

KLONSKO ŠUMARSTVO I NJEGOVE PERSPEKTIVE

CLONAL FORESTRY AND ITS PERSPECTIVES

Davorin KAJBA*

SAŽETAK: Genetske prednosti klonskog sadnog materijala uvjetovale su intenziviranje radova na vegetativnom razmnožavanju, omogućujući nam da se kombinacija osobina nastala spontano u prirodi ili pod utjecajem čovjeka trajno fiksira. Klonsko šumarstvo uključuje metode klonskog razmnožavanja i rejuvenilizacije, selekciju i testiranje klonskog materijala, razvijanje povoljnih klonskih smjesa za pojedina staništa i za različite namjene klonskih kultura uz daljnja istraživanja koja slijede razvoj suvremene biotehnologije. Nedostaci klonskog šumarstva mogu se svesti na najmanju mjeru, te iskoristiti maksimalnu prednost sadnog klonskog materijala u multiklonskim kulturama osnovanim smjesom divergentnih genotipova, koji će s obzirom na stabilnost ekosustava biti najbliže prirodnim ekosustavima. Područja nizinskih šuma Hrvatske potencijalna su staništa za ostvarenje visoke produkcije drvene mase u kulturnama selekcioniranih klonova topola i stablastih vrba u funkciji predkultura radi lakše obnove sastojina vrijednijih vrsta šumskog drveća.

Ključne riječi: klonsko šumarstvo, multiklonske kulture.

UVOD — Introduction

Jedno od najznačajnijih svojstava živih organizama, pa tako i šumskog drveća, je razmnožavanje koje omogućuje održavanje vrste, a ujedno je i način prijenosa nasljedne tvari na potomstvo. Razmnožavanje može biti spolno (generativno) i nespolno (vegetativno). Kod spolnog razmnožavanja dolazi do spajanja nasljednih osnova roditelja, a zbog mehanizama rekombinacijske promjenjivosti osigurava se u potomstvu velika genetska raznolikost. Potomci nastali nakon oplodnje uvijek sadržavaju nasljeđe obaju roditelja, a zbog rekombinacija u nasljeđivanju nisu u svojstvima jednakni ni međusobno ni s roditeljima. Osim spolnog razmnožavanja

šumskog drveća (sjemenom), pojedine vrste imaju sposobnost i vegetativnog razmnožavanja odnosno iz njihovih tjelesnih stanica ili vegetativnih organa mogu se razviti nove, genetski istovjetne jedinke. Orteta je biljka od koje potječe svaka vegetativna kopija (rameta), a posjeduju istu genetičku konstituciju. Sve ramete zajedno čine jedan klon. Svaki pojedini klon predstavlja jedan genotip, odnosno određenu genetičku konstituciju organizma.

Za vegetativno razmnožavanje u šumarskoj proizvodnji danas se služimo nizom metoda. Metode vegetativnog razmnožavanja dijele se na tehnike makropropagacije (autovegetativno i heterovegetativno razmnožavanje) i mikropropagacije (tehnike kulture biljnog tkiva). Autovegetativno razmnožavanje je način vegetativnog razmnožavanja kod kojeg nadzemni dio (stabljika) i pod-

* Mr. sc. Davorin Kajba, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetosimunska 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

zemni dijelovi biljke (korijen) pripadaju istom genotipu. Tako se neke biljke razmnožavaju reznicama, korijenjacima, podankom, gomoljem, vriježama i slično. Kod heterovegetativnog razmnožavanja (cijepljenja), podzemni i nadzemni dijelovi biljke ne pripadaju istom genotipu, već se transplantirani dio biljke (plemka), koja predstavlja jedan genotip, cijepi na drugu biljku (podlogu), druge genetske konstitucije. Regeneracija biljaka pomoću kulture tkiva u *in vitro* uvjetima jedna je od tehnika koje su također intenzivirane i kod šumskog drveća.

