

# Mogućnosti kloniranja obične breze (*Betula pendula* Roth.) i crne johe (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.)

---

**Kajba, Davorin**

*Source / Izvornik:* **Glasnik za šumske pokuse: Annales pro experimentis foresticis, 1992, 29, 39 - 76**

**Journal article, Published version**

**Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:648443>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-01**



*Repository / Repozitorij:*

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



DAVORIN KAJBA

MOGUĆNOSTI KLONIRANJA OBIČNE  
BREZE (*Betula pendula* Roth.)  
I CRNE JOHE  
(*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.)

POSSIBILITIES OF CLONING FOR THE  
SILVER BIRCH (*Betula pendula* Roth.)  
AND THE BLACK ALDER  
(*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.)

Prispjelo: 7. 5. 1992.

Prihvaćeno: 1. 10. 1992.

U radu je istraživana mogućnost makropropagacije obične breze i crne johe autovegetativnim i heterovegetativnim razmnožavanjem. Obična breza može se uspješno heterovegetativno razmnožavati metodom postranoga cijepljenja korištenjem dvogodišnjih plemki. Najbolji rezultati autovegetativnog razmnožavanja obične breze postiglo se pri koncentraciji od 800 ppm (IBA ili IAA) kod juvenilnih orteta do 8 godina starosti. Zakorjenjivanje reznica od stabala konačnog fenotipa može se znatno povećati uporabom sekundarnih reznica. Selekcionirana adulta stabla crne johe uspješno su heterovegetativno razmnožavana metodom postranog cijepljenja jednogodišnjim plemkama, a cijepljenje sekundarnim plemkama značajno je povećalo primitak. Najbolji rezultati razmnožavanja crne johe reznicama dobiveni su upotrebom koncentracije od 4000 ppm IBA i to kod juvenilnih orteta u dobi do 5 godina. Razmnožavanje adultnih stabala crne johe (u dobi od 50 do 90 godina starosti) postignuto je tretmanima prethodnog cijepljenja i serijskim razmnožavanjem reznicama proizvedenih rameta. Također je pasažama kod pojedinih klonova eliminirana pojava negativnog geotropizma (plagiotropnog rasta).

*Ključne riječi:* heterovegetativno i autovegetativno razmnožavanje, serijsko vegetativno razmnožavanje, obična breza, crna joha

## UVOD - INTRODUCTION

Generativno razmnožavanje je tradicionalna metoda u šumarstvu. Međutim, zbog prednosti primjene klonskog materijala prema generativnom vegetativno se

razmnožavanje intenzivno razvijalo u programima oplemenjivanja šumskog drveća.

Genetsku dobit je moguće povećati u svakoj generaciji programom oplemenjivanja pojedine vrste. Pri vegetativnom razmnožavanju mogućnost očuvanja aditivne i neaditivne genetske komponente varijance značajno povećava genetsku dobit i to je osnovna prednost kloniranja. Genetska dobit se može ostvariti u kratkom vremenu selekcijom plus stabala s dobrom općom kombinacijskom sposobnošću, hibridizacijom i selekcijom najboljih individua u najboljim familijama te njihovim klonskim razmnožavanjem. Superiorne genotipove može se selekcionirati na svim razinama oplemenjivanja, a nakon testiranja i koristiti u operativnom šumarstvu. Genetski uniforman klonski materijal najprikladniji je za izučavanje interakcije klon x stanište.

Uspješne metode reprodukcije i masovnoga klonskog razmnožavanja, kod sve većeg broja vrsta šumskog drveća, povećavaju upotrebu klonskog materijala. Tehnike makropropagiranja i mikropropagiranja temelje se na sposobnosti vegetativnih biljnih stanica da sadrže ukupnu genetsku informaciju potrebnu za regeneraciju kompletnog organizma. Suvremenim tehnikama kloniranja nastoji se ovladati masovnom reprodukcijom za komercijalne potrebe.

Fenotipskom selekcijom superiornih stabala kombiniranom s klonskim testiranjem dobivaju se optimalne smjese klonova za različita staništa. Takve smjese divergentnih genotipova osiguravaju stabilnost kultura, približavajući ih time prirodnim ekosustavima (multiklonski nasadi).

U radovima na oplemenjivanju obične breze utvrđuje se, a za crnu johu je već utvrđena njihova međupopulacijska i unutarpopulacijska varijabilnost u Hrvatskoj. Genetska izdiferenciranost subpopulacija crne joha uvjetovala je osnivanje klonskih sjemenskih plantaža za područje Posavine i Podravine. U svim etapama oplemenjivanja tih dviju vrsta, razmnožavanje je heterovegetativno i autovegetativno.

Obična breza i crna joha, kao brzorastuće, danas su perspektivne vrste zbog svoje kvalitetne drvene mase i sve veće primjene u mehaničkoj i kemijskoj preradi drva. Crna joha se intenzivnije uzgaja i kao meliorativna vrsta u mješovitim kulturama. Te dvije vrste imaju značajno mjesto u programima oplemenjivanja i kao sirovina za našu industriju celuloze i papira.

U budućnosti će klonsko šumarstvo imati svakako još veću ulogu, jer nedostatak drvene mase i intenzivno iskorišćivanje glavnih vrsta drveća sve više zahtijeva uzgoj brzorastućih vrsta u kulturama s kratkim ophodnjama.

## GOSPODARSKO ZNAČENJE OBIČNE BREZE I CRNE JOHE - ECONOMIC SIGNIFICANCE OF THE SILVER BIRCH AND THE BLACK ALDER

Prosječni prirast naših šuma je relativno nizak, a struktura drvnog fonda je nepovoljna zbog nedovoljnog udjela mekih listača i četinjača, koje su danas vrlo tražena sirovina na domaćem i stranom tržištu. Meke listače, koje donedavno nisu bile cijenjene, postale su prijeko potrebne za cijeli niz proizvoda, osobito za one za čiju izradu drvna tvar preradom gubi svoja kemijska i fizikalna svojstva. Tako za proizvodnju šperploča, lesonita, iverica, celuloze itd. trebaju goleme količine mekih listača. Zato obična breza i crna joha postaju gospodarski sve vrednije, pogotovo što je i proizvodnja njihovih trupaca vrlo tražena.

Interes za većom proizvodnjom drvene mase obične breze u velikom dijelu

područja njezine rasprostranjenosti, osim u sjevernoj Europi, pojavio se tek s bržim razvojem kemijske prerade drva. Velik areal njezine rasprostranjenosti, upućuje na njezinu široku ekološku amplitudu, pa je u sjevernoj Europi ustanovljena i njezina klinalna varijabilnost (J o h n s s o n 1974). Obična breza dolazi u većem dijelu Europe, od sjeverne Španjolske, Sicilije, Rodopa i Kavkaza do Skandinavije. U Hrvatskoj je najviše ima na Papuku, Psunju, Bilogori, Kalniku, u banijsko-kordunskoj regiji, Lici i Gorskom kotaru. Pretežno je u mješovitim, a rjeđe u čistim sastojinama. Budući da je u nas na južnoj granici svog areala, gdje su topla i suha ljeta, češće dolazi na svježijim podzolastim tlima. Breza nije izbirljiva na tlo, pa raste na siromašnim, opodzoljenim, vlažnim i kiselim, pa i na sušim tlima. Kao pionirska vrsta, zajedno s trepetljikom i ivom, zauzima površine na kojima se prirodno širi šuma, drenira tlo, obogaćuje ga kalcijem i snizuje mu kiselost, aktivirajući ujedno nitrifikatore. U panonskom dijelu Hrvatske naseljava u prvom redu bivše poljoprivredne površine, opožarene terene, šumska staništa na kojima nije uspjela prirodna regeneracija unutar areala hrasta kitnjaka i obične bukve te površine neuspjelog pošumljavanja četinjačama (R a u š & V u k e l i ć 1986). Pretežno čiste brezove sastojine na području panonskih bukovo-jelovih šuma na Papuku, mogu se fitoceno- loški okarakterizirati kao progresivni stadij obične breze u razvoju bukovo-jelovih šuma na sječinama, iskrčenim i opožarenim površinama ili ostalim šumskim čistinama (V u k e l i ć & Š p a n j o l 1990). R a u š , M a t i ć i P r p i ć (1988), istražujući brezove sastojine Papuka, ističu da u prirodnim mješovitim sastojinama ophodnja breze može biti 60-80 godina, bez opasnosti za matičnu autohtonu sastojinu u kojoj je ona primiješana. Visinski prirast obične breze u prvoj i drugoj godini je malen, od 15. do 20. godine velik (do 1 m godišnje), a poslije 50-60. godine minimalan. U toj dobi breza prirašćuje samo u debljinu. Obična breza je na području panonskog gorja Hrvatske vrsta relativno brzog rasta i prirasta, pa proizvodnju brezova drveta treba nastaviti i unapređivati u prirodnim fitocenoza obične breze i u mješovitim sastojinama hrasta kitnjaka i obične bukve, u kojima je primiješana i obična breza (S k e n d e r o v i ć 1990).

Interes za brezovinu porastao je zbog pomanjkanja drva dugih vlakana, koja karakteriziraju brezovo drvo. Tako je interes za običnu brezu započeo s brzim razvojem tehnologije kemijske prerade drva, osobito industrije papira i kartona. Zbog većeg udjela obične breze u šumskim površinama na sjeveru Europe u tim su zemljama intenzivirani radovi na njezinom oplemenjivanju. Poznato je da ima više formi obične breze koje se razlikuju u prirašćivanju, kori i građi drva. Ustanovljeno je također da se pojedine morfološke karakteristike nasljeđuju na principu kvalitativnih svojstava, što je uvjetovano major genima (J o h n s s o n 1974). Breze su izrazito samosterilne, ali se potomstvo može proizvesti samooplodnjom. Triploidne primjerke obične breze karakterizira brzi rast, krupno i debelo lišće s pučima većim nego u diploida. Dosada je u Europi i Americi proizvedeno više međuvrskih hibrida, s otežavajućom proizvodnjom sjemena. J o v a n o v i ć i T u c o v i ć (1969) ustanovili su da hibridi *B. pendula x pubescens* i *B. pendula x papyrifera* rastu sporije od roditeljskih vrsta. I u drugim eksperimentima u zapadnim zemljama izražena superiornost hibrida, koja se pojavila u mladosti, poslije se izgubila. Provedena su ispitivanja potomstava iz slobodnog oprašivanja te iz dialelnih križanja, kao i osnivanje klonskih sjemenskih plantaža od roditelja koji daju najbolje potomstvo u Finskoj, Švedskoj (J o h n s s o n 1974) i Čehoslovačkoj (V a c l a v 1974). Uspješno cijepljenje selekcioniranih plus stabala obične breze dalo je dobre rezultate, intenzi-

viralno se na radovima na pronalaženju mogućnosti razmnožavanja adultnih stabala pomoću reznic za uzgoj te vrste u intenzivnim kulturama. Također su u Finskoj provedena istraživanja potomstava selekcioniranih stabala u njezinom sjevernom i centralnom dijelu (R a u l o & K o s k i 1977). Druge metode oplemenjivanja odnose se na križanje vrsta, križanje provenijencija, poliploidiju i križanja u rodstvu s daljnim križanjima, a dosada su ispitane u ograničenom opsegu. Dosadašnji rezultati istraživanja nisu obuhvatili sve metode ili su obuhvatili samo pojedine, pa se može očekivati uspješna primjena novih metoda.

Crna joha je uzgojno sve interesantnija vrsta zbog svoje mnogostruke namjene i upotrebne vrijednosti drveta. Njezin veliki areal pokriva gotovo cijelu Europu, a ima je i u Aziji i sjevernoj Africi. Zbog tako velikog područja rasprostranjenosti ima i velik stupanj fenotipske i genotipske varijabilnosti. Crna joha u nas od prirode dolazi u našim nizinskim šumama i obično pridolazi u smjesi s drugim vrstama drveća, a rjeđe tvori čiste sastojine kao u Podravini. Istraživanja su pokazala da se zajednice šuma crne johe razvijaju na području hidromorfni tala Posavine, Podravine i Pokuplja, a mjestimično i na područjima mineralno-organogenih močvarnih glejnih tala (R a u š 1975). Crna joha spada u brzorastuće i meliorativne vrste, čije drvo u zadnje vrijeme sve više služi u mehaničkoj i kemijskoj preradi, pa ona dobiva značajno mjesto u programima oplemenjivanja u nas i u svijetu. Atmosferski dušik se veže u nodulima na korijenu crne johe, uz pomoć bakterija iz roda *Frankia*, pa se tako ubrzava status dušika u organizmu i u tlu. Zbog navedenih karakteristika intenzivira se osnivanje kultura crne johe, i to onih za specijalne namjene (proizvodnja biomase, odnosno energije), kao i za proizvodnju krupne oblovine. Kulture se osnivaju kao čiste sastojine ili u smjesi s drugim vrstama. Crna joha se odlikuje bujnim rastom u ranoj mladosti, do 20. godine, a jaka izdanačka snaga omogućuje intenzivno gospodarenje tom vrstom u čistim ili mješovitim kulturama tijekom više ophodnji. Iz sjemena raste polaganije, kada visinski rast kulminira oko 10. godine, a poslije pada, dok iz panja u početku raste brže, kada je kulminacija oko treće i četvrte godine do šeste, a poslije postupno pada (G l a v a č 1962). Kao poluheliofitna vrsta može rasti i u podstojnoj etaži u mješovitim kulturama (G l a v a č 1962). M l i n š e k (1957) i G l a v a č (1960) proučavali su rast i gospodarsku vrijednost crne johe sa šumsko-uzgojnoga, ekološkoga i biološkoga gledišta. Crna joha ima intenzivan prirast do 50. godine, a u dobi od 70 godina, na prvom bonitetu, postiže masu od 580 m<sup>3</sup> (masa deblvine i granjevine), s prosječno 430 stabala po hektaru.

Testovima provenijencija treba naći odgovor na pitanje koje su subpopulacije (provenijencije) genetski superiorne. Nakon utvrđene superiornosti određene provenijencije treba utvrditi način kako superiornu provenijenciju upotrijebiti u praktične svrhe. Primjena superiornih populacija u praktične svrhe moguća je standardnim metodama oplemenjivanja, a to su: generativne sjemenske plantaže, klonske sjemenske plantaže, vegetativno razmnožavanje i klonski uzgoj superiornih genotipova. Intenziviranje radova na oplemenjivanju te vrste radi produkcije biomase i melioracije zemljišta u SAD-u, prema mišljenju R o b i n s o n a i H a l l a (1981), u prvoj fazi dalo bi najbrže rezultate putem generativnih sjemenskih plantaža, jer crna joha ima sposobnost rane cvatnje i plodonošenja. Klonska sjemenska plantaža osigurava veću genetsku dobit, ako su prethodno testirana roditeljska stabla iz plantaže, putem selekcije prethodno u populaciji po fenotipu, a testovima potomstava i po genotipu.

Istraživanja genetske varijabilnosti u testovima provenijencija pokazala su da među subpopulacijama crne johe postoji genetska izdiferenciranost s obzirom na

dužinu dana, tolerantnost na »stres« okolice, preživljavanje, veličinu i broj češerića, oblik listova te sposobnost zakorjenjivanja različitih genotipova (klonova). Dva pokusa provenijencija crne johe u Podravini i Posavini, s po 8 istih provenijencija, postavljena su također radi istraživanja njezine genetske varijabilnosti u Hrvatskoj te za izučavanje eventualne interakcije provenijencija x stanište. Ovim eksperimentima trebali bismo utvrditi u kojem je arealu moguće koristiti se reproduksijskim materijalom jedne provenijencije.

