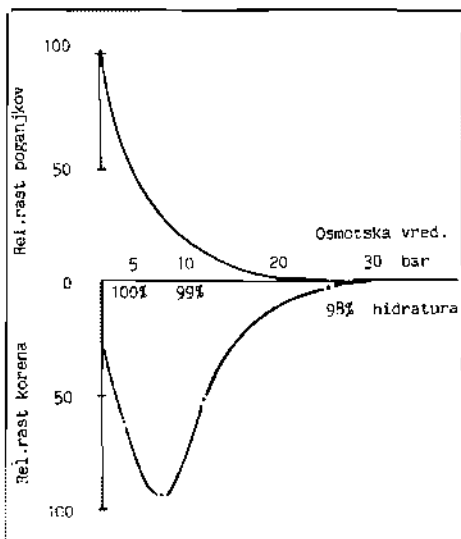
zračni vlagi) ter na zraku v senci 0, 6, 24, 48 in 96 ur. Vzorce smo jemali s 1., 2. in 3. vretena. Vodni potencial smo ugotavljali s scholanderjevo bombo pri 84 vzorcih, vsebnost vode (Q) z metodo navlaženja, sušenja in tehtanja pa tudi pri enakem številu vzorcev. Po odvzetju vzorcev smo smreke ponovno posadili na gredico.

3. IZSLEDKI

Rezultate opravljenih analiz prikazujejo razpredelnica 1 ter grafikona 2 in 3.

Iz navedenega poskusa je razvidno, da so bile sadike, hranjene v hladilni omari, bolj izsušene kot sadike v zasipu. Šesttedensko hranjenje enako starih smrekovih sadik v hladilni omari v zaprtih vrečah in v zasipu v predhodnem letu pa je pokazalo, da se sadike v hladilni omari niso izsušile. Njihov vodni potencial je bil celo za 4 bare višji kot pri sadikah, hranjenih v zasipu.

Hitrost izsuševanja izkopanih sadik v času vegetacije smo ugotavljali konec junija pri desetih smrekah. Po 1-, 3-, 5- in 8-urnem hranjenju teh sadik na soncu smo izmerili pri njih naslednje vrednosti: -10,7, -22,9,

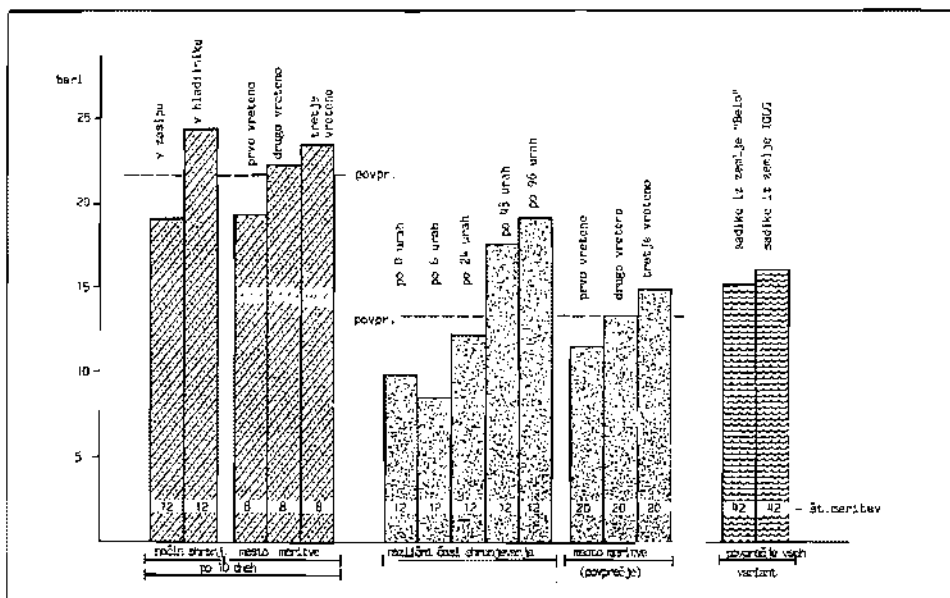


Graf. 1: Odvisnost rasti poganjkov in korenin od hidrature (po Walterju)

nekoliko številčnejših vzorcev.