Prednosti upotrebe klonskog materijala naročito su uspješne kod vrsta šumskog drveća koje se razmnožavaju rutinski, autovegetativno, dok se za ostale vrste traže pogodne metode za praktičnu upotrebu masovnog, lako i jeftinog kloniranja. U novije vrijeme mnogo se radi na izučavanju metoda vegetativnog razmnožava-

nja šumskog drveća, naravno s ciljem da se usavršene tehnologije koriste za klonsko razmnožavanje pojedinih vrsta, pa se tako razvio i poseban smjer u šumarstvu, nazvan *klonsko šumarstvo*. Kloniranje šumskog drveća i klonsko šumarstvo nije istovjetno, iako termini ostavljaju približno isti dojam. Postoje bitne razlike, budući da klonsko šumarstvo uključuje znatno veću problematiku od same upotrebe klonskog materijala u šumarstvu. *Klonsko šumarstvo* uključuje metode klonskog razmnožavanja i rejuvenilizaciju i testiranje klonskog materijala, razvijanje povoljnih klonskih smjesa za pojedina staništa i za različite namjene klonskih kultura uz daljnja istraživanja koja slijede razvoj suvremene biotehnologije. Operativna primjena klonskog materijala mora biti i zakonodavstveno regulirana, te je u Hrvatskoj osnovana Komisija za topolu i Komisija za priznavanje, odobravanje i zaštitu sorti šumskog bilja.

PREDNOSTI KLONSKOG ŠUMARSTVA — Preferences of Clonal Forestry

Vegetativno razmnožavanje omogućava da se kombinacija osobina nastala spontano u prirodi ili kao rezultat oplemenjivanja trajno fiksira. To nije moguće postići generativnim razmnožavanjem, zbog mehanizama rekombinacijske promjenjivosti. Heterozigotnost individua, genetski polimorfizam, svojstva poligenog karaktera, kao i individualna varijabilnost uzrokovana pojavama vezanih gena, plejotropizma i krosingovera osigurava veliki izvor genetske varijabilnosti. Kloniranjem je moguće postići značajnu genetsku dobit već kod selekcije i razmnožavanja superiornih genotipova iz postojećih prirodnih populacija i kultura. U kombinaciji s drugima metodama oplemenjivanja mogu se polučiti još veća poboljšanja, jer se za klonsko razmnožavanje odabiru najbolje jedinke u svakoj fazi oplemenjivanja.

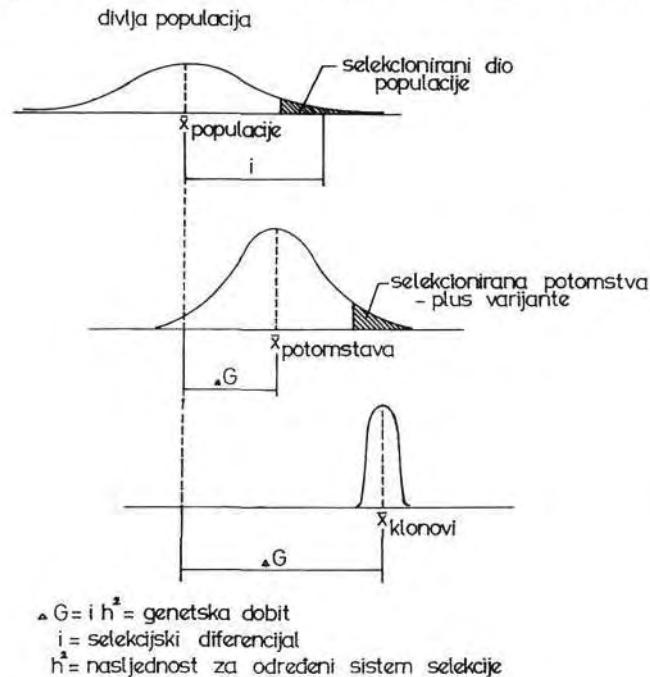
Oplemenjivanje započinje selekcijom kao osnovnom metodom, bilo da plus varijante u prirodi želimo sačuvati i razmnožiti ili ih koristiti za dalje oplemenjivanje. Selecionirane jedinke odgovaraju postavljenim ciljevima oplemenjivanja, pa se individualna selekcija temelji na odabiranju fenotipski najboljih individua (plus stabala), prema objektivnim kriterijima selekcije. Kod vrsta šumskog drveća koje se ne mogu rutinski autovegetativno razmnožavati, programi oplemenjivanja pojedinih vrsta prolaze etapu osnivanja klonskih sjemenskih plantaža. Klonske sjemenske plantaže osnivaju se heterovegetativnim razmnožavanjem (cijepljenjem) plus stabala iz neselecioniranih populacija, u cilju dobivanja genetski poboljšanog sjemena. Genetska konstitucija provjerava se kroz testove potomstava (selekcijom