U provj. fazi radova na oplemenjivanju te vrste u nas, glavna je pažnja posvećena selekciji i proizvodnji kvalitetnog sjemena u klonskim sjemenskim plantažama. Izučavanjem fenotipske varijabilnosti u prirodnim sastojinama selekcionirana su plus stabla iz populacija Podravine i Posavine te osnovane odvojene klonske sjemenske plantaže crne johe za ta područja (Vidaković & Krstinić 1984). Za osnivanje klonskih sjemenskih plantaža upotrijebljena su fenotipski najbolja stabla, selekcionirana u plus sastojinama (sjemenskim bazama). Selekcionirana stabla su cijepljena, no uspjeh cijepjenja primarnim reznicama bio je relativno malen (do 14%), što se tumači negativnim utjecajem velike količine fenola u tkivu crne johe. Uпотреbom sekundarnih izbojaka (s uzgojenih cijepljenih biljaka) uspjeh cijepjenja se povećao i do 80%. Klonske sjemenske plantaže crne johe osnovane u Hrvatskoj služe za proizvodnju genetski poboljšanog sjemena, da bi se testovima potomstava i reduciranim brojem samo najboljih klonova u plantaži dobila veća genetska dobit u tzv. poboljšanoj klonskoj sjemenskoj plantaži. Mogućnost poboljšanja genetske kvalitete sadnica crne johe selekcijom po fenotipu i genotipu, koja je ostvarena na poboljšanoj klonskoj sjemenskoj plantaži, jest 31,9% u odnosu na prosjek »divlje« populacije, te do 38,8% na biklonskoj sjemenskoj plantaži (Borojević 1989). Kao kontrola u tim je eksperimentima upotrijebljen sadni materijal iste dobi iz komercijalnog uzgoja crne johe iz iste provenijencije (materijal iz prirodnih sastojina crne johe, koji služi za reprodukciju). Veća dobit od poboljšane sjemenske plantaže bila bi ostvarena vegetativnim razmnožavanjem najboljih polusrodnika u najboljim familijama i osnivanjem druge generacije klonske sjemenske plantaže. Prema opažanjima Vidakovića i Krstinića (1984) cijepovi u klonskim plantažama počinju cvasti nakon četvrte vegetacije, a obilan urod sjemena daju u devetoj vegetaciji. Među klonovima su utvrđeni manji pomaci u vremenu cvatnje te razlike s obzirom na učestalost muških i ženskih cvatova po klonu rameti (neki su funkcionalno muški, a neki funkcionalno ženski). Ako se osniva generativna sjemenska plantaža od potomstva superiornih stabala, treba rano započeti proredama kako bi budući nosioci produkcije sjemena mogli pravovremeno formirati široke krošnje te što prije započeti cvatnju. Glavna alternativa za sjemenske plantaže kod te vrste je mogućnost uporabe sadnog materijala iz autovegetativnog razmnožavanja. Ta metoda ima velike prednosti zbog primjene genetski superiornih genotipova (klonova) u praktične svrhe, s tim da se koristi kombinirana tehnika heterovegetativnog i autovegetativnog razmnožavanja. To je osobito važno ako se u oplemenjivanju te vrste hibridizacijom utvrde neadaptivni efekti (neadaptivna genetska varijanca) pa se može očekivati potencijal za varijancu dominancije i varijancu epistaze. Hibridizacijom se oplemenjivanje provodi križanjem odabranih stabala unutar populacije, križanjem individua koje pripadaju različitim populacijama, provenijencijama ili pak vrstama. Neke kombinacije međuvrskih hibrida (*A. incana* x *A. glutinosa*) imaju heterotičan efekt, dok hibridi *A. rubra* x *A. glutinosa*, kao i umjetno proizveden triploid, superiorniji su rastom od diploidne crne johe.

Utjecajem crne johe na rast klonova stablastih vrba u mješovitoj plantaži dobivene su pozitivne modifikacije u produkciji drvene mase samo kod nekih genotipova bijele vrbe. Efekt uzgoja crne johe u mješovitoj kulturi s različitim klonovima bijele vrbe očitovao se u boljem statusu prehrane klonova bijele vrbe, boljem čišćenju od grana, odnosno kvaliteti deblovine, reduciranju korovne vegetacije te povećanju totalnog i hidrolizirajućeg dušika u tlu s povećanom kiselošću tla (Krstinić & Komlenović 1986; Krstinić, Komlenović & Vidaković 1990). Utvrđene su također značajne razlike u proizvodnji biomase i koncentraciji hraniva među različitim polusrodnicima iste provenijencije i između provenijencija, što upućuje na međupopulacijsku i unutarpopulacijsku varijabilnost crne johe (Komlenović & Krstinić 1987). I u svijetu se intenzivno radi na oplemenjivanju ove brzorastuće vrste, koja ima niz pozitivnih svojstava za proizvodnju oblovine u dužim i biomase u kratkim ophodnjama (Robinson & Hall 1981; Saul & Zsuffa 1982). Radi se i na oplemenjivanju crne johe radi unapređivanja proizvodnje drvene tvari, kao i na selekciji radi povećanja efikasnosti njenog simbiotičkog sustava (Hall i dr. 1979).

Može se zaključiti da je cilj oplemenjivanja obične breze i crne johe proizvodnja takvih genotipova ili rasa koje će imati bolja svojstva od postojećih, odnosno koje će svojim prirastom, kvalitetom, otpornošću na biotske i abiotske čimbenike i drugim karakteristikama zadovoljiti postavljene gospodarske zahtjeve. Taj će se zadatak postići metodama oplemenjivanja u kombiniranoj shemi oplemenjivanja obične breze i crne johe, uz poznavanje principa oplemenjivanja te ekologije i biologije pojedine vrste ili rase.

Intenziviranje radova na pronalaženju uspješnih metoda vegetativnog razmnožavanja tih dviju vrsta pogodovalo bi, također, daljim radovima na oplemenjivanju i njihovu uzgoju u intenzivnim kulturama. Osiguravanje sve veće potražnje sirovine omogućilo bi se u takvim kulturama povećanjem prirasta, kontroliranom kompeticijom te upotrebom genetski oplemenjenog materijala u mnogo kraćim ophodnjama od konvencionalnih metoda uzgoja.

## KLONSKO ŠUMARSTVO I NJEGOVE PERSPEKTIVE CLONAL FORESTRY AND ITS PROSPECTS

Osim spolnog ili generativnog razmnožavanja pojedine vrste imaju sposobnost i vegetativnog razmnožavanja, odnosno iz njihovih nespornih organa ili dijelova organa mogu se razviti nove jedinke. Intenziviranje radova na vegetativnom razmnožavanju uvjetovano je genetskim prednostima klonskog materijala. Mnoga svojstva kod velikog broja vrsta pokazuju, naime, da je genetska varijabilnost pretežno aditivna, bazirana na općoj kombinacijskoj sposobnosti, pa je tom slučaju moguće sačuvati samo aditivnu komponentu varijance. Ali kod većine vrsta te kod nasljeđivanja pojedinih svojstava utvrđeno je da je znatan dio genetske varijabilnosti neaditivnog karaktera. Samo vegetativnim načinom razmnožavanja mogu se sačuvati aditivna i neaditivna genetska komponenta varijance. Na taj se način može postići natprosječna genetska dobit, u kraćem vremenskom razdoblju, selekcijom plus stabala s općom kombinacijskom sposobnošću i vegetativnim razmnožavanjem plus varijanata u najboljim familijama. Takve superiorne genotipove možemo selekcionirati u bilo kojoj fazi razvoja i izravno koristiti u operativnom uzgoju, pod uvjetom da su testirani klonskim terenskim testovima.

Klonski materijal, kao genetski uniforman, služi i u proučavanju interakcije genotip x okolica, zatim u podizanju klonskih sjemenskih plantaža, za očuvanje genofonda, a i u fiksaciji određenih vrijednih hibrida, mutanata i poliploida primjenjivih u hortikulturi, praktičnom uzgoju i u daljem oplemenjivanju. Zato je velika prednost brzog multipliciranja provjerenoga genetskog materijala.

Metode vegetativne reprodukcije postaju važne za oplemenjivanje sve većeg broja šumskog drveća. Bazirane su na totipotentnosti živuće vegetativne biljne stanice, u smislu posjedovanja svih genetskih informacija potrebnih za regeneriranje kompletnog organizma. 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 potrebno čekati proizvodnju sjemena za operativnu upotrebu, već se kod lako zakorjenjivih vrsta jedinku za koju pretpostavljamo da će biti dobar genotip može izravno upotrijebiti. Upotreba u masovnoj skali moguća je onda kada je aktualna metoda dovoljno razvijena. Od primarne važnosti je biološka opasnost plantažiranja velikih površina s istim ili sličnim genotipovima. Genetska uniformnost je kod poljoprivrednog bilja manje opasna nego kod 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 vremensko razdoblje, u ekološko-klimatskim ekstremima, izloženo štetnicima i bolestima i mora opstati na vrlo različitom staništu.

Vegetativno razmnožavanje u konceptu oplemenjivanja pokazalo je dosada vrlo velike prednosti, ali stručnjaci imaju i cijeli niz dilema o njegovoj daljoj primjeni. Vegetativno razmnožavanje je samo jedan oblik razmnožavanja i nikada ne bi smio biti upotrebljavan isključivo u programima oplemenjivanja, jer bi limitirao napredak u oplemenjivanju (Klein schmit 1983). Kang (1982) smatra da za dugogodišnja istraživanja glavna linija programa treba biti generativno, a dopunska linija vegetativno razmnožavanje. Primjena vegetativnog razmnožavanja u praktičnom šumarstvu i oplemenjivanju, kao mogućnost fiksacije superiornih genotipova, intenzivirala je dalja istraživanja. Osobito 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.

Mnogi autori navode očigledne prednosti vegetativnog razmnožavanja prema generativnom, koje se ogledaju u nizu odlika kreiranih u mnogim istraživačkim programima. Klein schmit (1988) komparira oba načina razmnožavanja i navodi neke prednosti vegetativnog razmnožavanja: genetski oplemenjeni materijal može se reproducirati kao identičan, razmnožavanje ne ovisi o urodu sjemena, pa se razmnožavanje ne mora odgađati, dobivaju se i homogene biljke. Osim udjela negenetskog dijela varijance Libby (1983) navodi i cijeli niz ostalih prednosti: potencijalna mogućnost osiguranja klonova za stres okolice, eliminiranje svih inbrida, uključujući i samooplodnju, 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 i produkcije.

Razvoj uspješnih tehnika u masovnom razmnožavanju selekcioniranih klonova rezultira signifikantnim dobitima u kratkom vremenskom razdoblju. Na taj se način



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 plantažama (Krstinić 1981; Vidaković & Krstinić 1985). Na taj način podignute kulture bit će smjesom divergentnih genotipova najbliže prirodnim ekusustavima, a time će se postići i odgovarajuća fenotipska stabilnost.

Koliko je klonova potrebno za sigurnu i maksimalnu dobit ovisi o ophodnji, intenzitetu uzgojnih radova, genetskoj varijabilnosti vrste i proizvedenim klonovima. Libby (1981) preporučuje 15 klonova (raspon od 7 do 30 klonova) za jednu okolicu, za dovoljno varijabilnu vrstu koja ima široku adaptabilnost za kratke ophodnje. Ako je veći broj okolica, a od toga su dvije potpuno kontrastne, potrebno je uzeti 50 klonova. I od 400 testiranih klonova, ako je evidentno da 15 daje duplu genetsku dobit, ne bi smjela postojati opasnost njihova uzgoja s obzirom na proizvodni potencijal. Za većinu vrsta Zobel (1982) smatra da je korektan broj 20-25 klonova.

Većina istraživanja u dosadašnjem razvoju klonskog šumarstva bila je monoklonska. Koncept i strategija daljeg klonskog uzgoja jest razvijanje multiklonskog pristupa i primjena mozaičnih blokova monoklonskog uzgoja kao sigurnije alternative (Kleinschmit 1983; Libby 1983; Zsuffa 1985). Klonsko testiranje je prijeko potreban dio klonskog šumarstva, za koje Libby (1987) predlaže četverodjelni program: inicijalno odabiranje, kandidatno testiranje, testiranje uspijevanja klonova i kompatibilni pokusi s malim brojem uspješnih genotipova. Predlaže također dvije glavne alternative pristupa klonskom šumarstvu: stabilimična rasprostranjenost 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 stabilimične smjese ili sadnje klonova u redove, uslijed kompeticije među klonovima nejednake dinamike rasta i prirasta (Krstinić i dr. 1990). Takav koncept klonskog uzgoja treba primjenjivati i u proizvodnji biomase, u kratkim i dugim ophodnjama.

Vegetativno reproducirani materijal je, općenito, skuplji od konvencionalnoga sjemenskog biljnog materijala, premda je danas relativno skupo i sjeme skupljano iz određenih 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 je problem, bez obzira na upotrijebljenu metodu, kontrola fiziološkog starenja. Najčešća metoda za održavanje juvenilnosti je »headging« i serijsko razmnožavanje. Ako je klonski materijal s juvenilnih orteta, nema razlike u upotrebi generativnog ili vegetativnog materijala. Što su ortete adultnije, to su poteškoće u razmnožavanju, rastu i razvoju klonskog materijala veće.

Komercijalna primjena svih tehnika vegetativnog razmnožavanja i klonskog materijala ovisit će o daljoj pouzdanosti tehnika reprodukcije i gospodarske opravdanosti upotrebe klonskog materijala. U budućnosti će vegetativno razmnožavanje imati svakako važnu ulogu, jer će civilizacijski napredak rapidno intenzivirati osnivanje plantaža u kraćim ophodnjama prema klasičnom uzgoju. Međutim, da bi genetska dobit bila pravovremeno prenesena i primijenjena u praksi, treba probleme s klonskim materijalom svesti na najmanje.

## DOSTIGNUĆA U VEGETATIVNOM RAZMNOŽAVANJU OBIČNE BREZE ACHIEVEMENTS IN THE VEGETATIVE PROPAGATION OF THE SILVER BIRCH

Breze imaju, u povoljnim okolnostima, sposobnost tjeranja izbojaka iz panja, pa se kod povaljenica zakorjenjuju grane. Tako se i najstarije izvješće o vegetativnom razmnožavanju obične breze, s kraja 18. stoljeća, odnosi na zakorjenjivanje povaljenica. Godine 1767. u centralnoj Švedskoj pronađena je breza s osobito pilasto urezanim lišćem (*Betula pendula* var. *dalecarlia*) i uspješno je zakorijenjena granama s vrha krošnje, prekrivenim zemljom u drvenim sanducima. Nakon šest godina sanduci su skinuti s krošnje, a od zakorijenjenih povaljenica jedna je prenesena u Linné-ov botanički vrt u Uppsali. Modernije metode položnica obične breze opisao je Frölich (1957). Na granama debljine oko jedan centimetar skinuta je kora u dužini oko 2 cm, obložena mahovinom, tretirana s 1% kalijevim-B-indol acetatom i omotana plastičnom folijom (te su metode zakorjenjivanja poznate u cvjećarstvu kao margotiranje). Istim je postupkom postignuto zakorjenjivanje jednogodišnjih izbojaka, koji su prethodno premazani heteroauksinskom pastom (2,5 grama indol-octene kiseline u 100 grama lanolina). Izbojci, prekriveni rahlom zemljom do dubine od 15 cm, već tokom ljeta počinju zakorjenjivanjem (Jensen 1940). Scholz je (1960) također, povaljivanjem na dubinu od 10 cm jednogodišnjih i dvogodišnjih izbojaka, iz panjeva u dobi od 6, 10 i 19 godina, dobivao vrlo uspješne rezultate.

O uspješnom zakorjenjivanju zelenih reznica obične breze tretiranjem heteroauksinima prvi su izvjestili Meurman & Pohjanheimo (1940). Najbolji rezultati dobiveni su koncentracijom od 0,005% B-indol octenom kiselinom, tretiranjem tokom 24 sata. Johnson (1951) preporučuje indolil derivate octene i maslačne kiseline, 10-20 ppm kroz 12-24 sata ili alternativno u otopini s 5-15 mg heteroauksina na cm<sup>3</sup>. Na taj su način postignuti vrlo dobri rezultati u Institutu za šumarsku genetiku u Göttingenu. Reznice su pikirane na dubinu 2-4 cm, u male plastične kontejnere ispunjene s 1/3 perlita na vrhu, prenesene u staklenik na temperaturu 22-25 °C i orošavane svaki sat nekoliko sekundi. Upotrijebivši dva hormonalna sredstva, Floramon (NAA) i Rhizopon (IBA), Lepisto je (1970) dobio prosječno zakorjenjivanje od 33%, za juvenilne ortete s kojih su reznice skupljane u razdoblju od ožujka do srpnja. Reznice su pikirane u mješavinu treseta i pijeska u omjeru 1:1. Temperatura supstrata bila je 10°C. Vegetativno razmnožavanje provedeno je u Švedskoj na Šumarskom fakultetu u Stockholmu s reznicama od mladih sadnica obične breze uzgajanih u stakleničkim uvjetima. Nije primijećena razlika u zakorjenjivanju reznica s obzirom na njihov položaj kada je rađeno s ortetama u dobi do 5 godina starosti (Alden i dr. 1977). Međutim, utjecaj topofizisa bio je evidentan kod šestogodišnje ramete iz sekundarnog razmnožavanja klona, kod kojega su reznice iz gornjega dijela krošnje bile 17%, a one iz donjeg dijela 58% zakorijenjene.