Lasten poskus smo opravili maja I. 1988 s 24 izsušenimi smrekami, ki so bile predhodno mesec dni v hladilnici, nato pa so pet dni ležale nezakopane v senci. Povprečni vodni potencial teh smrek je znašal $-36,7$ bara, preden smo jih posadili. Po letu dni smo ugotovili, da se je posušilo 14 bolj izsušenih smrek (s povprečjem $-42,0$ bara), 10 smrek pa je preživel (njihov povprečni vodni potencial je bil $-29,1$ bara). Jeseni I. 1988 pa smo posadili 26 različnih suhih smrekovih sadik (izkopane 0–96 ur). Konec maja I. 1989 smo ugotavljali prirastke in iz razpredelnice je razvidna odvisnost prijemanja in nadaljnje rasti od preskrbljenosti sadik z vodo. Izpadi se izrazito povečajo, ko pade vodni potencial pod -20 barov. Z nadaljnjim upadanjem svežosti izpade teh sadik. Sadik pa se izrazito zmanjšuje tudi višinski prirastek še preživelih sadik.

Graf. 2: Vodni potencial izkopanih smrekovih sadik pri različnih časih in načinih shranjevanja sadik (meritve s scholanderjevo bombo)

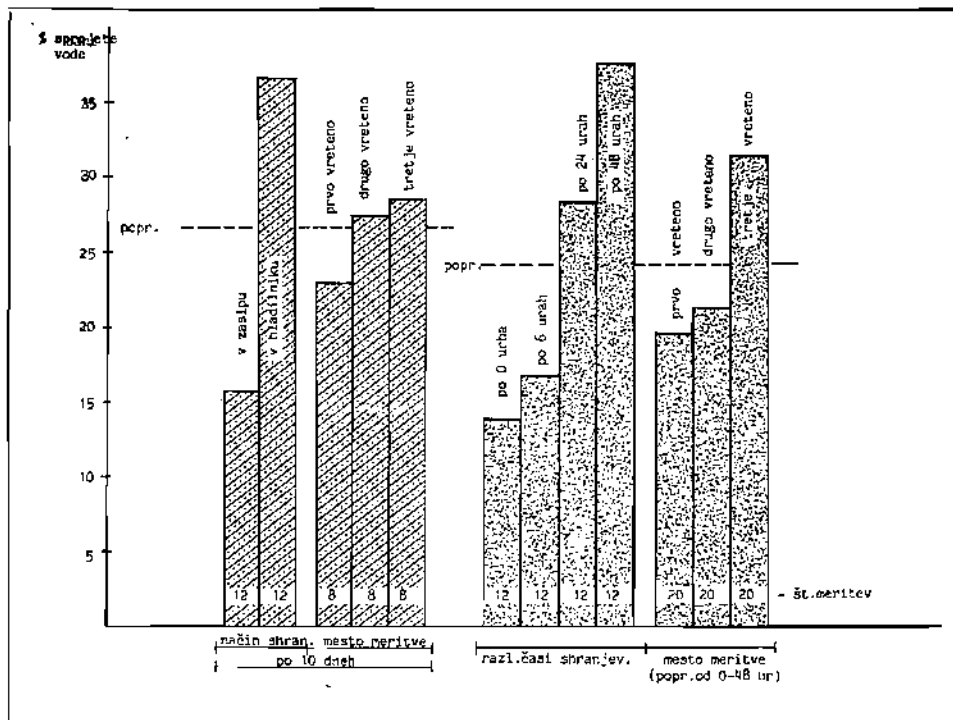


$-27,4$ in $-37,8$ bara, kar kaže na dinamiko izsuševanja v neugodnih razmerah.

Medtem ko smo mi ugotavljali odvisnost med svežostjo posajenih sadik in njihovim prijemanjem, navaja RUETZ (1976) meritve prirastkov in prijemanja posajenih sadik iz

4. RAZPRAVA

Gozdne sadike, ki se prekomerno izsuše že pri izkopu v drevesnici, pri prevozu v gozd, v slabem zasipu ali pri malomarnem sajenju, se tako spremenijo iz kakovostnih



Graf. 3: Vodni deficit izkopanih smrekovih sadik pri različnih časih in načinih shranjevanja (metoda navlaženja, sušenja in tehtanja)

Razpredelnica 1: Stanje vodnega potenciala in vodnega deficita pri izkopanih smrekovih sadikah

Vrsta vzorca	Število vzorcev	Vodni potencial v barih ¹	Vodni deficit v % ²
Po 10 dneh hranjenja po izkopu:			
v zasipu	12	-19,0	15,7
v hladilnici	12	-24,4	36,6
s prvega vretena	8	-19,3	22,9
z drugega vretena	8	-22,3	27,4
s tretjega vretena	8	-23,5	28,3
Po različnih časih hranjenja sadik v senci po izkopu, v urah:			
0	12	-9,8	13,8
6	12	-8,6	16,8
24	12	-12,1	28,1
48	12	-17,1	37,4
96	12	-19,2	3
s prvega vretena	20	-11,7	19,5 ⁴
z drugega vretena	20	-13,4	21,2 ⁴
s tretjega vretena	20	-15,0	31,4 ⁴
Vzgoja sadik na različnih tleh:			
tla »Belo«	42	-15,4	-
tla »IGLG«	42	-16,1	-

¹ Vodni potencial je merjen s scholanderjevo bombo.