po genotipu), za razliku od prvotne selekcije plus stabala, koja je izvršena po fenotipu.

Kada promatramo jedno mjereno svojstvo onda nam ta vrijednost predstavlja fenotipsku vrijednost tog individua. Da bismo analizirali svojstva trebamo tu vrijednost rastaviti na komponente uvjetovane genotipom i one uvjetovane okolinom, koje zajedno čine fenotipsku vrijednost. Varijabilitet populacije mjeri se konvencionalno varijancom, a možemo je rastaviti u komponente koje se pripisuju različitim uzrocima. Fenotipska varijanca (ukupna) je varijanca fenotipskih vrijednosti i predstavlja zbroj genotipske i okolinske varijance: $\sigma_p^2 = \sigma_G^2 + \sigma_E^2$. Genetske komponente varijance su: $s_G^2 = \sigma_A^2 + \sigma_D^2 + \sigma_I^2$ (aditivna — vrijednost križanja, dominanca i interakcija). Aditivna varijanca (σ_A^2) je varijanca vrijednosti križanja i glavni je uzrok sličnosti između srodnika, te je zbog toga glavni determinant promatranog, genetskog svojstva populacije. Zbog toga je, u praksi, važno raščlaniti ukupnu fenotipsku varijancu na aditivnu genetsku varijancu i varijancu okoline. To se najpovoljnije izražava kao odnos aditivne genetske prema totalnoj fenotipskoj varijanci, a naziva se nasljednost u užem smislu: $h^2 = \sigma_A^2 / \sigma_p^2$.

Mnoga svojstva pokazuju, naime, da je genetska varijabilnost pretežno aditivna, bazirana na općoj kombinacijskoj sposobnosti (OKS), pa je u tom slučaju moguće sačuvati samo aditivnu komponentu varijance. Kod nasljedivanja pojedinih svojstava utvrđeno je da je znan dio genetske varijabilnosti neaditivnog karaktera (koju sačinjava varijanca dominance i interakcije). Samo

vegetativnim načinom razmnožavanja mogu se sačuvati aditivna i neaditivna genetska komponenta varijance. Na taj se način može dobiti natprosječna genetska dobit, u kraćem razdoblju, selekcijom plus stabala i vegetativnim razmnožavanjem plus varijanata u najboljim familijama (Sl. 1). Dobivena genetska dobit je prosječno poboljšanje u potomstvu u odnosu na srednju vrijednost roditelja ili roditeljske generacije, a ovisi o intenzitetu selekcije (i), širini varijabilnosti u roditeljskoj generaciji i nasljednosti (h^2). Kod aditivnog učinka gena, genetska dobit (ΔG) predstavlja produkt selekcijskog diferencijala i nasljednosti. Genetsku dobit i osobine neaditivne genetske varijabilnosti ili specifične kombinacijske sposobnosti (SKS) roditelja moguće je održati i reproducirati samo klonskim putem. Takve superiorne genotipove možemo selepcionirati u bilo kojoj fazi razvoja i izravno koristiti u operativnom uzgoju, pod uvjetom da su testirani u klonskim terenskim testovima.