Istraživanjima u Poljskoj (Janson 1978; Janson & Wcislińska 1982) o utjecaju dobi orteta na zakorjenjivanje, kod obične breze utvrđeno je kod orteta do 5 godina prosječno zakorjenjivanje od 40%, a kod adulta od 17 godina svega 10% primjenom IAA (50 mg/l). S mladim ortetama, uzgajanim u plasteniku i

zakorjenjivanjem njihovih zelenih ljetnih reznica, postignut je 90% uspjeh (N i i r a - n e n 1980). Reznice su pikirane u smjesu šljunka i treseta, tretirane s IBA i održavane u kontroliranim uvjetima. Mlade ortete, upotrebljavane za razmnožavanje reznica u Finskoj, uzgajane su također u kontroliranim uvjetima plastenika na konstantnoj temperaturi od 20-25 °C i vlažnosti od 90%. Veličina reznice nije imala signifikantnog utjecaja na zakorjenjivanje, dok su primjenom različitih hormonalnih sredstava dobivene razlike. Primjenom IAAK (kalijeve soli indol octene kiseline) zakorijenjeno je 89% reznica dok je tretiranjem s NAA (naftil octenom kiselinom) taj uspjeh bio slabiji - 73% (T e r v o n e n 1981). Prosječno zakorjenjivanje reznica s orteta u dobi 2-4 godine upotrebom IBA/Benomyl bilo je 39% (S p e t h m a n n 1982). Najbolji rezultati dobiveni su reznicama uzetim u razdoblju od sredine do kraja lipnja (63%).

Breze mogu biti uspješno cijepljene upotrebom više različitih metoda, bilo na otvorenom ili u plateniku. J o h n s s o n (1974) za uspješno cijepljenje preporučuje dvogodišnje i trogodišnje podloge, a kao metodu postrano cijepljenje, cijepljenje pod koru ili cijepljenje bocom u stakleniku. U eksperimentima kontrolirane hibridizacije vrlo je uspješno primjenjena metoda cijepljenja pomoću boce, gdje je obavezna upotreba posude s vodom u koju je uronjen donji dio plemke. Skupljene cvjetne grane majčinskih stabala bile su dužine 60-70 cm, zarezane na 15-20 cm od baze po dužini 5-8 cm. Na tom su mjestu priljubljene (ablaktacija) na podlogu, 20-30 cm od zemlje. Zatim je to mjesto povezano i premazano cjeparskim voskom. Slobodan kraj plemke uronjen je u posudu s vodom. Tu je metodu uveo J e n s e n (1940), a primjenjivao ju je i W e t t s t e i n - W a s t e r h e i m (1952). Metoda je međutim opisana i ilustrirana još 1592. godine u djelu »Giardino di Agricoltura« autora M a r c a B u r s a t u s a, štampanom u Veneciji.

Uspješno cijepljenje metodom postranog spajanja u stakleniku obavljeno je na Šumarskom institutu u Pragu siječnja 1962. godine (V a c l a v 1963). Cijepljeno je ukupno 28 plus stabala obične breze na dvogodišnje podloge iste vrste, od kojih se uspješno primilo 26 cijepova. Tokom šezdesetih godina nastavljeno je s cijepljenjem plus stabala obične breze pa su uspješno osnovane klonske sjemenske plantaže od 24 klona, s više od pet stotina rameta.

Kod breze je primjenjivano i okuliranje - cijepljenje pupoljkom. Za okuliranje se može uzeti spavajući ili aktivni, prorastajući pupoljak. K a c h e je (1938) okulirao aktivnim pupom, s T rezom na podlozi, tokom lipnja, pa je pup mogao početi rasti za nekoliko tjedana i uspješno lignificirati do početka zime. Tehnika okuliranja je brza, rana je mala i brzo zarašćuje, a rast cijepa u mladosti je vrlo intenzivan.

Za tehnike kulture biljnog tkiva služe za rast različiti dijelovi biljnog tkiva i stanica u aseptičkim uvjetima, a posljednjih su godina usavršene kao značajne biološke metode. Prva je regeneracija kod obične breze urađena od eksplantata izbojka mlade sadnice (H u h t i n e n & Y a h y a o g l u 1974). Kod nas se također intenzivno radilo na regeneraciji biljaka obične breze, pa je dobivena proliferacija kalusa, a zatim i regeneracija adventivnih izdanaka na segmentima korijena obične breze (B e s e n d o r f e r i dr. 1989), kao i regeneracija biljaka (B e s e n d o r f e r i dr. 1990).

## DOSTIGNUĆA U VEGETATIVNOM RAZMNOŽAVANJU CRNE JOHE ACHIEVEMENTS IN THE VEGETATIVE PROPAGATION OF THE BLACK ALDER

Sposobnost tjeranja izbojaka iz panja i spontano zakorjenjivanje izbojaka poznato je kod crne johe kao način vegetativne reprodukcije već dugo godina. Vegetativno razmnožavanje primijenjeno je tek upotrebom autovegetativnog i heterovegetativnog načina makropropagacije crne johe.

Prvo uspješno razmnožavanje reznicama obavio je *Larsen* (1946) sa zelenim (nelignificiranim) reznicama kod više vrsta šumskog drveća. Koristio se mladim ortetama crne johe, koje su tretirane sa 100 ppm IBA (indol maslačne kiseline), a dobiveni su zadovoljavajući rezultati zakorjenjivanja rezničkog materijala. Mlade ortete uzgajane u plasteniku pod kontroliranim uvjetima dale su dobar uspjeh u postotku zakorjenjivanje reznica. Reznički materijal s iste ramete mogao se uzimati putem »headginga« u kontroliranim uvjetima, pa je postotak zakorjenjivanja kod prvog uzimanja reznica bio 58% u dobi od 6 mjeseci. S istih su se rameta reznice zatim uzimale u dobi od 8 mjeseci i zakorjenjivale su se u postotku od 83%, a kod trećeg uzimanja reznica, u dobi od 10 mjeseci, 96% rezničkog materijala se uspješno zakorijenilo. Tako je kod crne johe kontinuirano dobivano od 100 do 200 reznica po rameti tijekom 15 mjeseci ortete (*Alden* i dr. 1977). Pod istim uvjetima radilo se na autovegetativnom razmnožavanju crne johe i u Finskoj, gdje su reznice s juvenilnih orteta uzgajane u plasteniku od nelignificiranih izbojaka i tretirane s IBA. Reznice su pikirane u smjesu šljunka i treseta, u omjeru 1:1, u kontroliranim uvjetima zračne vlage i temperature, a uspjeh njihova zakorjenjivanja bio je do 92%. Upotrebom različitih sredstava za zakorjenjivanje *Tervonen* je (1981) utvrdio značajne razlike u postotku zakorjenjivanja: primjenom IAA – 90%, a primjenom NAA svega 52%. Koncentracije su bile 500 i 800 ppm, a sve mlade ortete uzgajane su u plasteniku pri temperaturi od 20–25 °C i zračnoj vlazi od 90%. *Janson* je (1988) preporučio za uspješno zakorjenjivanje zelenih nelignificiranih reznica crne johe primjenu koncentracije od 0,1–0,2% IBA (indol maslačne kiseline).

Prvo uspješno heterovegetativno razmnožavanje provedeno je cijepljenjem dodirom (ablaktacijom), metodom cijepjenja pomoću boce. Prvo izvještavanje o radu tom metodom, s prosječnim uspjehom primitka do 25%, objavio je *Eklund* (1944). Tijekom 1965. godine metoda priljublivanja primijenjena je u Finskoj, gdje je od 321 cijepa uspješno primljeno 98 (30%).

Intenzivnijim radovima na osnivanju klonskih sjemenskih plantaža u Hrvatskoj utvrđene su optimalne metode cijepjenja kod crne johe.

Za osnivanje klonskih sjemenskih plantaža služe fenotipski najbolja stabla, selekcionirana u plus sastojinama (sjemenskim bazama) i zatim cijepljena. *Vidaković* i *Krstinić* (1984) pri osnivanju klonskih sjemenskih plantaža u Posavini i Podravini, u terensko-operativnim radovima opredijelili su se za metodu postranog cijepjenja. Upotrijebili su dobro razvijene jednogodišnje ili dvogodišnje izbojke iz gornje trećine krošnje, s 1–2 dobro razvijena lisna pupa. Kao podloge za cijepljenje uzeli su dobro razvijene jednogodišnje biljke, koje su cijepili nisko, dok su podloge u dobi 1 + 1 cijepili na sredini visine biljke, jer je stabljika u donjoj polovici mnogo deblja od plemke. Cijepljenje pri samom vrhu podloge pokazalo se manjkavim zbog relativno velike srži u podlozi i mekoće tog dijela biljke. Uspjeh cijepjenja

primarnim izbojcima je relativno malen (do 14%), što se tumači negativnim utjecajem velike količine fenola u tkivu crne joha. Korištenjem sekundarnih izbojaka (s uzgojenih cijepljenih biljaka) uspjeh cijepjenja se može povećati i do 40%. Plus stabla se mogu razmnožavati autovegetativno serijskim razmnožavanjem reznica, uzimanih s cijepova, s povećanjem uspjeha zakorjenjivanja pasažama.

Također su primijenjene najnovije metode u reprodukciji iz jedne stanice ili tkiva preko kulture tkiva u uvjetima »in vitro«, od čega se razmnožavaju i diferenciraju stanice u kulturi. Na hranjivoj podlozi, uz različite tretmane, postiže se razmnožavanje stanica njihovom diferencijacijom u smislu kloniranja danog organizma, odnosno stvaranja genetski istovjetnih kopija u odnosu na selekcioniranje. O prvoj uspješnoj regeneraciji mladih sadnica crne joha izvijestio je Brown (1981). Mikropropagacija i uspješna multiplikacija klonova crne joha, koji su kasnije inokulirani sa selekcioniranim sojevima actinomiceta *Frankia sp.*, provedene su u Petawawa National Forestry Institute u Kanadi (Tremblay & Lalonde 1984; Perinet & Tremblay 1987).

## MATERIJAL I METODE RADA MATERIAL AND WORKING METHOD

Sva istraživanja opisana u ovom radu provedena su u plasteniku i rasadniku Katedre za šumarsku genetiku i dendrologiju Šumarskog fakulteta u Zagrebu u razdoblju od 1983. do 1989. godine. Za autovegetativno razmnožavanje obične breze uzete su reznice s mladih orteta sijanaca, u dobi od 3 do 8 godina, zatim s adultnih stabala od 15 do 40 godina te reznice s primarno zakorijenjenih adultnih klonova (iz prve pasaže) serijskim razmnožavanjem. Za razmnožavanje reznicama adultnih stabala obične breze također su upotrijebljene reznice s cijepljenih starih stabala i reznice s izbojaka iz panja kod 30-godišnjih stabala. Crna joha je autovegetativno razmnožena reznickim materijalom mladih orteta od jedne i dvije godine i s adultnih stabala od 48 do 90 godina serijskim razmnožavanjem (u pasažama) rameta, koje su primarno zakorjenjivane reznicama od cijepljenih adultnih plus stabala.

Za heterovegetativno razmnožavanje obične breze selekcionirana su stabla na području NPŠO Dotrščina, koja su imala od 15 do 35 godina. Stabla su selekcionirana s obzirom na njihov volumni prirast i pravnost debla. Plemke sa selekcioniranih stabala bile su s vrha krošnje zbog utjecaja topofizis efekta, a skupljene su tijekom zime ili ranog proljeća u dormantnom stanju. Zbog rasta stabala u sklopu (krošnja samo pri vrhu), s vrha krošnje je uziman i materijal, koji je upotrijebljen za pokus autovegetativnog razmnožavanja. Crna joha je heterovegetativno razmnožavana plemkama od selekcioniranih plus stabala iz populacija Podravine i Posavine, a cijepjenje je obavljeno u rasadnicima »Batinska« u Đurđevcu i »Gaj« u Kutini. Pri autovegetativnom razmnožavanju reznice su skidane s orteta neposredno prije njihova tretiranja i pikiranja u supstrat. Kod obje vrste radilo se sa zelenim (uzimane tokom lipnja mjeseca) i dormantnim (uzimane za vrijeme mirovanja vegetacije) reznicama. U nekim eksperimentima odvojene su reznice uzete s vrha i donjeg dijela izbojka (vršne i s baze izbojka). Također je posebno naznačeno ako su reznice uzimane s vrha ili donjih dijelova krošnje, i to samo kod većine adultnih orteta, jer je kod juvenilnog materijala teško odvojiti reznice s obzirom na položaj u krošnji. Reznice korištene u pokusima zakorjenjivanja bile su dužine 7-10 cm, obično s po

dva dobro razvijena pupa. Donji dio reznice odrezan je oštrim nožem (skalpelom) pod malim kutom, da bi mjesto prereza bilo duže, a rez oštar, načinjen u jednom potezu. Lisna površina reznice obično je bila prikraćivana radi smanjivanja transpiracije. Reznice su zatim tretirane stimulatorima zakorjenjivanja – IBA (indol maslačnom kiselinom) i IAA (indol octenom kiselinom). Netretirane reznice su bile kontrola. Reznice crne johe tretirane su koncentracijom od 4 000 ppm IBA, koja je u ranijim pokusima davala uspješne rezultate. Pri zakorjenjivanju obične breze upotrijebljena je koncentracija od 4 000 ppm IBA, a 800 ppm primjenom IBA i IAA. Donji dio reznice tretiran je 5 sekundi hormonalnim sredstvom i pikiran izravno na gredicu u plasteniku. Supstrat, u koji su reznice pikirane na dubinu od 1,5 do 2 cm, obično je bio smjesa od pijeska, zemlje, perlita i treseta u omjeru 2:2:1:1.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA RESULTS AND DISCUSSION

### Heterovegetativno razmnožavanje obične breze Heterovegetative propagation of the Silver Birch

Za heterovegetativno razmnožavanje selekcionirano je ukupno 11 stabala obične breze. Od 6 orteta, s ukupno 120 postranih cijepova, primljeno je 66, odnosno uspješnost cijepjenja je 55% (tab. 1). Primitak plemki po klonovima bio je između

Red. br.	Dznaka ortete	Dob ortete (god./yrs)	Cijepljenje s jednogodišnjim pleškama Grafted with one years scions			Cijepljenje s dvogodišnjim pleškama Grafted with two years scions			Ukupno Total		
			Cijepljeno plemki Grafted scions (kom/no.)	Priljeno plemki Taken scions	%	Cijepljeno plemki Grafted scions (kom/no.)	Priljeno plemki Taken scions	%	Cijepljeno plemki Grafted scions (kom/no.)	Priljeno plemki Taken scions	%
1.	Dot 1	35	10	4	40	10	2	20	20	6	30
2.	Dot 2	20	10	9	90	10	7	70	20	16	80
3.	Dot 3	20	10	7	70	10	5	50	20	12	60
4.	Dot 4	15	10	8	80	10	4	40	20	12	60
5.	Dot 5	15	10	7	70	10	5	50	20	12	60
6.	Dot 6	15	10	3	30	10	5	50	20	8	40
Ukupno/Total			60	38	63	60	28	47	120	66	55

Tab. 1. Cijepljenje adultnih stabala obične breze jedno- i dvogodišnjim pleškama -  
 Grafted adult trees of the Silver Birch with one- and two years old scions

30 i 80%. Cijepljenje je izvršeno jednogodišnjim i dvogodišnjim pleškama. Iako je u prosjeku cijepjenje jednogodišnjim pleškama dalo bolje rezultate (63%) nego s dvogodišnjim (47%), testiranjem u testu razlika proporcija nisu dobivene statistički signifikantne razlike. Za uspješno heterovegetativno razmnožavanje obične breze, metodom postranog cijepjenja, mogu se upotrijebjavati jednogodišnje i dvogodišnje plemke, uzimane s gornje trećine krošnje. Primijenjena metoda postranog cijepjenja dala je također vrlo dobre rezultate i u *Vaclavovim* (1963) istraživanjima pri osnovanju klonskih sjemenskih plantaža obične breze u Čehoslovačkoj.