² Vodni deficit (vsebnost vode) je ugotovljen z metodo navlaženja, sušenja in tehtanja po formuli:
 $W_g = (\text{masa nasičenih vzorcev} - \text{masa svežih vzorcev}) : \text{skupno maso vode v nasičenih vzorcih}$.

³ Nekateri vzorci pri tej izsušitvi niso več sprejemali vode.

⁴ Povprečje 16 vzorcev za sadike, hranjene od 0 do 48 ur.

potenciala na priemanje in nadaljnjo rast smrekovih sadik

Število sadik	Izpadi v prvem letu (%)	Višinski prirastek v prvem letu (cm)
20		
27	5	7,1
27	4	6,6
20	9	6,2
18	5	6,1
26	28	7,1
20	38	4,7
18	45	5,1
24	50	4,5
4	58	-
13	0	6,1*
9	0	5,1*
	22	2,9*

potenciala na priemanje in nadaljnjo rast smrekovih sadik

neugodnem (sušnem) obdobju. Merjeni ksilni vodni potencial je pri smrekovih sadikah praviloma zelo razpršen (od $-0,9$ do -40 kp/cm², po RUETZU 1976), pri čemer ni povsem pojasnjeno, v kolikšni meri vplivajo nanj različni zunanji in notranji dejavniki.

O tesni povezanosti med vodnim potencialom in priemanjem sadik dreves je pisal že SCHMIDT-VOGT in GÜRTH (1967) ter DIMPFELMEIER (1969). Različni pisci še niso enotni glede njegovih kritičnih vrednosti. Vendar obstaja velika korelacijska zveza med vodnim potencialom in priemanjem ter nadaljnjo rastjo sadik po saditvi. Iz poskusa, ki ga je opravil RUETZ, je izstopalo, da se priemanje izrazito poslab-

VIRI

1. Braun, H. J., Marte, J., 1987. Zur Wasseraufnahme bei: Bäumen nach Ende der täglichen Transpiration und Gedenken zum Transpirationsprinzip. Allg. Forst- u. J.-Ztg., 158, 4: 67-70.
2. Dengler, A., 1972. Waldbau. Hamburg, Berlin.
3. Dimpfelmeier, R., 1969. Agricol ein neues Mittel, um Forstpflanzen bei der Lagerung und beim Transport frisch zu halten. Forstw. Centralblatt, 88, 2: 80-96.
4. Eleršek, L., 1985. Raziskave pridelovanja kakovostnih sadik ter izdelava kriterijev za določanje kakovosti. Elaborat, Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo.
5. Gürth, P., 1976. Forstpflanzen und Kulturfolgreiche Literaturübersicht. Allg. Forst- u. J.-Ztg., Frankfurt, 147, 12: 240-246.
6. Hacskaylo, J., 1964. Fiziologija i ishrana šumskog drveća. Beograd.
7. Kojić, M., 1987. Fiziološka ekologija kulturnih biljaka. Beograd.
8. KOZLOWSKI, T. T., 1968. Water deficits and plant growth. Volume I. Academic Press, New York.
9. Kreeb, K., 1977. Methoden der Pflanzenökologie. VEB Gustav Fischer Verlag Jena, 1-235.
10. Larcher, W. Stress bei Pflanzen. Naturwissenschaften, Innsbruck, 74: 158-167.
11. Milanović, S., Pintarić, K., 1978. Proučavanje vodnog režima raznih proveniencija duglazije (*Pseudotsuga taxifolia* britt). Sarajevo.
12. Ruetz, W. F., 1976. Zur Schätzung des Anwuchserfolgs bei Fichte durch Wasserpotentialmessungen. Allg. Forstz., München, 31, 39.
13. Ruetz, W. F., 1980. Wasserpotentialmessung als Index der Pflanzenfrische. IUFRO meeting, Characterization of plant materials, Freiburg.
14. Sarić, M. Idr., 1986. Praktikum iz fiziologije biljaka. Beograd.
15. Schmidt-Vogt, H., Gürth, P., 1967. Die Bedeutung des Frischezustandes des Forstpflanzen für den Anwuchserfolg und das Jugendwachstum von Forstkulturen. XIV IUFRO-Kongres, München, Referate: 539-558.
16. Scholander, P. F., Hammel, H. T., Edda D. Bradstreet, Hemmingsen, E. A., 1965. Sap pressure in vascular plants. Science 148: 339-345.

Tisoče rasti željnih smrekic. Ali jih bomo z nepravilnim ravnanjem po izkopu že vnaprej obsodili na smrt in sebe na neuspeh pri delu. Foto: Lado Eleršek