Sl. 1. Ostvarena genetska dobit (ΔG) kod uzgoja potomstava sa selektioniranim plus stabala i selektioniranim klonova

Fig. 1 The realized genetic gain (ΔG) from phenotypic selection and from the selected clones

Klonski se materijal, kao genetski uniforman, koristi i u proučavanju interakcije genotip x okolina, za očuvanje genofonda "ex situ" metodom, a također i u fiksaciji određenih vrijednih hibrida, mutanata i poliploidi-

da primjenjivih u hortikulturi, praktičnom uzgoju te dalnjem oplemenjivanju. Zato je veliko značenje brzog multipliciranja provjerenog genetskog materijala.

Metode vegetativne reprodukcije postaju važne u oplemenjivanju sve većeg broja šumskog drveća. Bazirane su na totipotentnosti biljne stanice, u smislu posjeđovanja svih genetskih informacija potrebnih za regeneriranje kompletног организма. Prednost vegetativnog razmnožavanja je u potencijalno većoj genetskoj dobiti i većoj uniformnosti, te u udjelu aditivne i neaditivne varijance. Njime je moguće sačuvati i prenijeti u novu jedinku sav genetski potencijal, a proizvodnjom sjemenskog materijala samo dio aditivnog dijela (Zobel 1982). Nadalje, nije neophodno čekati proizvodnju sjemena za operativnu upotrebu, već se kod vrsta koje se lako zakorjenjuju, jedinku za koju prepostavljamo da će biti dobar genotip, može izravno upotrijebiti. Masovna upotreba moguća je onda, kada je aktualna metoda dovoljno razvijena.

Mnogi autori navode očigledne prednosti vegetativnog razmnožavanja prema generativnom, koje se ogledaju u nizu značajki kreiranih u mnogim istraživačkim programima. Kleinschmit (1988, 1989) komparira oba načina razmnožavanja i navodi neke prednosti vegetativnog razmnožavanja: genetski oplemenjeni materijal može se reproducirati kao istovjetan, razmnožavanje ne ovisi o urodu sjemena, pa se razmnožavanje ne mora odgađati, dobivaju se i homogenije biljke. Osim učešća negenetskog dijela varijance, Libby (1983) navodi i cijeli niz ostalih prednosti: potencijalna mogućnost osiguranja klonova za stres okoline, eliminacija svih inbrida i samooplodnje, masovna proizvodnja, identifikacija adaptiranih klonova, optimalno razvijanje smjese klonova, te reduciranje negativne interakcije i kompeticije klonova, kao i to da je kod većine vrsta potrebno puno kraće vrijeme od selekcije do kraja ophodnje.

Optimalne modifikacije u uzgoju selezioniranih klonova moguće je polučiti kada kulturu predstavljaju superiorni genotipovi, koji su dobro adaptirani na dano stanište. Razlikujemo osnovne tipove adaptacije: specifična adaptacija na stresna staništa, specifična adaptacija na optimalna staništa te adaptacija na veliki rampion staništa, što čini opću adaptaciju genotipova (Krstinić 1984, Krstinić & Kajba 1993). Upotrebljom smjese klonova u šumskim kulturama postiže se i bolja bufernost.

PROBLEMI KLONSKOG ŠUMARSTVA — Problems with Clonal Forestry

U novije je vrijeme uočena biološka opasnost u kultiviranju velikih površina s istim ili sličnim genotipovima, jer genetička varijabilnost u odnosu na prirodne po-

pulacije, biva na ovaj način znatno reducirana. Ekosustavi slijede pravilo, prema kojem raznolikost uvjetuje njihovu stabilnost. Genetska ujednačenost je kod po-

Ijoprivrednog bilja manje opasna nego kod vrsta šumskog drveća, jer je kod poljoprivrednog bilja veća mogućnost kontrole bolesti, hraniva, kompeticije i vlažnosti, a biljke rastu samo tijekom dijela godine, pa se može intervenirati već u početku uočenih promjena. Šumsko drveće pak mora preživjeti, rasti i reproducirati se kroz dugo razdoblje, u ekološko klimatskim ekstremima, izloženo šteticima i bolestima i mora opstati na vrlo različitim staništima.