Postrano cijepjenje primijenjeno je i pri heterovegetativnom razmnožavanju 11 orteta obične breze, a plemke su sa svake ortete cijepjene visoko i nisko na debalcu podloge (tab. 2). Primitak cijepova bio je od 0% kod ortete Dot 9 do 94% kod

Red. br.	Oznaka orteta	Dob orteta (god./yrs)	Cijepljenje nisko na podlozi Grafted lower on stock			Cijepljenje visoko na podlozi Grafted higher on stock			Ukupno Total		
			Cijepljeno plemki Grafted scions	Primljeno plemki Taken scions	%	Cijepljeno plemki Grafted scions	Primljeno plemki Taken scions	%	Cijepljeno plemki Grafted scions	Primljeno plemki Taken scions	%
No.	sign		(kop./no.)			(kop./no.)			(kop./no.)		
1.	Dot 1	35	16	7	44	16	5	31	32	12	37
2.	Dot 2	20	25	17	68	31	30	97	56	47	84
3.	Dot 3	20	22	9	41	22	17	77	44	26	59
4.	Dot 4	15	23	15	65	23	15	65	46	30	65
5.	Dot 5	15	20	13	65	20	16	80	40	29	72
6.	Dot 6	15	12	3	25	12	6	50	24	9	37
7.	Dot 9	15	6	0	0	6	0	0	12	0	0
8.	Dot 12	20	3	2	67	3	3	100	6	5	83
9.	Dot 13	20	6	5	83	12	12	100	18	17	94
10.	Dot 14	20	6	5	83	12	12	100	18	17	94
11.	Dot 21	20	6	4	67	12	9	75	18	13	72
Ukupno/Total			145	80	55	169	125	74	314	205	65

Tab. 2. Cijepljenje adultnih stabala obične breze -  
Grafted adult trees of the Silver Birch

orteta Dot 13 i Dot 14. Takve izrazite razlike u uspjehu cijepljenja upućuju na genotipsku varijabilnost sposobnosti primitka cijepa kod određenih genotipova (orteta) obične breze.

Evidentno je i bolje primanje plemki s orteta u dobi od 20 godina (u prosjeku 81%) od onih od 35 godina (37%). Od četiri ortete, koje su imale 15 godina, prosječno se primilo 58% (od 0 - 72%) cijepova. Budući da nije uspjelo cijepljenje jedne od orteta u dobi od 15 godina, vidi se izraziti genotipski karakter uspješnosti cijepljenja pojedinih klonova u odnosu na negenetski utjecaj dobi orteta.

Eksperimentima je utvrđena razlika u primitku cijepova u cijepljenju visoko na podlozi (74%) i plemki cijepljenih nisko na podlozi (55%). Testom signifikantnosti razlika proporcija dobivene su statistički značajne razlike na razini od 1% u korist cijepljenja visoko na debalcu podloge. Na veću uspješnost primjene postranog cijepljenja visoko na debalcu podloge vjerojatno utječe debljina kore, jer donji dijelovi podloge imaju mnogo deblju koru. Tako je kambijalni sloj u gornjim dijelovima na razmaku koji odgovara jednogodišnjim i dvogodišnjim plemkama u primjeni metode postranog cijepljenja.

Obična breza se može uspješno cijepiti metodom postranog cijepljenja visoko na debalcu podloge primjenom jednogodišnjih i dvogodišnjih plemki.

### Heterovegetativno razmnožavanje crne johe Heterovegetative propagation of the Black Alder

Heterovegetativno razmnožavanje selekcioniranih adultnih plus stabala crne johe obavili su prof. dr. M. Vidaković i prof. dr. A. Krstinić pri osnovanju klonskih sjemenskih plantaza u Podravini i Posavini. Podaci o selekcioniranim stablima i uspjeh cijepljenja primarnim i sekundarnim plemkama prikazani su u tablicama 3 i 4.

Kod podravske provencijencije postotak primanja primarnih reznica bio je između 2 i 35%, sekundarnih između 0 i 43%, odnosno u prosjeku 15% i 17%. Na

Tab. 3. Selekcionirana i cijepljena plus stabla crne johe iz Podravine -  
 Selected and grafted plus trees of the Black Alder from Podravina

Ornaka ortete Ortetes sign	Porijeklo Origin	Dob Age (godâ) (yrs)	Totalna visina Total height		Prsni promjer D.b.h.		Cijepljeno podloga Grafted scions		Primljeno cijep. Taken scions		pr. se.	pr. se.
			(m)	(cm)	(cm)	(cm)	(kom/no.)	(kom/no.)				
1.	Kupinje,16b	60	30	43	40	22	20	4	11	33	18	
2.	Kupinje,16a	60	29	40	37	52	5	11	6	21	6	
3.	Kupinje,16b	60	29	37	83	33	7	2	8	6	6	
4.	Crni jarci,10a	70	31	45	94	-	14	-	15	-	-	
5.	Prelož.berek,36	90	33	49	60	-	3	-	5	-	-	
6.	Crni jarci,9b	70	32	45	80	-	10	-	12	-	-	
7.	Prelož.berek,36	90	31	43	60	-	21	-	35	-	-	
8.	Kupinje,16b	60	30	47	60	-	2	-	3	-	-	
9.	Crni jarci,10b	70	30	46	80	43	2	2	2	2	3	
10.	Prelož.berek,37	60	30	37	60	60	10	8	16	13	13	
11.	Crni jarci,2a	70	32	45	60	27	6	4	10	15	15	
12.	Crni jarci,2a	70	31	39	60	-	8	-	13	-	-	
13.	Prelož.berek,37	60	30	44	60	-	18	-	30	-	-	
14.	Prelož.berek,41e	48	24	36	60	22	2	2	33	9	9	
15.	Crni jarci,9b	70	31	49	60	35	7	3	11	9	9	
16.	Crni jarci,9b	70	31	42	60	65	14	17	23	26	26	
17.	Crni jarci,2a	70	31	39	60	80	8	13	13	16	16	
18.	Prelož.berek,40	60	27	35	80	14	8	6	10	43	43	
19.	Prelož.berek,41e	48	24	34	60	10	2	3	3	33	33	
20.	Prelož.berek,37	60	32	41	60	16	2	0	3	0	0	
21.	Prelož.berek,42	48	25	32	60	-	18	-	30	-	-	
22.	Prelož.berek,40	60	29	37	60	-	4	-	6	-	-	
23.	Prelož.berek,41e	48	25	31	60	15	5	5	8	33	33	
24.	Prelož.berek,41e	48	23	32	80	-	15	-	20	-	-	
25.	Prelož.berek,42	48	24	37	60	40	8	4	13	10	10	
26.	Crni jarci,8b	70	33	47	60	-	19	-	31	-	-	
27.	Crni jarci,7b	70	32	47	80	-	10	-	12	-	-	
28.	Crni jarci,7b	70	32	46	80	38	8	3	10	8	8	
29.	Crni jarci,5b	70	30	37	80	78	24	18	30	23	23	
30.	Prelož.berek,37	60	29	39	60	16	1	6	2	37	37	
31.	Crni jarci,7b	70	32	45	62	14	5	2	8	14	14	
32.	Prelož.berek,36	60	31	47	60	-	17	-	28	-	-	

pr. = primarne plemke (sa selekcioniranih stabala/primary scions(from selected trees)  
 sa. = sekundarne plemke (od cijepova)/secondary scions (taken from grafts)

uspjeh cijepjenja utjecale su izuzetno loše atmosferske prilike neposredno nakon cijepjenja (niske temperature, mrazovi i snijeg).

Pri cijepjenju selekcioniranih stabala posavske provenijencije primarnim reznicama primljeno je od 0 do 14%, ili u prosjeku 7%. Pri cijepjenju sekundarnim izbojcima, radi povećanja postojeće klonske sjemenske plantaže, primljeno je između 27 i 80%, ili u prosjeku 54%.



Tab. 4. Selektionirana i cijepljena plus stabla crne johe iz Posavine -  
 Selected and grafted plus trees of the Black Alder from Posavina

Oznaka ortete sign	Porijeklo Origin	Dob Age (god.) (yrs)	Totalna visina Total height		Prsni promjer D.b.h.	Cijepljeno podloga Grafted scions		Primljeno cijepova Taken scions		%
			(m)	(cm)		pr.	se.	pr.	se.	
1.	Popovata, 41	52	22	32	69	25	8	12	12	48
2.	Popovata, 41	52	21	35	66	25	9	18	14	72
3.	Popovata, 41	52	23	33	61	-	0	-	0	-
4.	Popovata, 41	52	23	37	69	25	8	13	12	52
5.	Popovata, 41	52	23	35	66	25	8	12	12	48
6.	Popovata, 41	52	22	37	60	25	8	12	13	48
7.	Popovata, 41	52	22	34	61	25	2	13	3	52
8.	Popovata, 41	52	21	33	61	25	7	12	11	48
9.	Popovata, 41	52	22	30	61	25	4	12	6	48
10.	Popovata, 41	52	20	32	61	25	1	15	2	60
11.	Popovata, 41	60	24	39	61	25	2	14	3	56
12.	Popovata, 40	60	22	50	65	25	2	10	3	40
13.	Popovata, 40	60	24	37	61	15	7	12	11	80
14.	Popovata, 40	60	23	31	61	15	2	9	3	60
15.	Popovata, 40	60	23	34	66	15	4	6	6	40
16.	Popovata, 40	60	23	36	62	15	4	6	6	40
17.	Popovata, 40	60	25	36	61	15	2	11	3	73
18.	Popovata, 40	60	24	37	63	15	3	7	5	47
19.	Popovata, 40	60	25	33	61	15	5	5	8	33
20.	Popovata, 40	60	26	37	66	15	3	6	4	40
21.	Popovata, 40	60	24	33	68	15	6	7	9	47
22.	Popovata, 40	60	23	34	61	15	2	12	3	80
23.	Popovata, 40	60	24	39	61	15	5	7	8	47
24.	Novoselec, 112	75	26	37	61	15	7	9	12	60
25.	Novoselec, 112	75	25	37	61	-	2	-	3	-
26.	Novoselec, 112	75	26	39	69	15	8	4	12	27
27.	Novoselec, 112	75	26	37	63	15	7	10	11	67
28.	Novoselec, 112	75	25	35	61	15	6	6	10	40
29.	Novoselec, 112	75	28	45	71	15	3	10	4	67
30.	Novoselec, 112	75	26	27	61	25	1	17	2	68
31.	Novoselec, 112	75	25	39	64	35	5	24	8	69

pr. = primarne plemke (sa selektioniranih stabala)/primary scions (from selected trees)  
 se. = sekundarne plemke (od cijepoval)/secondary scions (taken from grafts)

Uzrok tako malom postotku primanja, smatraju autori (Vidaković & Krstinić 1984), u prvom redu je loša kvaliteta reznica (tanke, sa slabim pupovima) i nepravovremeno čišćenje podloga od živića.

Povremeno obrezivanje podloge (pinciranje) pokazalo se kao važan činilac koji bitno utječe na primitak cijepova. Pinciranje treba obavljati od momenta cijepjenja

pa do konačnog odstranjenja dijela podloge iznad mjesta cijepjenja.

Nije primijećeno da je kod mlađih orteta, u dobi od 48 do 60 godina, veći uspjeh cijepjenja od orteta u dobi 60 do 90 godina. Na uspjeh cijepjenja bitno je međutim utjecala izrazita genotipska varijabilnost između klonova. Od ukupnog broja selekcioniranih plus stabala crne johe razmnoženo je, postotno izraženo, 94% plus stabala. To je neobično važno s aspekta udjela klonova i njihova uspješnog razmnožavanja za klonske sjemenske plantaže te očuvanje genofonda, odnosno velikog dijela njezine prirodne varijabilnosti.

Iz tablica 3. i 4. vidi se da je uspjeh cijepjenja istih klonova sekundarnim izbojcima bio značajno veći u usporedbi s primarnim plemkama. Na taj bi se način znatno povećao udio broja rameta kod klonova koji pokazuju mali postotak primanja primarnih plemki pri heterovegetativnom razmnožavanju crne johe. Relativno mali uspjeh cijepjenja tumači se negativnim utjecajem velike količine fenola u tkivu crne johe. Cijepjenja pri samom vrhu podloge također je manjkavo zbog relativno velike srži u podlozi i mekoće tog dijela stabljike. Uspjeh cijepjenja plus stabala kod podravske i posavske provenijencije potvrdio je veliku genetsku varijabilnost između klonova unutar svake populacije.

### Autovegetativno razmnožavanje obične breze Autovegetative propagation of the Silver Birch

#### *Klonska varijabilnost i utjecaj dobi orteta na zakorjenjivanje reznica – Clonal variability and the effects of ortet age on the rooting of cuttings*

Autovegetativno razmnožavanje juvenilnih dvogodišnjih i trogodišnjih orteta obične breze imalo je prosječni uspjeh zakorjenjivanja zelenim reznicama, tretiranim s 4 000 ppm IBA od 18% (tab. 5). Zakorjenjivanje reznica s 10 dvogodišnjih orteta imalo je prosječan uspjeh od 2-43%, a sa 16 trogodišnjih orteta zakorijenilo se od 0-38% reznica. Varijabilnost u uspjehu zakorjenjivanja između tih 26 klonova upućuje na genotipske razlike na razini klona, gdje je potencijal zakorjenjivanja bio 0-43%.

Kod pet adultnih klonova obične breze, u dobi od 25 godina, iskazale su se izrazitije međuklonske razlike u sposobnosti zakorjenjivanja sekundarnim zelenim reznicama iz druge pasaže, tretiranih također s 4 000 ppm IBA (tab. 6). Dva klona se nisu zakorijenila, dok su ostali imali prosjek od 20 do 60%.

Kod juvenilnih orteta od 26 klonova obične breze samo jedan se nije zakorijenio, dok se od pet adultnih klonova, razmnoženih sekundarnim reznicama, dva nisu zakorijenila (tab. 5. i 6.).

Klonska varijabilnost zakorjenjivanja obične breze primarnim rezničkim materijalom imala je bitan utjecaj na uspjeh, a utvrđena je i u drugim istraživanjima (Janson & Wcislińska 1982; Spethmann 1982). Utvrđeno je da sa starošću orteta pada sposobnost zakorjenjivanja, a potencijal zakorjenjivanja reznica, kod određenih genotipova, dobiva na većoj važnosti kod adultnih klonova.