Vegetativno razmnožavanje u konceptu oplemenjivanja šumskog drveća pokazalo je do sada vrlo velike prednosti, ali stručnjaci imaju i cijeli niz dilema u njoj daljinjom primjeni. Vegetativno razmnožavanje je samo jedan oblik razmnožavanja i nikada ne bi smio biti isključivo upotrebljavan u programima oplemenjivanja, jer bi limitirao napredak u oplemenjivanju (Klein schmit 1983). Kang (1982) smatra da bi za dugogodišnja istraživanja glavni pravac programa trebalo biti generativno, a tek kao dopunska linija vegetativno razmnožavanje. Korišćenje vegetativnog razmnožavanja u praktičnom šumarstvu i oplemenjivanju, kao mogućnost fiksacije superiornih genotipova, intenziviralo je daljnja istraživanja. Naročito je važno istraživanje metoda za ranu procjenu klonova, juvenilno adultnim korelacijama, kada se radi o praktičnoj vegetativnoj primjeni produkata razmnožavanja. Tehnike kulture tkiva također bi omogućile masovno razmnožavanje klonskog materijala u pojedinim stadijima oplemenjivanja.

Razvoj uspješnih tehnik u masovnom razmnožavanju selekcioniranih klonova rezultira signifikantnim dobitima kroz kratko razdoblje. Na taj način se kloniranjem čuvaju i osiguravaju za praktičnu primjenu rezultati oplemenjivanja. Međutim, klonskim šumarstvom se drastično reducira genetska varijabilnost prirodnih populacija, koja inače povećava stabilnost ekosustava. Nedostaci i rizik klonskog šumarstva mogu se svesti na najmanju mjeru, te iskoristiti njegove prednosti jedino u multiklonskim kulturama (Krstinić 1981; Vidak-

vić & Krstinić 1985). Na taj način podignute kulture biti će smjesom divergentnih genotipova najbliže prirodnim ekosustavima, a time će se postići i odgovarajuća fenotipska stabilnost.

Koliko klonova je neophodno za sigurnu i maksimalnu dobit ovisi o ophodnji, intenzitetu uzgojnih radova, genetskom varijabilitetu vrste i proizvedenim klonovima. Libby (1981) preporučuje 15 klonova (raspon od 7—30 klonova) za jednu okolinu, za dovoljno varijabilnu vrstu, koja ima široku adaptibilnost za kratke ophodnje. Ukoliko je veći broj okolina, a od toga su dvije potpuno kontrastne, neophodno je uzeti 50 klonova. Ukoliko je evidentno da od 400 testiranih klonova 15 daje dvostruku genetsku dobit, njihova klonska smješa ne bi smjela predstavljati opasnost njihovog uzgoja glede proizvodnog potencijala. Za većinu vrsta Zobel (1983) smatra da je korektan broj od 20—25 klonova.

Većina istraživanja u dosadašnjem razvoju klonskog šumarstva bila je monokonska. Koncept i strategija daljnog klonskog uzgoja je razvijanje multiklonskog pristupa i primjena mozaik blokova monoklonskog uzgoja kao sigurnije alternative (Klein schmit 1983; Libby 1983; Zuffa et al. 1993). Klonsko testiranje je neophodan dio klonskog šumarstva, za koje Libby (1987) predlaže četverodjelni program: inicijalno odabiranje, kandidatno testiranje, testiranje uspijevanja klonova i komparativni pokusi s malim brojem uspješnih genotipova. Predlaže također dvije glavne alternative pristupa klonskom šumarstvu: stablimična rasprostranjenost klonsko mješovitih plantaža (WIMPs) i mozaici monoklonskih nasada (MOMS). Raspored klonova u kulturi treba biti mozaičan (grupimičan), kako bi se izbjegli gubici u proizvodnji kakvi su kod stablimične smjese ili sadnje klonova u redove uslijed kompeticije među klonovima nejednake dinamike i prirasta (Krstinić et al. 1990). Takav koncept klonskog uzgoja treba primjenjivati u kratkim i dugim ophodnjama.

PERSPEKTIVE KLONSKOG ŠUMARSTVA — Perspectives of Clonal Forestry

Vegetativno reproducirani materijal je, općenito, skuplji od konvencionalnog sjemenskog biljnog materijala, mada je danas relativno skupo i sjeme skupljano iz određenih sjemenskih objekata, kao i uzgoj kvalitetnog materijala. Vegetativni materijal treba upotrebljavati samo ako je genetski superioran, kakav se ne može razmnožiti iz sjemena. Mnoge gospodarski važne vrste razmnožavaju se reznicama, uz ekonomski opravdane i primjenjive metode rada. Glavni problem bez obzira na upotrebljenu metodu je kontrola fiziološkog starenja.

Najčešća metoda za održavanje juvenilnosti je "heading" i serijsko razmnožavanje. Ako je konski materijal s juvenilnih orteta, nema razlike u upotrebi generativnog ili vegetativnog materijala. Što su ortete adultnije, to su poteškoće u razmnožavanju te rastu i razvoju klonskog materijala veće.

U svijetu postoje mnogi programi vegetativnog razmnožavanja. Tako se npr. *Cryptomeria japonica* i *Chamaecyparis obtusa* plantažiraju u Japanu, *Pinus radiata* u Novom Zelandu, Australiji i Kaliforniji, a *Picea*

sp. plantažira se u središnjoj Europi, Skandinaviji i Kanadi posljednjih 30 godina. *Pseudotsuga menziesii*, *Tsuga heterophylla*, *Sequoia sempervirens* potiču se za plantažni uzgoj u SAD i Kanadi, a *Larix* sp. u Japanu, Velikoj Britaniji i Njemačkoj. Zatim postoje intenzivni klonski programi uzgoja topola i vrba, kao i *Eucalyptus* sp., kao vrsta velikog potencijala za proizvodnju drvne mase u klonskim kulturama te biomase u kratkim ophodnjama putem namjenskih nasada. U namjenskim nasadima sa vrlo kratkim ophodnjama moguće je prakticirati i monoklonski uzgoj, čime se maksimalno povećava produkcija biomase.

Napredak u znanosti dolazi s novom tehnologijom, kao što je *in vitro* tehnika u biljnoj biotehnologiji, koja je u mogućnosti osigurati nove metode klonskog razmnožavanja. Regeneracija biljaka pomoću kulture tkiva jedna je od tehnika koje su intenzivirane i kod šumskog drveća. Kultura biljnog tkiva je zbroj metoda i tehnika koje se koriste za rast različitih dijelova biljnih tkiva i stanica u aseptičkim uvjetima. Razvijena su četiri tipa kultura u biljnoj regeneraciji: kalusna kultura, kultura tkiva, kultura stanica u suspenziji i kultura protoplasta. Za mikropagiranje šumskog drveća uglavnom su korišteni juvenilni eksplantati, dok je kod nekoliko listača korišteno adultno mikropagiranje. Kod golo-sjemenjača regenerirane su ukupno 32 vrste, a kod listača je uspješno regenerirano 15 vrsta. Iako se s vrstama šumskog drveća teško manipulira u *in vitro* uvjetima, učinjen je znatan napredak. Sve više vrsta šumskog drveća uključuje se u programe oplemenjivanja, pa će i više njih biti prošireno metodama vegetativnog razmnožavanja. Te se metode razvijaju i temelje na načelu da svaka vrsta šumskog drveća može biti vegetativno razmnožena (Jelaska 1994).