Eksperimentom autovegetativnog razmnožavanja obične breze, uz primjenu različitih koncentracija i različitih sredstava za zakorjenjivanje, najveći postotak zakorjenjivanja utvrđen je, također, kod mlađih orteta do 8 godina (sijanci i sekundarno razmnoženi klonovi od rameta do 8 godina). Adultni klonovi, razmnožavani primarnim reznicama, reznicama s cijepova adultnih stabala i reznicama

Tab. 5. Autovegetativno razmnozavanje obične breze -  
 Autovegetative propagation of the Silver Birch

Red. br.	Oznaka kлона Clone sign	Dob ortete Age of ortetes (god./yrs)	Položaj reznice na izbojku Position of cuttings on sprout						Ukupno Total
			vršni / from the top			bazni / from the base			
			Pikiranano Planted	Zakori- jenjeno Rooted	%	Pikiranano Planted	Zakori- jenjeno Rooted	%	
1.	B 3		5	1	20	1	0	0	17
2.	B 4		4	1	25	-	-	-	25
3.	B 11		25	5	20	22	0	0	11
4.	B 12		21	1	5	5	0	0	4
5.	B 14	2	25	2	8	25	1	4	6
6.	B 15		26	1	4	14	0	0	2
7.	B 16		11	2	18	10	1	10	14
8.	B 17		67	25	37	50	9	18	29
9.	B 18		10	5	50	4	1	25	43
10.	B 19		30	5	17	30	7	23	20
Ukupno/Total			224	48	21	161	19	12	17
11.	B 1		12	1	8	3	1	33	13
12.	B 2		14	5	36	11	3	27	32
13.	B 3		15	4	27	8	0	0	17
14.	B 4		11	2	18	2	2	100	31
15.	B 5		7	1	14	6	4	67	38
16.	B 6		6	2	33	5	1	20	27
17.	B 7		10	0	0	3	0	0	0
18.	B 8	3	7	3	43	2	0	0	33
19.	B 9		19	4	21	7	0	0	15
20.	B 10		18	2	11	9	1	11	11
21.	B 11		7	2	28	-	-	-	28
22.	B 12		15	1	7	3	1	33	11
23.	B 13		5	1	20	2	0	0	14
24.	B 14		8	2	25	4	1	25	25
25.	B 15		5	1	20	1	0	0	17
26.	B 16		16	2	12	10	0	0	8
Ukupno/Total			175	33	19	76	14	18	19
Sveukupno/Sum total			399	81	20	237	33	14	18

Red. br.	Oznaka kлона Clone sign	Dob orteta Age of ortetes (god./yrs)	Dob raseta Age of ortetes (god./yrs)	reznice s vrha izbojka cuttings from the top of sprout			reznice s baze izbojka cuttings from the base of sprout			Ukupno Total		
				Pikiranano Planted	Zakori- jenjeno Rooted	%	Pikiranano Planted	Zakori- jenjeno Rooted	%	Pikiranano Planted	Zakori- jenjeno Rooted	%
				(koa/no.)			(koa/no.)			(koa/no.)		
1.	Br 1	25	6	22	8	36	17	0	0	39	8	20
2.	Br 19	25	6	10	6	60	-	-	-	10	6	60
3.	Br 4	25	6	8	0	0	-	-	-	8	0	0
4.	Br 11	25	6	9	0	0	-	-	-	9	0	0
5.	Br 10	25	6	12	5	42	10	2	20	22	7	32
Ukupno/Total				61	19	31	27	2	7	88	21	24

Tab. 6. Autovegetativno razmnozavanje adultnih klonova obične breze -  
 Autovegetative propagation adult trees of the Silver Birch

uzimanim s izbojaka iz panja, zbog procesa moguće rejuvenilizacije stabala konačnog fenotipa imali su mnogo slabije rezultate zakorjenjivanja. Genotipovi s povoljnim rezultatima zakorjenjivanja reznicama s cijepova adultnih stabala imali su, također, potencijal zakorjenjivanja i primarnim reznicama.

Utjecaj dobi orteta na zakorjenjivanje reznica obične breze utvrđen je i u istraživanjima koje su proveli Janson (1978), Janson & Wcislińska (1982), a najbolji rezultati dobiveni su kod klonova do 5 godina (40%).

Iz rezultata se vidi da sposobnost zakorjenjivanja pada sa starošću orteta, da je klonska varijabilnost velika i sve više ovisi o genetskoj predispoziciji za to svojstvo. Adultni klonovi koji imaju potencijal zakorjenjivanja imaju uspjeha s primarnim reznicama, s reznicama uzimanim od cijepljenih rameta istog klona, a uspješno je i zakorjenjivanje njihove kontrole (netretirane reznice). Kod starih stabala klonski utjecaj za sposobnost zakorjenjivanja ima presudnu ulogu za uspješnost autovegetativnog razmnožavanja.

#### *Utjecaj položaja reznice na izbojku na njezino zakorjenjivanje – Influence on the rooting capacity of the position of a cutting on an offshoot*

S obzirom na položaj reznice na izbojku izrazite su razlike u zakorjenjivanju reznica juvenilnih orteta s vršnog (0–50%) i baznog dijela (0–100%). Iz tablice 5. vidi se da su se reznice s vrha izbojka prosječno bolje zakorijenile (20%) od reznica s baze izbojka (prosječno 14%). Evidentna je sposobnost pojedinih klonova da se bolje zakorjenjuju, ali su razlike izražene i kod istog klona, upotrebom reznica s različitim položajima na izbojku.

Kod pet adultnih klonova uspjeh zakorjenjivanja sekundarnih reznica s vrha izbojka bio je 37% prema prosjeku od 7% baznih reznica (tab. 6).

Zakorjenjivanje vršnih reznica je uspješnije zbog veće koncentracije endogenih supstancija zakorjenjivanja u terminalnim pupovima (Hartman & Kester (1983). Na bolji postotak zakorjenjivanja reznica s vršnog izbojka utječe i njihova prednost u odnosu na bazne reznice, što nemaju otvoreni gornji rez, koji omogućuje lakše inficiranje gljivičnim bolestima tijekom procesa zakorjenjivanja.

#### *Utjecaj različitih koncentracija i različitih sredstava na zakorjenjivanje reznica – Effects of various concentration and agents on the rooting of cuttings*

Utjecaj različitih koncentracija i različitih sredstava za zakorjenjivanje, kod orteta u dobi od 3 do 8 godina, primijenjenih na zelenim reznicama tijekom 1987. i 1988. godine, prikazan je u tablici 7. Koncentracija 800 ppm IBA (indol maslačne kiseline) bila je uspješnija pri zakorjenjivanju reznica obične breze, prosječno 19%, prema 10% zakorijenjenih reznica pri koncentraciji 4000 ppm istog sredstva. U primjeni IAA (indol octene kiseline) dobiveni su ukupno slabiji rezultati od primjene IBA, ali je tu koncentracija od 800 ppm bila nešto uspješnija (9%) od

Dob orteta Age of ortetes (god/years)	IBA				IAA				Kontrola Control						
	800 ppm		4000 ppm		800 ppm		4000 ppm		Plantated	Rooted	%				
	Pikirano Planted (nos./no.)	Zakori- jenjeno Rooted (nos./no.)	Pikirano Planted (nos./no.)	Zakori- jenjeno Rooted (nos./no.)	Pikirano Planted (nos./no.)	Zakori- jenjeno Rooted (nos./no.)	Pikirano Planted (nos./no.)	Zakori- jenjeno Rooted (nos./no.)	Plantated	Rooted	%				
3 - 7	-	-	210	27	13	-	-	-	210	16	8	210	10	5	
4 - 8	160	30	19	100	7	7	95	9	9	-	-	160	0	0	
3 - 8	160	30	19	310	34	10	95	9	9	210	16	8	370	10	2

Tab. 7. Utjecaj različitih koncentracija i sredstava na zakorjenjivanje reznica obične breze – Effects of various concentration and hormones on the rooting of cuttings for the Silver Birch

koncentracije 4 000 ppm (8%). Uspjeh zakorjenjivanja reznica tretiranih stimulatorima zakorjenjivanja bio je također mnogo uspješniji – 11,6% prema netretiranim reznicama (kontrola) – svega 1,3%.

Testom signifikantnosti razlika proporcija dobivena je signifikantna razlika na razini od 1% u korist zakorjenjivanja reznica korištenjem koncentracije od 800 ppm, bilo primjenom IBA ili IAA. Primjena koncentracije od 800 ppm hormonalnog sredstva IBA također je signifikantno različita na razini od 5% prema koncentraciji od 4 000 ppm IBA.

Najbolje rezultate u zakorjenjivanju obične breze Tervonen je (1981) dobio primjenom koncentracije od 500 i 800 ppm IAA, a i drugi autori navode primjenu nižih koncentracija (Janson 1978; Niiranen 1980). Uspjeh zakorjenjivanja reznica tretiranih hormonima (IBA ili IAA) statistički je značajno različit na razini od 1% prema netretiranim reznicama, koje su služile kao kontrola.

Prema dobivenim rezultatima značajno poboljšanje u razmnožavanju reznicama obične breze možemo očekivati pri primjeni indol maslačne kiseline (IBA) u koncentraciji od 800 ppm prema drugim koncentracijama i hormonima zakorjenjivanja.

*Utjecaj broja pasaža na zakorjenjivanje rameta adultnih klonova obične breze – Effects of the number of passages on the rooting of adult clone rametes for the Silver Birch*

Postotak zakorjenjivanja sekundarnih reznica s rameta adultnih stabala obične breze mnogo je veći od zakorjenjivanja primarnih reznica. Pet adultnih klonova obične breze, u dobi od 25 godina, imalo je prosječan uspjeh od 24% pri zakorjenjivanju sekundarnih reznica s njihovih rameta, koje su imale šest godina (tab. 6). Dva se klona nisu zakorijenila, dok su ostali imali prosjek zakorjenjivanja od 20 do 60%.

Znatno povećanje zakorjenjivanja sekundarnih reznica, kod klonova adultnog stadija obične breze, postignuto je tretmanom serijskog razmnožavanja reznicama u pasažama. Uspješnije razmnožavanje sekundarnim reznicama adultnih stabala obične breze od prosječno 24% dobiveno je u odnosu na rezultate razmnožavanja primarnim reznicama od svega 2% kod pojedinih genotipova.

Sekundarnim reznicama razmnožavani su klonovi obične breze koji su, makar i u malom postotku, uspješno reproducirani iz primarnih reznica. Zbog toga je potrebno uključiti u primarno razmnožavanje adultnih klonova velik broj orteta da bi se genotipovi s potencijalom zakorjenjivanja uspješno dalje reproducirali metodom serijskog razmnožavanja. Da bi se postigla optimalna smjesa divergentnih genotipova, radi osnivanja proizvodnih nasada, nužno je, u selekciji stabala konačnog fenotipa, odabrati genotipove koji imaju dobar potencijal zakorjenjivanja reznica radi daljega uspješnog sukcesivnog razmnožavanja u pasažama.

## AUTOVEGETATIVNO RAZMNOŽAVANJE CRNE JOHE AUTOVEGETATIVE PROPAGATION OF THE BLACK ALDER

*Klonska varijabilnost i utjecaj dobi orteta na zakorjenjivanje reznica – Clonal variability and the effects of ortet age on the rooting of cuttings*

Juvenilne jednogodišnje ortete crne johe, zakorjenjivale su se zelenim reznicama, s uspjehom od 0 do 100% po klonu, ili u prosjeku 39%. Reznice s dvogodišnjih

orteta zakorjenjivale su se, zavisno od klona, od 0 do 57%, prosječno 24%. Sve zakorijenjene reznice tretirane su s 4000 ppm IBA. Dormantne reznice, s jednogodišnjih orteta, imale su također dobar uspjeh, od prosječno 40% (0-100%, zavisno od klona), a s dvogodišnjih prosječno 11% (0-43% po klonu).

Evidentno je da crna joha ima znatan potencijal zakorjenjivanja juvenilnih orteta, iako je vrlo izražena klonska varijabilnost te sposobnosti.

Adultna stabla crne johe podravske i posavske provenijencije sekundarnim autovegetativnim razmnožavanjem postigla su značajno poboljšanje zakorjenjivanja stabala konačnog fenotipa. S jednogodišnjih i dvogodišnjih rameta adultnih stabala klonska je varijabilnost zakorjenjivanja zelenih reznica bila od 0 do 100%, u prosjeku 83% kod podravske i 61% kod posavske populacije (tab. 8. i 9). Dormantne su reznice imale slabiji uspjeh, u prosjeku 24% za obje populacije.

Tab. 8: Autovegetativno razmnožavanje crne johe podravske populacije zelenim reznicama -  
 Autovegetative propagation of the Black Alder from Podravina with summer cuttings

Red. br.	Oznaka klona	Dob ortete	Dob ramete	Položaj reznice na izbojku						Ukupno %
				Position of cuttings on sprout			Position of cuttings on sprout			
No.	Clone sign	Age of ortetes (god/yrs)	Age of rametes (god/yrs)	vršni / from the top	bazni / from the base					Total %
				Pikiranano reznica Planted cuttings (kon/no.)	Zakorijenjeno Rooted cuttings (kon/no.)	%	Pikiranano reznica Planted cuttings (kon/no.)	Zakorijenjeno Rooted cuttings (kon/no.)	%	
1.	Đu 7	90		1	0	0	2	2	100	67
2.	Đu 11	70		1	0	0	1	1	100	50
3.	Đu 14	48	1	2	1	50	2	2	100	75
4.	Đu 22	60		5	5	100	7	5	71	83
5.	Đu 25	48		4	2	50	5	0	0	22
6.	Đu 30	60		8	6	75	4	3	75	75
Ukupno/Total				21	14	67	21	13	62	64
7.	Đu 21	48		23	20	87	21	20	95	91
8.	Đu k1	50	2	29	27	93	19	17	89	92
9.	Đu k2	50		23	21	91	25	19	76	83
Ukupno/Total				75	68	91	65	56	86	89
Sveukupno/Sua total				96	82	85	86	69	80	83

Uspješnije zakorjenjivanje juvenilnih prema adultnim ortetama crne johe utvrdili su Saul & Zuffa (1982). Zakorjenjivanje reznica juvenilnih orteta može iznositi i do 92% (Niiranen 1980).

Sposobnost zakorjenjivanja primarnih reznica znatno opada sa starošću orteta, pa bi se za uspješno razmnožavanje adultnih stabala ramete crne johe trebale prethodno cijepiti, a zatim serijski razmnožiti u pasažama.

Zakorjenjivanje adultnih i juvenilnih klonova crne johe pokazalo je signifikantno značajne razlike na razini od 1% u korist juvenilnih orteta, koje su imale prosječan uspjeh zakorjenjivanja od 45,6%, a sekundarno razmnoženi adulti prosječno 14,2%. Smanjena sposobnost zakorjenjivanja adultnih stabala glavni je problem uspješnog zakorjenjivanja reznicama stabala konačnog fenotipa.

Prema rezultatima istraživanja problem autovegetativnog razmnožavanja adultnih stabala crne johe (konačnog fenotipa) mogao bi se riješiti serijskim razmnožavanjem da se primarne reznice uzmu s njihovih cijepljenih rameta. Takvim sukcesivnim autovegetativnim razmnožavanjem ujedno se značajno povećava postotak zakorjenjivanja porastom broja pasaža. Iako genotipske razlike sposobnosti zakorjenjivanja između klonova reduciraju njihov broj, upotrebom većeg broja klonova s potencijalom zakorjenjivanja mogla bi se postići povoljna klonska smjesa za korištenje kao dopuna generativnom načinu razmnožavanja.

Tab. 9. Autovegetativno razmnožavanje crne joha posavske populacije zelenim reznicama -  
Autovegetative propagation of the Black Alder from Posavina with summer cuttings

Red. br.	Ozniaka klona sign	Dob ortete (god./yrs)	Dob ramete (god./yrs)	Položaj reznice na izbojku Position of cuttings on sprout						Ukupno Total %
				vršni / from the top			bazni / from the base			
				Pikirano reznica Planted cuttings (kom./no.)	Zakori-jenjeno Rooted cuttings (kom./no.)	%	Pikirano reznica Planted cuttings (kom./no.)	Zakori-jenjeno Rooted cuttings (kom./no.)	%	
1.	Ku 5	52		1	1	100	1	1	100	100
2.	Ku 7	52		11	5	45	8	5	62	53
3.	Ku 11	60		1	0	0	-	-	-	0
4.	Ku 12	60		1	1	100	-	-	-	100
5.	Ku 17	60	1	1	1	100	1	1	100	100
6.	Ku 18	60		3	1	33	3	2	67	50
7.	Ku 22	60		2	2	100	2	2	100	100
8.	Ku 23	60		1	0	0	1	1	100	0
9.	Ku 30	75		5	4	80	4	4	100	89
10.	Ku 31	75		5	0	0	1	0	0	0
Ukupno/Total				31	15	48	21	16	76	60
11.	Ku 7	52		32	10	31	32	20	62	47
12.	Ku 9	52		17	14	82	15	15	100	91
13.	Ku 23	60	2	22	12	54	21	9	43	49
14.	Ku 24	75		20	19	95	20	18	90	92
15.	Ku 28	75		23	8	35	12	7	58	43
16.	Ku 30	75		15	7	47	18	14	78	64
Ukupno/Total				129	70	54	118	83	70	62
Sveukupno/Sum total				160	85	53	139	99	71	61

### *Utjecaj različitih fungicida na zakorjenjivanje juvenilnih orteta – Effects of various fungicides on the rooting of cuttings of the Black Alder*

Juvenilne jednogodišnje i dvogodišnje ortete crne johe bile su uspješno zakorjenjene upotrebom zelenih i dormantnih reznica, koje su sve tretirane s 4 000 ppm IBA. Ispitivano je preventivno djelovanje sistemskih fungicida širokog spektra (Benlate, Ronilan), kao zaštitnih sredstava protiv gljivičnih bolesti radi indirektnog pozitivnog djelovanja na zakorjenjivanje reznica. U pokusu s dormantnim reznicama, uzimanim s jednogodišnjih orteta podravske provenijencije, postotak zakorjenjivanja bio je, zavisno od tretiranja fungicidima, u prosjeku 12; (Ronilan/Benlate) do 65% (Benlate) i sredstvo za zakorjenjivanje. Po klonu i tretiranju pikirano je od 1 do 11 dormantnih reznica od ukupno 30 klonova obiju provenijencija. Klonska varijabilnost zakorjenjivanja bila je 0–73%. Obje provenijencije pokazuju unutarpopulacijsku varijabilnost različitih genotipova u zakorjenjivanju reznica.