Manjak drvne sirovine i intenzivno iskoriscivanje šuma sve više zahtijeva da se skrati vrijeme za proizvodnju drvne mase i tako poveća produktivnost u šumarstvu. Šumske se površine neprestano smanjuju i zbog potreba proširenja za poljoprivredne kulture (npr. tropske šume Amazone, afričke savane). Iz svih se navedenih

razloga produkcija drvne mase u klonskim kulturama mora značajno povećati u odnosu na prirodne sastojine iste vrste uz upotrebu manjeg broja sadnica i uz manje izdatke za pošumljavanje po jedinici površine. Takvo povećanje će biti u skladu i s veličinom šumske resursa koji se smanjuju, pa je neophodno intenzivnije istraživanje metoda razmnožavanja. Učešće kultura s glavnim šumskim vrstama dostiglo bi u bliskoj budućnosti u središnjoj Europi značajan dio ukupnih šumske resursa. Konverzaciju genofonda, sastojina, klonske sjemenske plantaže, te radovi na oplemenjivanju i povoljne klonske smjese povećat će taj odnos, kao i uključivanje staništa izvan konvencionalno šumskog područja.

Radovi u svijetu i kod nas na kreaciji visokoprinosnih klonova listača značajno su povećali produkciju drvne mase u klasičnim klonskim kulturama, kao i u specijalnim nasadima proizvodnje biomase i energetskim plantažama (naročito zbog zabrane upotrebe fosilnih goriva). U mnogim su zemljama načinjeni programi istraživanja proizvodnje biomase različitih vrsta drveća u namjenskim nasadima kao obnovljivih izvora energije. Ophodnja namjenskih nasada kreće se u rasponu između 2 i 12 godina. To su u pravilu nasadi vrlo gустe sadnje, koji su ekonomski opravdani ako u ophodnji od 6 do 12 godina mogu osigurati proizvodnju od najmanje 100 t suhe tvari/ha (Krstinić et al. 1992).

Intenzivni radovi u Hrvatskoj na selekciji klonova stablastih vrba kao i topola, osim rezultata u povećanju produkcije drvne mase, pružaju i mogućnost proširenja površina pod šumskim kulturama. To se posebno odnosi na ekološke niše na području nizinskih šuma, gdje je slabo ili pak onemogućeno šumsko gospodarenje (plavljenja ili zakorovljena zemljišta, mokre bare i čistine itd.). Uz povoljnu smjesu klonova moguće je ostvariti visoku produkciju i osigurati funkciju predkultura za pridolazak vrijednijih vrsta listača (jasena, hrasta). Istraživanja novih mogućnosti kloniranja i kod vrsta koje se teže zakorjenjuju (bijele topole, johe, breze) daju također ohrabrujuće rezultate.

ZAKLJUČAK — Conclusion

Klonsko šumarstvo imat će u budućnosti svakako važnu ulogu, jer će daljnji civilizacijski napredak intenzivirati osnivanje kultura u kraćim ophodnjama. Komercijalna primjena različitih metoda vegetativnog razmnožavanja i upotreba klonskog materijala ovisit će o dalnjoj pouzdanosti tehnika reprodukcije i ekonomске opravdanosti. Da bi genetska dobit bila pravovremeno prenesena i primijenjena u praksi, uz najmanji ekološki rizik, treba probleme s klonskim materijalom svesti na

najmanju moguću mjeru. Multiklonskim pristupom u osnivanju kultura, te konzervacijom genofonda dane vrste, možemo bitno smanjiti biološku opasnost reduciranja genetske varijabilnosti za pojedinu vrstu šumskog drveća. Područja nizinskih šuma Hrvatske potencijalna su staništa za ostvarenje visoke produkcije drvne mase u klonskim kulturama topola i stablastih vrba uz njihovu funkciju predkultura za pridolazak vrijednijih vrsta šumskog drveća.