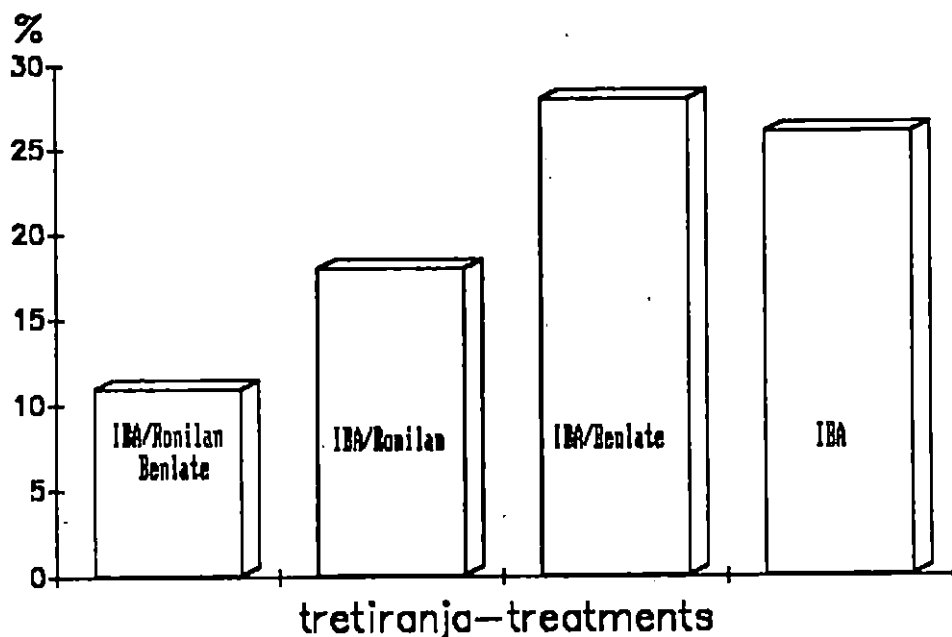
Pokus sa zelenim reznicama proveden je, također, s jednogodišnjim ortetama podravske populacije te rezničkim materijalom dvogodišnjih orteta podravske i posavske populacije. Od fungicida kod zelenih reznica je primjenjivan samo Benlate uz kontrolu (reznice tretirane samo s IBA, koncentracije 4 000 ppm). S jednogodišnjih orteta podravske provenijencije pikirano je ukupno 30 klonova s 2–9 reznica po klonu. Uspjeh zakorjenjivanja zelenih reznica s jednogodišnjih orteta, s obzirom na tretiranje fungicidom (40%) i kontrole (38%), nije se bitno razlikovao, iako su razlike između klonova bile od 0 do 100%. Zakorjenjivanje zelenih reznica s dvogodišnjih orteta podravske provenijencije bilo je prosječno s istim uspjehom od 22%, bilo da su tretirane Benlateom ili kod kontrole, tretirane samo s IBA od 22%. Kod posavske provenijencije bilo je minimalno bolje zakorjenjivanje (27%) kod kontrole nego kod tretiranih Benlateom (26%).

Sve reznice tretirane su s 4 000 ppm IBA i različitim fungicidima. U prosjeku je zakorjenjivanje jednogodišnjih i dvogodišnjih orteta bilo od 10,8%, u primjeni oba fungicida – Ronilan/Benlate, 18,8% u primjeni Ronilana i 26,7% kod kontrole koja je tretirana samo hormonom IBA. Najveći postotak zakorjenjivanja dobiven je tretiranjem reznica Benlateom – 28,6% (sl. 1). Testom signifikantnosti razlika proporcija nije dobivena statistički značajna razlika zakorjenjivanja reznica tretiranih samo auksinom (kontrola) i tretiranih i fungicidom. Prosjek zakorjenjivanja reznica tretiranih hormonalnim sredstvom i fungicidom bio je 23,32% dok su se reznice tretirane samo hormonom prosječno zakorjenjivale s 28,57%. U ovom slučaju to pokazuje da nije svrsishodna upotreba fungicida kod juvenilnih orteta crne johe. Nesignifikantne razlike dobivene su također u tretiranju reznica juvenilnih orteta hrasta lužnjaka Benomylom, kao i u zakorjenjivanju reznica između ranog i kasnog hrasta lužnjaka (B o r z a n i dr. 1983).

### *Uporaba zelenih i dormantnih reznica te njihov utjecaj na zakorjenjivanje – Rooting of summer and winter cuttings as well as their influence on it*

Reznički materijal od individua juvenilnog stadija pokazao je, u eksperimentima, potencijal zakorjenjivanja upotrebom i zelenih i dormantnih reznica. Dormantne reznice jednogodišnjih i dvogodišnjih orteta imale su, u prosjeku, slabije zakorjenjivanje (20,35%) od zelenih reznica (30,00%). Uspjeh zakorjenjivanja zelenim reznicama bio je veći, u prosjeku, kod svih juvenilnih klonova podravske i posavske provenijencije prema dormantnim reznicama orteta jednake dobi.





Sl. 1 - Fig. 1 Utjecaj različitih fungicida na zakorjenjivanje reznica crne johe - Effects of various fungicides on the rooting of cuttings for the Black Alder

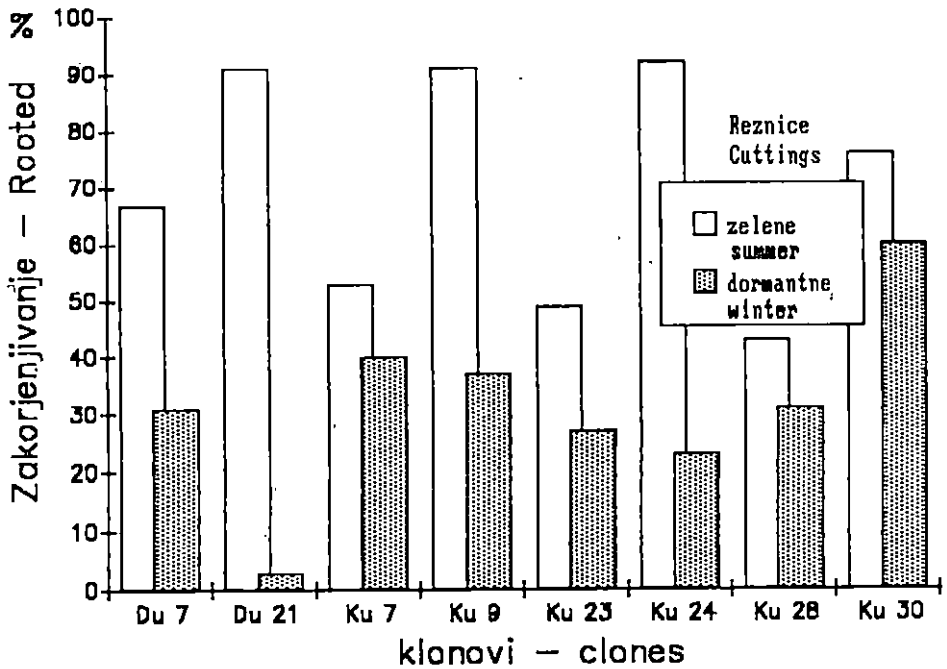
Prosjeck zakorjenjivanja sekundarnih zelenih reznica klonova podravske populacije bio je od 22 do 92% kod jednogodišnjih i dvogodišnjih rameta adultnih stabala crne johe (tab. 8). Klonovi posavske provenijencije zakorjenjivali su se zelenim reznicama s uspjehom od 0 do 100%, zavisno od klona (tab. 9). Uspjeh zakorjenjivanja dormantnih reznica drastično je manji od zakorjenjivanja zelenih reznica, a prosjek je bio od 1 do 60% po klonu (tab. 10). Na slici 2. prikazan je uspjeh zakorjenjivanja zelenih i dormantnih reznica s istih klonova.

Pokus postavljen sa sekundarnim razmnožavanjem rameta adultnih klonova crne johe, upotrebom dormantnih reznica s dvogodišnjih rameta posavske i podravske provenijencije, dao je slabije rezultate od zakorjenjivanja s zelenim reznickim materijalom. Prosječno zakorjenjivanje podravske populacije bilo je 19% (3-31% po klonu), a posavske 40% (klonska varijabilnost 23-60%), što je prikazano u tablici 10. Na temelju uspješnosti zakorjenjivanja zelenih i dormantnih reznica dobivene su i statistički značajne razlike na razini od 1% u korist zakorjenjivanja zelenih reznica. Zelene reznice crne johe bolje su se zakorjenjivale u istraživanjima provedenim s ortetama uzgajanim u plasteniku (Niiranen 1980), a takve rezultate sezonske promjenjivosti u zakorjenjivanju koreliraju s aktivnošću korijenskih promotora u biljnom soku, što su utvrdili Gestoi sur. (1977).

Genotipska uvjetovanost sposobnosti zakorjenjivanja reznicama iskazana je u varijabilnosti uspjeha razmnožavanja različitih klonova, dok je procjena negenetskog utjecaja, kod istih klonova s potencijalom zakorjenjivanja, procijenjena na bazi

Tab. 10. Autovegetativno razmnožavanje adultnih klonova crne joha dormantnim reznicama ( Dob rameta:2 godine) - Autovegetative propagation of the adult trees of Black Alder with winter cuttings (Rametes 2 years old)

Red. br. / No.	Populacija / Population	Oznaka klona / Clone sign	Dob orteta / Age of ortetes (god./yrs)	Položaj reznice na izbojku / Position of cuttings on sprout						Ukupno / Total %
				vršni / from the top			bazni / from the base			
				Pikirano reznica / Planted cuttings (kom./no.)	Zakori-jenjeno / Rooted cuttings (kom./no.)	%	Pikirano reznica / Planted cuttings (kom./no.)	Zakori-jenjeno / Rooted cuttings (kom./no.)	%	
1.		Đu 16	70	34	2	6	30	0	0	3
2.		Đu 1	60	32	4	12	32	0	0	6
3.		Đu 29	70	31	6	19	31	5	16	18
4.		Đu 31	70	36	0	0	35	1	3	1
5.		Đu 5	90	34	2	6	35	3	9	7
6.	Podravina	Đu 1	60	16	0	0	16	1	6	3
7.		Đu 7	90	16	5	31	16	5	31	31
8.		Đu 10	60	16	0	0	16	1	6	3
9.		Đu 19	48	16	0	0	16	1	6	3
10.		Đu 21	48	16	1	6	16	0	0	3
11.		Đu 32	60	16	1	6	16	0	0	3
Ukupno/Total				263	21	8	259	77	30	19
12.		Ku 7	52	30	14	47	30	10	33	40
13.		Ku 9	52	4	1	25	4	2	50	37
14.		Ku 21	60	16	8	50	8	6	75	58
15.		Ku 23	60	4	2	50	7	1	14	27
16.	Posavina	Ku 24	75	12	5	42	10	0	0	23
17.		Ku 28	75	5	2	40	8	25	25	31
18.		Ku 30	75	3	2	67	2	50	50	60
19.		Ku 32	75	5	5	100	8	25	25	54
Ukupno/Total				79	39	49	77	24	31	40
Sveukupno/Sum total				342	60	17	336	101	30	24



Sl. 2 - Fig. 2 Zakorjenjivanje zelenih i dormantnih reznica crne joha (2 god orteta 2 god.) - Rooting of summer and winter cuttings for the Black Alder (Ortetes 2 years old)

korelacije. Dobivena vrijednost rang korelacije od  $r = 0,05$ , pri zakorjenjivanju osam istih klonova upotrebom zelenih i dormantnih reznica, upućuje na izraziti utjecaj fiziološkog stanja reznice na uspješno zakorjenjivanje.

*Utjecaj položaja reznice na izbojku na zakorjenjivanje - Influence on the rooting capacity of the position of a cutting on an offshoot*

Zakorjenjivanje sekundarnih zelenih reznica adultnih stabala, s obzirom na položaj reznice na izbojku, bilo je, u prosjeku, 85% kod vršnih, a 80% kod reznica s baze izbojka za podravsku populaciju (tab. 8). Kod posavske provenijencije zakorijenilo se 53% vršnih i 71% baznih reznica (tab. 9). Dormantne sekundarne reznice zakorijenile su se s uspjehom od 8% (podravske) i 49% (posavske provenijencije), a one s baze 30 odnosno 31% (tab. 10).

Ukupan uspjeh zakorjenjivanja zelenih i dormantnih reznica s baze izbojka bio je veći (48%) od onoga s vrha (38%), što je rezultiralo i statistički značajnom razlikom na razini od 1% u testu signifikantnosti proporcija.

O uspješnijem zakorjenjivanju terminalnih (vršnih) reznica od onih s baze izbojka izvijestili su Martin & Guillot (1982). To je pripisano većoj koncentraciji endogenih supstancija zakorjenjivanja u terminalnim pupovima (Hartman & Kester 1975). Rezultati boljeg zakorjenjivanja baznih reznica kod adultnih

stabala crne johe ( u dobi od 48 do 90 godina starosti) mogu upućivati na postojanje uvrđenih više juvenilnih zona u dijelovima koji su bliže korijenskom sustavu (Passecker 1947).

*Utjecaj položaja reznice u krošnji na zakorjenjivanje – Influence on the rooting of the position of a cutting in a crown of tree*

Istraživano je autovegetativno razmnožavanje sekundarnim reznicama adultnih i primarnim reznicama juvenilnih klonova crne johe, uzimanim s obzirom na njihov položaj u krošnji. Uspješnost zakorjenjivanja adultnih klonova crne johe bila je od 1,5 do 30,0%, a prosječno, za svih šest klonova, 14,2% (tab. 11). Sekundarne reznice

Oznaka klona Clone sign	Dob orteta Age of ortetes	Dob rameta Age of rametes	Reznice s vrha krošnje Cuttings from the top of crown			Reznice s baze krošnje Cuttings from the top of crown			Ukupno Total		
			Pikirano reznica Planted cuttings (kom./no.)	Zakori- jenjeno Rooted cuttings (kom./no.)	%	Pikirano reznica Planted cuttings (kom./no.)	Zakori- jenjeno Rooted cuttings (kom./no.)	%	Pikirano reznica Planted cuttings (kom./no.)	Zakori- jenjeno Rooted cuttings (kom./no.)	%
Ku 30	75	4	34	6	17.6	36	8	22.5	70	14	20.0
Ku 9	52	4	32	0	0	34	1	2.9	66	1	1.5
Ku 18	60	4	35	14	40.0	35	7	20.0	70	21	30.0
Bu 25	48	4	35	4	11.4	35	0	0	70	4	5.7
Bu 30	60	4	33	2	6.1	36	8	22.2	69	10	14.5
Bu 22	60	4	35	4	11.4	35	5	14.3	70	9	12.9
Ukupno/Total			204	30	14.7	211	29	13.7	415	59	14.2

Tab. 11. Autovegetativno razmnožavanje adultnih klonova crne johe -  
 Autovegetative propagation of adult trees of the Black Alder

adultnih stabala uzimane su s četverogodišnjih rameta. Varijabilnost u postotku zakorjenjivanja adulta, osim na razini genotipa, pokazala se i u zakorjenjivanju reznica s vrha ili baze krošnje, ali puno manje. Prosječno su se reznice s vrha krošnje neznatno bolje zakorijenile (14,7%) od onih s baze (13,7%), što je uvjetovano upotrebom mladih rameta adultnih klonova. Zakorjenjivanje 6 juvenilnih orteta (trogodišnjih sijanaca) crne johe triju provenijencija (tab. 12) bilo je prosječno po klonu od 25 do 63,6%, a prosječno prema provenijencijama 47% kod podravske, 52% kod posavske i 53% kod francuske provenijencije. I tu su reznice s vrha krošnje, kod trogodišnjih orteta, imale bolji postotak zakorjenjivanja (56,9%) od onih iz baze krošnje (31,1%), a uvjetovano je još juvenilnim stadijem orteta kod kojih fiziološka zrelost još nije izražena.

Oznaka klona Clone sign	Dob orteta Age of ortetes	Dob rameta Age of rametes	Reznice s vrha krošnje Cuttings from the top of crown			Reznice s baze krošnje Cuttings from the top of crown			Ukupno Total		
			Pikirano reznica Planted cuttings (kom./no.)	Zakori- jenjeno Rooted cuttings (kom./no.)	%	Pikirano reznica Planted cuttings (kom./no.)	Zakori- jenjeno Rooted cuttings (kom./no.)	%	Pikirano reznica Planted cuttings (kom./no.)	Zakori- jenjeno Rooted cuttings (kom./no.)	%
Ku 24	3	9	6	66.7	10	3	30.0	19	9	47.4	
Ku 21	3	10	3	30.0	6	1	16.7	16	4	25.0	
Bu 12	3	8	5	62.5	3	2	66.7	11	7	63.6	
Bu 7	3	11	7	63.6	8	0	0.0	19	7	36.8	
F 7	3	10	5	50.0	8	6	75.0	18	11	61.1	
F 8	3	10	7	70.0	10	4	20.0	20	9	45.0	
Ukupno/Total			58	33	56.9	45	14	31.1	103	47	45.6

Tab. 12. Autovegetativno razmnožavanje juvenilnih orteta crne johe -  
 Autovegetative propagation of juvenile ortetes of the Black Alder

Očuvanje juvenilnih dijelova na starom stablu temelji se na ontogenetskom razvoju od baze prema vrhu adultnog stabla, što ujedno podrazumijeva i progresivno starenje meristema tokom rasta. Donji dijelovi su jevenilniji, što uključuje i veću sposobnost zakorjenjivanja. Rezultati dobiveni razmnožavanjem 6 adultnih klonova rametama druge pasaže, u dobi od 4 godine i juvenilnih orteta od 3 godine, daju minimalne razlike u uspjehu zakorjenjivanja reznica s baze ili vrha krošnje. To je zbog utjecaja još nerazvijenog stadija kod mladih orteta ili rameta serijskog razmnožavanja adulta. Uspješno zakorjenjivanje reznica adultnih stabala crne johe upućuje na mogućnost njihove multiplikacije procesima serijskog razmnožavanja s cijepova adultnih stabala. Čini se da tehnike serijskog razmnožavanja reznicama s cijepljenih adultnih klonova ne povećavaju samo postotak zakorjenjivanja već eliminiraju i efekte starenja, što se ogleda u i uspjehu njihova zakorjenjivanja, bez obzira na položaj u krošnji. Takvi rezultati mogu upućivati na povratak juvenilnog stadija i odgađanja fizioloških procesa starenja. Položaj reznica na krošnji nije imao utjecaj na razmnožavanje crne johe u dobi do 5 godina (Alden i dr. 1977), ali biva sve važniji s razvojem stadija zrelosti donora.

#### *Zakorjenjivanje orteta podravske i posavske provenijencije – Rooting of ortetes from Podravina and Posavina provenances*

Zakorjenjivanjem juvenilnih jednogodišnjih i dvogodišnjih orteta crne johe iskazana je značajna klonska varijabilnost za to svojstvo unutar svake provenijencije. Kod podravske populacije uspješno zakorjenjivanje dormantnim reznicama bilo je, zavisno od klona, od 0 do 65%, a kod posavske populacije od 0 do 73%. Razmnožavanjem zelenih reznica juvenilnih orteta dobivene su izrazite genotipske razlike unutar pojedine populacije. Zakorjenjivanjem jednogodišnjih i dvogodišnjih orteta podravske i posavske populacije dobivene su razlike između klonova od 0 do 100%.

Nisu utvrđene signifikantne razlike u sposobnosti zakorjenjivanja raznica između orteta podravske i posavske provenijencije. Reznice juvenilnih orteta crne johe podravske populacije imale su bolji prosjek zakorjenjivanja (28,38%) od reznica posavske provenijencije (20,67%). Razlika nije statistički signifikantna i ne upućuje na razlike sposobnosti zakorjenjivanja juvenilnih orteta crne johe tih dviju provenijencija.

Sekundarnim razmnožavanjem adultnih klonova crne johe dobivene su genotipske razlike sposobnosti zakorjenjivanja unutar svake populacije. Zelene sekundarne reznice podravskih klonova, u dobi od 48 do 90 godina, imale su prosječno zakorjenjivanje 83%, za zavisno od klona od 22 do 92% (tab. 8). Adultni klonovi posavske provenijencije imali su također znatan uspjeh zakorjenjivanja, prosječno 61%, a ovisno o klonu iznosilo je od 0 do 100% (tab. 9).

Razmnožavanjem adultnih klonova sekundarnim dormantnim reznicama dobio je prosječno bolji uspjeh kod posavske populacije od 40% prema podravskoj od 19%. Genetska varijabilnost između klonova bila je od 3 do 60% (tab. 10).

Značajne razlike potencijala zakorjenjivanja uočljive su između različitih genotipova unutar pojedine provenijencije, dok između tih dviju populacije nema značajnih razlika ni kod juvenilnih ni kod sekundarnih reznica adultnih stabala.

*Utjecaj broja pasaža na zakorjenjivanje i rast rameta kod adultnih klonova – Effects of the number of passages on the ramet growth for adult clones*

Povećanje uspjeha zakorjenjivanja reznica serijskim razmnožavanjem orteta u pasažama znatno utječe na sposobnost kloniranja adultnih stabala. Osim teškoća pri zakorjenjivanju rezničkog materijala s adultnih stabala postoje i problemi daljega rasta i razvoja rameta, koji su uvjetovani procesom starenja orteta. Sa starošću donora, osim brzine zakorjenjivanja i lošije kvalitete korijena, javlja se također i utjecaj topofizis efekta, što sve pogoršava formu i pravnost debla (Hood & Libby 1978). Kod starih orteta utvrđeno je također duže vrijeme potrebno za postizanje ortotropnog rasta, što je izbjegnuto serijskim razmnožavanjem, a mlađe ortete obične smreke bile su uspješno oslobođene topofizis i ciklofizis efekta (Wühlisch 1984). Tek sukcesivnim razmnožavanjem klonova obične smreke progresivno se gubi negativni geotropizam, kako je utvrdio Dietrichson (1981).

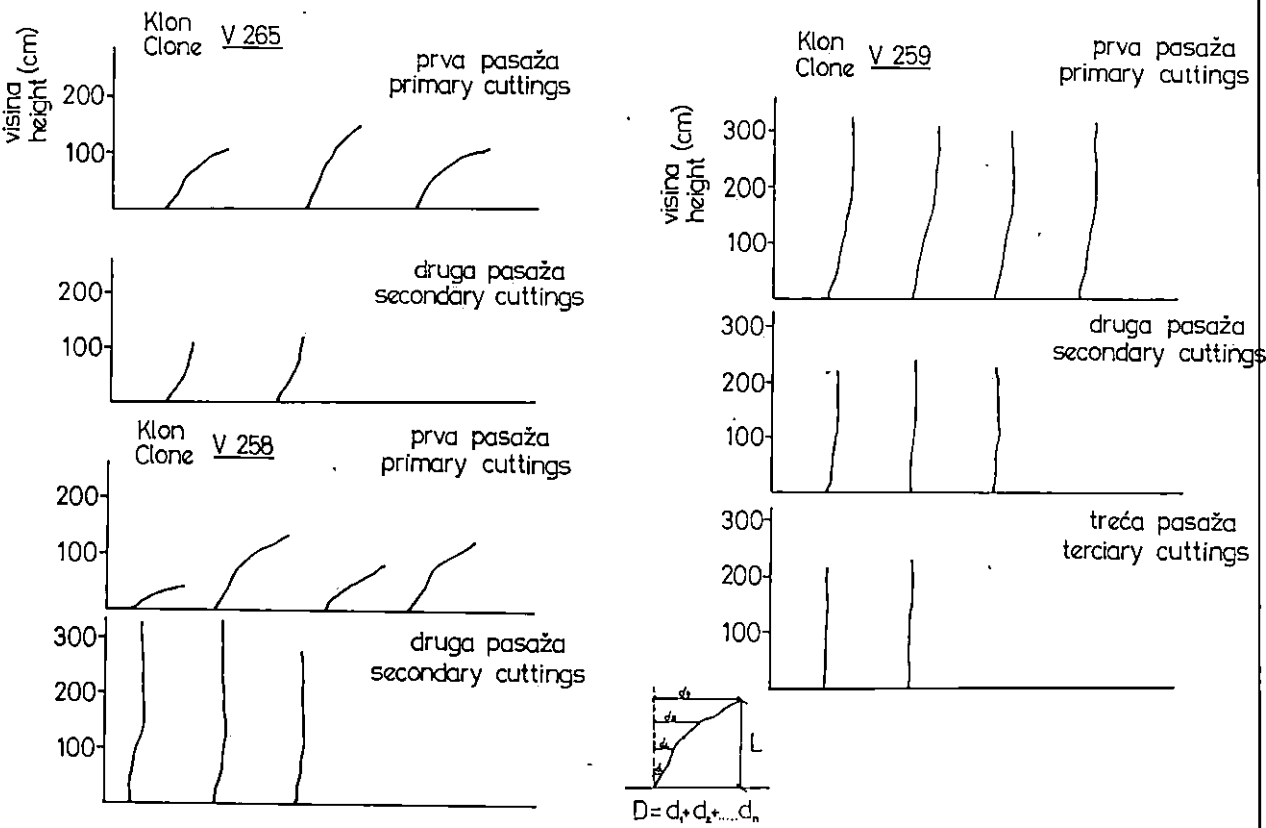
Tehnika uspješnosti povećanja postotka zakorjenjivanja pasažama potvrđuje koncept reverzibilnosti odnosa meristema i razvojnog stanja biljke, koji su prikazali Plantefol (1951) i Buvat (1955) o funkcioniranju apikalnog meristema. Metoda razmnožavanja je ujedno poboljšano fiziološko stanje orteta i onemogućeno smanjenje sposobnosti zakorjenjivanja reznica sa starošću orteta. Kod adultnih klonova crne johe također je utvrđeno poboljšanje ortotropnog rasta povećanjem broja pasaža (sukcesivnim razmnožavanjem) rezničkog materijala, uzetog primarno s cijepova selekcioniranih plus stabala.

Odstupanje od vertikalnog rasta kod klona V 258, u dvije pasaže, smanjilo se s 99 na 10%, dok je klon V 265, u dva sukcesivna razmnožavanja, imao slabiji trend smanjenja plagiotropnosti s 81,7 na 59%. Klon V 259, s najmanjim odstupanjem u prvoj pasaži od samo 19,5%, i u trećoj pasaži je odstupao od vertikalnog rasta minimalno, tj. 0,5% u odnosu na kontrolu, odnosno generativno potomstvo. Bez obzira na smanjenje odstupanja od vertikale kod svih klonova je povećanjem broja pasaža eliminacija plagiotropnog rasta bila pod utjecajem genotipa. Sukcesivnog razmnožavanja rameta, s cijepova adultnih klonova crne johe, poboljšalo je njihov ortotropan rast, iako različiti klonovi reagiraju različito na poboljšanje efekata vertikalnog rasta nizom pasaža (sl. 3). Klon V 265, s izrazitim plagiotrofnim rastom u prvoj pasaži, ima i mnogo slabije poboljšanje ortotropnog rasta u drugoj pasaži u odnosu na druga dva klona, što upućuje na izraziti genetski utjecaj. Zbog toga pri autovegetativnom razmnožavanju adultnih klonova crne johe treba voditi računa ne samo o potencijalu zakorjenjivanja određenog genotipa nego i o njegovu reagiranju na ortotropni rast i razvoj serijskim razmnožavanjem.

*Komparacija kloniranja obične breze i crne johe – Comparison in cloning between Silver Birch and the Black Alder*

Heterovegetativno razmnožavanje tih dviju vrsta, uz primjenu adekvatnih metoda, daje uspješne rezultate, što je prikazano i u radovima s crnom johom (Vidaković & Krstinić 1984) ili običnom brezom (Johnsson 1974; Vaclav 1974).

Autovegetativnim razmnožavanjem obiju vrsta evidentno su utvrđene značajne razlike u primjeni koncentracije sredstava za zakorjenjivanje. Najbolji rezultati kod obične breze postignuti su koncentracijom od 800 ppm, a kod crne johe koncentracijom od 4000 ppm.

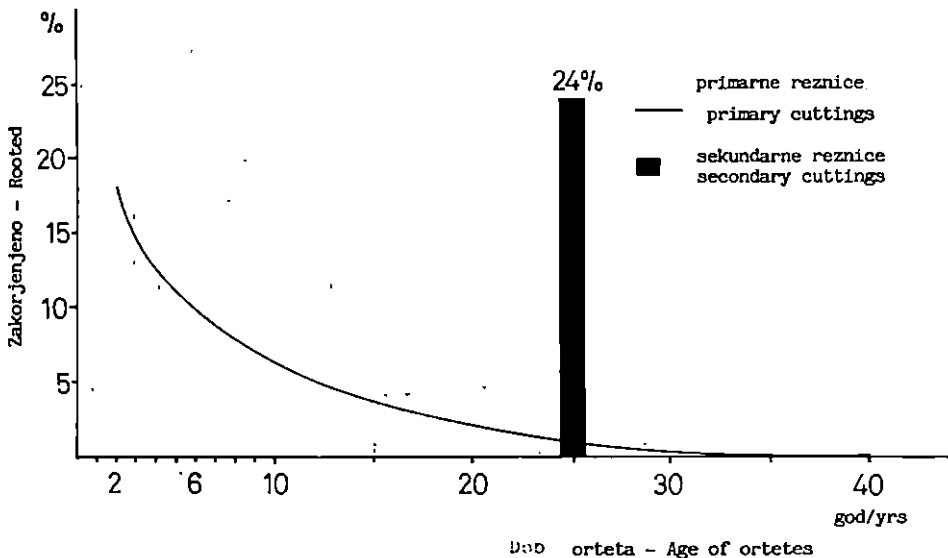


Sl. 3 - Fig. 3 Utjecaj broja pasaža na rast rameta adultnih stabala crne joha - Growth of repropagated cuttings taken from grafted adult trees of the Black Alder

Autovegetativno razmnožavanje tih vrsta, usprkos povećanoj efikasnosti, pokazuje da su to vrste s težim zakorjenjivanjem. Kompleksna fiziološka baza zakorjenjivanja obične breze i crne joha obuhvaća cijeli niz uzajamnih faktora – od dobi orteta, vremena skupljanja reznica, morfoloških faktora i tretiranja koji su u različitoj interakciji kod različitih genotipova. Autovegetativnim razmnožavanjem svakako je

omogućeno da se različitim tretmanom (cijepljenje – serijsko razmnožavanje reznica-  
 ma) postigne multipliciranje adultnih stabala i povećanje uspjeha zakorjenjivanja. Te  
 su tehnike dovele do poboljšanja vodnog statusa reznice, reduciranja količine  
 inhibitornih supstancija i povećanja metaboličnog udjela promotora rasta, što se  
 pokazalo kroz fiziološke procese koji bi ontogenetskim razvojem bili spriječeni. Ti  
 su uspjesi prihvatljivi primjenom u praksi, iako rejuvenilizaciju još nije moguće  
 definirati.