LITERATURA — References

- Jelaska, S., 1994: Kultura biljnih stanica i tkiva. Školska knjiga, Zagreb, 398 pp.
- Kang, H., 1982: Components of a tree breeding plan. Proc. IUFRO Joint Meeting, Sensenstein, pp 119—135.
- Kleinschmit, J., 1983: Concepts and experiences in clonal plantations of conifers. Proc. of the 19th Meet. of the Can. Tree Improv. Assoc., Part 2:26—56, Toronto.
- Kleinschmit, J., 1988: Scientific and practical experience with vegetative propagation of forest tree species. Seminar on reforestation methods after harvesting, in particular artificial regeneration, Eberswalde-Finow (GDR), 9—13 May, 11 pp.
- Kleinschmit, J., 1989: Scientific and practical experiences with vegetative propagation of forest tree species. Boletin Academia Galega de Ciencias. Vol. VIII, Págs. 81—90.
- Krstinić, A., 1981: Problematika multiklonskih kultura stablastih vrba. Radovi 44:119—125, Zagreb.
- Krstinić, A., 1984: Fenotipska stabilnost, adaptabilnost i produktivnost nekih klonova stablastih vrba. Glasnik za šum. pokuse, posebno izdanje: 1:5—24, Zagreb.
- Krstinić, A. & D. Kajba, 1993: Oplemenjivanje brzorastucih listača. Glas. šum. pokuse posebno izdanje 4:59—72, Zagreb.
- Krstinić, A. & Majer, Ž. & Kajba, D., 1990: Utjecaj staništa i kiona na produkciju drvne mase u kulturama stablastih vrba na dunavskim adama kod Vukovara. Šum. list CXIV: 45—62, Zagreb.
- Krstinić, A., Ž. Borzan, J. Gračan, I. Trinajstić, D. Kajba, F. Mrva & M. Gradečki, 1992: Oplemenjivanje šumskog drveća. Rauš, Đ. (Eds.): Šume u Hrvatskoj: 109—120, Zagreb.
- Libby, W. J., 1981: What is a safe number of clones per plantations? Proc. IUFRO Meet. on Generics of Host-Pest Interaction. Wageningen, 342—360.
- Libby, W. J., 1983: Potential of clonal forestry. Proc. of 19th Meet. of the Can. Tree Improv. Assoc., Part 2: 1—11, Toronto.
- Libby, W. J., 1987: Testing for clonal forestry. Ann. Forest. 13/1—2: 69—75, Zagreb.
- Vidaković, M. & Krstinić, A., 1985: Genetika i oplemenjivanje šumskog drveća. Liber, Zagreb, 505 pp.
- Zobel, B. J., 1982: Vegetative propagation in forest management operations. Proc. 16th Southern Forest Tree Improvement Conf., Blacksburg, VA., 149—159.
- Zobel, B. J., 1983: Vegetative propagation in Eucalyptus. Roc. of 19th Meet. of the Can. Tree Improv. Assoc., 136—144, Toronto.
- Zsuffa, L., L. Sennerby-Forsse, H. Weisgerber & R. B. Hall, 1993: Strategies for Clonal Forestry with Poplars, Aspens and Willows. M. R. Ahuja & W. J. Libby (Eds.), Clonal Forestry II: 91—120.

SUMMARY: Genetic advantages of clonal seedling material gave rise to the more intensive works on the vegetative propagation, making it possible for the combination of properties occurred either spontaneously in the nature or under the influence of the man to become permanently fixed. The clonal forestry includes the methods of clonal propagation and rejuvenilization, the clonal material selection and testing, the development of clonal mixtures favorable for particular sites and for various uses of clonal cultures as well as further researches which follow the development of the modern biotechnology. The disadvantages of clonal forestry may be reduced to the minimum, and the advantages of clonal seedling material in multiclonal cultures established by the mixture of divergent genotypes, which with respect to the stability of the ecosystem will be the nearest to the natural ecosystems, may be utilized to the full extent. The regions of lowland forests of Croatia, in addition to their function of pioneer plantations, are potential sites for obtaining high production of woodmass in the cultures of selected poplar and arborescent willow clones thus facilitating the renewal of more valuable broadleaved tree species.

Key words: clonal forestry, multiclonal cultures.