Iz grafičkog prikaza (sl. 4) vidi se utjecaj dobi orteta obične breze na njihov

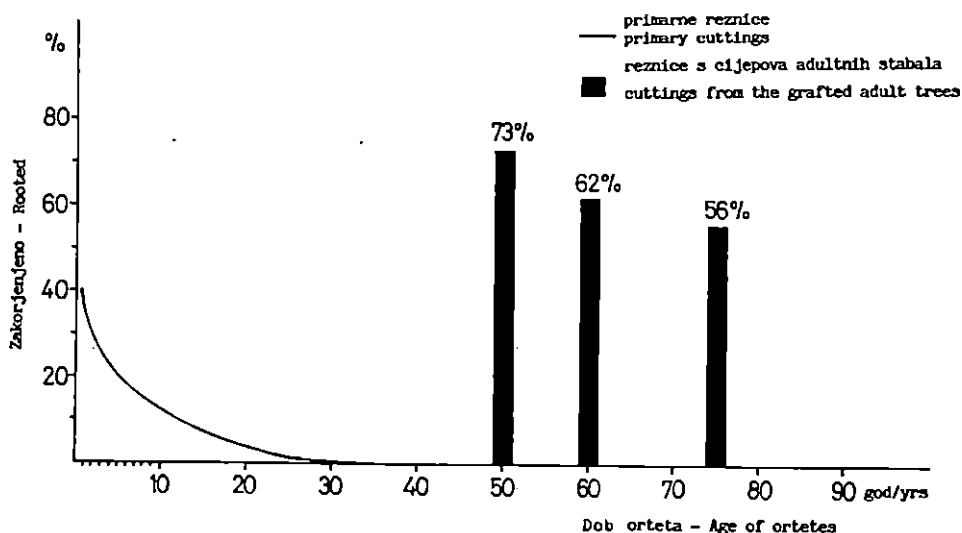


Sl. 4 - Fig. 4 Utjecaj dobi orteta i broja pasaža na zakorjenjivanje reznica obične breze - Effects of ortet age and number of passages on the rooting of cuttings of the Silver Birch

uspjeh zakorjenjivanja. Tako je srednji postotak uspjeha zakorjenjivanja juvenilnih klonova, koji imaju od dvije do tri godine, bio 19%, da bi s većom dobi rapidno opadao i sve više ovisio o klonskoj varijabilnosti sposobnosti zakorjenjivanja. Adultni klonovi obične breze od 25 godina imali su, u prosjeku, zakorjenjivanje primarnim reznica (prva pasaža) uspjeh svega 3%, što je uglavnom ovisilo o genotipu. Reznice, uzimane s primarno zakorijenjenih rameta adultnih klonova, sekundarnim razmnožavanjem zakorjenjivale su se prosječno s 24%, što je ne samo uspješno povećanje zakorjenjivanja nego i sposobnosti razmnožavanja stabala adultnog stadija.

Autovegetativnim razmnožavanjem klonova crna johe utvrđen je veći potencijal zakorjenjivanja, s obzirom na dob orteta, nego obične breze. Kod juvenilnih genotipova, u dobi od jedne do dvije godine, zakorjenjivanje je bilo prosječno 40%, kod onih od 30 godina smanjilo se na prosječno 4%, da bi se tek metodama procesa rejuvenilizacije, cijepljenjem i serijskim razmnožavanjem reznica postigao veći uspjeh zakorjenjivanja adultnih stabala (sl. 5). Uspjeh zakorjenjivanja primarnih





Sl. 5 - Fig. 5 Utjecaj dobi orteta i broja pasaža na zakorjenjivanje reznica crne joha - Effects of ortet age and number of passages on the rooting of cuttings of the Black Alder

reznica s cijepova adultnih plus stabala bio je kod pojedinih klonova maksimalno do 10% (prva pasaža), a razmnožavanjem sekundarnim reznicama taj se postotak značajno povećao (druga pasaža). Uspjeh zakorjenjivanja sekundarnim reznicama adultnih stabala, i u ovom slučaju, sa starošću dubjećih orteta imao je tendenciju opadanja. Adulti od 50 godina prosječno su se zakorjenjivali sa 73%, od 60 godina sa 62% i od 75 godina s 56%. Povećanje sposobnosti zakorjenjivanja crne joha uvjetovano je i uspješnim otklanjanjem negativnih efekata rasta (plagiotropnosti) povećanjem broja pasaža sukcesivnim razmnožavanjem reznicama.

## ZAKLJUČCI - CONCLUSIONS

1. Obična breza i crna joha može se uspješno klonirati makropropagacijom, i to autovegetativnim i heterovegetativnim razmnožavanjem.

2. Obična breza može se uspješno heterovegetativno razmnožavati metodom postranog cijepjenja. Za cijepjenje se mogu upotrijebiti jednogodišnje i dvogodišnje plemke. Bolji rezultati postižu se cijepljenjem plemki visoko na debalcu podloge.

3. Obična breza se najbolje autovegetativno razmnožavala primjenom koncentracije hormona od 800 ppm (IBA ili IAA), a najveći uspjeh zakorjenjivanja reznicama postignut je juvenilnim ortetama do 8 godina.

Autovegetativno razmnožavanje adultnih stabala primarnim reznicama dalo je rezultate samo kod određenih genotipova s dobrim potencijalom zakorjenjivanja. Zakorjenjivanje stabala konačnog fenotipa (adulta) može se znatno povećati upotrebom reznica s cijepjenih adultnih stabala, sukcesivnim razmnožavanjem njihovih rameta u pasažama ili upotrebom rezničkog materijala od izbojaka iz panja.

4. Selekcionirani adultni klonovi crne johe uspješno su heterovegetativno razmnožavani metodom postranog cijepjenja jednogodišnjim plenkama. Cijepljenjem sekundarnim plenkama, uzetim s primarnih cijepova, značajno je povećan primitak cijepova prema primarnim plenkama. Bolji su rezultati postignuti cijepljenjem nisko ili pri sredini dvogodišnjih podloga nego visoko na podlozi.

5. Najbolji rezultati razmnožavanja crne johe reznicama dobiveni su upotrebom koncentracije od 4 000 ppm IBA (indol maslačne kiseline). Autovegetativnim razmnožavanjem juvenilnih orteta crne johe, u dobi do dvije godine, dobiveni su uspješni rezultati sa zelenim i dormantnim reznicama.

Razmnožavanje adultnih stabala crne johe (50-90 godina) primarnim reznicama imalo je uspjeha samo kod određenih genotipova, usprkos većem potencijalu zakorjenjivanja te vrste od obične breze. To je postignuto tretmanima prethodnog cijepjenja i sukcesivnim (serijskim) razmnožavanjem reznicama proizvedenih rame-ta. Osim povećanja sposobnosti zakorjenjivanja sukcesivnim razmnožavanjem reznica u više pasaža, kod pojedinih klonova, eliminirana je pojava negativnog geotropizma (plagiotropnog rasta).

6. Tretiranje reznica sistemičnim fungicidima širokog spektra djelovanja nije se pokazalo djelotvornim na zakorjenjivanje reznica juvenilnih orteta crne johe prema netretiranim reznicama. Nisu utvrđene ni razlike u sposobnosti zakorjenjivanja crne johe između orteta podravske i posavske provenijencije.

7. Autovegetativnim razmnožavanjem reznicama obiju istraživanih vrsta utvrđen je izrazito smanjen uspjeh zakorjenjivanja s povećanjem dobi orteta.

8. Izrazite genotipske razlike u sposobnosti zakorjenjivanja reznica između klonova (genotipova) odlučujuće su za uspješno razmnožavanje kod juvenilnih orteta, a još više u adultnom stadiju. Genotipske razlike između klonova odlučujuće su i za uspješno heterovegetativno razmnožavanje obične breze i crne johe.

9. Tretiranjem hormonalnim sredstvima znatno je povećan uspjeh autovegetativnog razmnožavanja, osobito kod klonova koji imaju genetski potencijal zakorjenjivanja.

10. Kod obje istraživane vrste fiziološko stanje reznica bilo je vrlo značajno za sposobnost zakorjenjivanja. Evidentna je prednost upotrebe zelenih (nelignificiranih) prema dormantnim reznicama. Kod obične breze uspješnije su se zakorjenjivale reznice s vrha, a kod crne johe s baze izbojka.

## LITERATURA - REFERENCES

- Alden, T., I. Dormling, C. Ehrenberg, H. Kellerstam & S. Persson 1977: Some methods for vegetative propagation. Vegetative propagation of forest trees-physiology and practice. Symp. in Uppsala, Sweden, 43-54.
- Besendorfer, V., B. Kolevska-Pletikapić, D. Papeš & M. Krsnik-Rasol, 1989: Plant regeneration in the root callus culture of *Betula pendula* Roth. Biol. Vestn. 37: 13-22.
- Besendorfer, V., & B. Kolevska-Pletikanić, 1990: In vitro multiple shoot induction and plant regeneration in *Betula pendula*. Acta Bot. Croat. 49: 41-46.
- Blake, T. J., & C. V. Bentley, 1985: Clonal propagation of forest trees by rooting of cuttings. Proc. of the Joint IEA/Forestry energy programme and FAO/Cooperative network on rural energy forest energy Conference and Workshop on: Research in Forestry for Energy, Rungstedgaard, Denmark, October 28-30, 2-41.
- Borojević J., 1989: Mogućnost poboljšanja genetske kvalitete sadnica crne johe (*Alnus glutinosa* L.) putem selekcije po fenotipu i genotipu. Diplomaska radnja, 87 pp.

- Borzan, Ž., A. Krstinić, W. J. Libby & M. Vidaković, 1983: Zakorjenjivanje reznica ranog i kasnog hrasta lužnjaka. Glasnik za šum. pokuse 21:213-222.
- Brown, C. L., 1981: Application of tissue culture technology to production of woody biomass. IEA Report N. E. 1981: 18, National Swedish Board for Energy Source Development, 23 pp.
- Buvat, R., 1955: Le meristeme apical de la tige. L'anne.Biologique, Serie 3, T. 31: 595-656.
- Dietrichson, J., 1981: Ortet selection of Norway spruce at age seven, and ramet performance after six propagation cycles. Symp. on Clonal Forestry, Uppsala, Sweden, April 8-9, 57-64.
- Eklundh, C., 1944: Arsbattertelse over Forenigen for vaxtforadling av skogstrad verksamhet under ar 1943. Sylven, Svensk Papp Tidn. 47: 1-38.
- Frölich, H. J., 1957: Die autovegetative Vermehrung durch Luftblegerverfahren. Silvae Genetica 6.
- Hartmann, H. T., & D. E. Kester, 1975: Plant propagation principles and practices. Prentice-Hall Inc., New Jersey, 662 pp.
- Hood, J. V., & W. J. Libby, 1978: Continuing effecting of maturation state in radiata pine and a general maturation model. Proc. Propagation of Higher Plants through Tissue Culture. Tech. Inf. Gen. U. S. D. Energy, 220-232.
- Huhtinen, O., & Z. Yahyaoglu, 1974: Das feue Blühen von aus Kalluskulturen herangezogenen Pflanzchen bei der Birke (*Betula pendula* Roth.). Silvae Genetica 23: 32-34.
- Gesto, M. D. V., A. Vazquez & E. Vierez, 1977: Rooting substances in water extracts of *Castanea sativa* and *Salix viminalis*. Physiol. Plant. 40: 265-268.
- Glavač, V., 1960: Crna joha u posavskoj i podravskoj Hrvatskoj, s ekološkog, biološkog i šumsko-uzgojnog gledišta. Disertacija, Zagreb.
- Glavač, V., 1962: O visinskom rastu crne joha u dobi do 20 godina. Šumarski list 11/12: 413-421.
- Janson, L., 1988: Wegetarywne rozmnazanie drzew i krzewow. Panstwowe Wydawnintwo Rolnicze i Lesne, Waszawa, 160 pp.
- Janson, L., & B. Wcisłinska, 1982: Wplyw wieku, gatunku i klonu drzew matecznych brzozy na ukorzenianie sie zrzewow zielnych. Sylwan Nr 3: 23-28.
- Jensen, H., 1940: Flaskympningsmetoden och dess anvandbarhet inom Skogstradsforadlingen. Ibid. 45.
- Johnsson, H., 1951: Avkommeprovning av bjork-preliminara resultat fran unga forsoksplanteringar. Svensk Papperstidning 54.
- Johnsson, H., 1974: Genetic Characteristics of *Betula verrucosa* Ehrh. and *B. pubescens* Ehrh. Annales Forestales 6/4, JAZU, Zagreb, 133 pp.
- Jovanović, M., & A. Tucović, 1969: Neke odlike breza nastalih ukrstanjem vrsta breza sa različitim brojem hromozoma. Genetika 1/1.
- Kang, H., 1982: Components of a tree breeding plan. Proc. IUFRO Joint Meeting, Sensenstein, 119-135.
- Kleinschmit, J., 1983: Concepts and experiences in clonal plantations of conifers. Proc. of the 19<sup>th</sup> Meet. of the Can. Tree Improv. Assoc., Part 2, Toronto, August 22-26, 26-56.
- 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.
- Komlenović, N., & A. Krstinić, 1987: Među populacijska i unutar populacijska varijabilnost nekih provenijencija crne joha (*Alnus glutinosa* L. Gaertn.) u produkciji biomase i akumulaciji hraniva. Šum. list 10-12, 577-588.
- Krstinić, A., 1981: Problematika multiklonskih kultura stablastih vrba. Radovi 44, 119-125.
- Krstinić, A., & N. Komlenović, 1986: The Effect of Black Alder (*Alnus glutinosa* L. Gaertn.) on the Growth of White Willow (*Salix alba* L.) Clones. 18th IUFRO World Congress, Ljubljana, Division 2, Vol. II, 435-445.
- Krstinić, A., N. Komlenović & M. Vidaković, 1990: Selection of White Willow Clones (*Salix alba* L.) suitable for growing in mixed plantations with Black Alder (*Alnus glutinosa* L. Gaertn.) XIX World IUFRO Congress, Montreal, 20 p.
- Krstinić, A., Ž. Majer & D. Kajba, 1990: Utjecaj staništa i klona na produkciju drvne mase u kulturama stablastih vrba na dunavskim adama kod Vukovara. Šum. list 1-2, 45-62.
- Larsen, C. M., 1946: Experiments with soft-wood (non-lignified) cuttings of forest trees. Forstl Forsogsv. Danm. 17/2, 289-443.
- Lepistö, M., 1970: Results of propagation tests conducted with cuttings in 1970. Metsa ja Puu 12: 5-7.
- Libby, W. J., 1981: What is a safe number of clones per plantations? Proc. IUFRO Meet. on Genetics of Host-Pest Interaction. Wageningen, 342-360.
- Libby, W. J., 1983: Potential of clonal forestry. Proc. of 19<sup>th</sup> Meet. of the Can. Tree Improv. Assoc., Part 2, Toronto, August 22-26, 1-11.

- Libby, W. J., 1983: The clonal option. Norsk Institutt For Skogforskning, 1432 As-NLH, Norway, 32 pp.
- Libby, W. J., 1987: Testing for clonal forestry. Ann. Forest. 13(1-2):69-7, Zagreb.
- Martin, B., & J. Guillot, 1982: Quelques essais de bouturage de laulne. Ministere de l'Agriculture, Revue Forestiere Francaise 34, 381-391.
- Meurman, O., & O. Pohjanheimo, 1940: Experiments by Propagation of Birch from cuttings. State Horticult. Inst. Finland.
- Mlinšek, D., 1957: Rast in gospodarska vrednost črne jelše. Tisk Murska Sobota, 32 pp.
- Niiranen, J., 1980: Methods used in cutting propagation of forest trees in Finland. Silva Fennica 14: 59-62.
- Passecker, F., 1947: Entwicklungsphasen und vegetativ vermehrung horziger gewaschses. Sentbl. Ger. Forst. u. Holzw. 70, pp 270.
- Perinet, P., & F. M. Tremblay, 1987: Commercial micropropagation of five *Alnus* species. New Forests 3, Martinus Nijhoff Publ., 225-230.
- Plantefol, L., 1951: Phylloxera et point végétatif. Scientia 45e annee, 6e serie, 91-98.
- Raulo, J., & V. Koski, 1977: Growth of *Betula pendula* Roth. progenies in southern and central Finland. Suomenkielinen seloste: Rauduskoivujalkelaistojen kasvu Etela-ja Keski-Suomessa. Commun. Inst. For. Fenn. 90, 5, 39 pp.
- Rauš, Đ., 1975: Šuma crne joha (*Frangula - Alnetum glutinosae*, Rauš 1968) u bazenu Spačva. Šumarski list 11/12: 413-420.
- Rauš, Đ., & J. Vukelić, 1986: Vegetacijske i strukturne osobine fitocenoza obične breze (*Betula pendula* Roth.) na Psunju. Šumarski list 5/6: 177-187.
- Rauš, Đ., S. Matic, & B. Prpić, 1988: Istraživanja vegetacijskih i uzgojnih problema obične breze (*Betula pendula* Roth.) na području Slavonske Požege i Podravske Slatine. Stručni izvještaj, ZIS, Šumarski fakultet Zagreb, 16 pp.
- Robinson, T. L., & R. B. Hall, 1981: Approaches to European Alder Improvement. The 2nd North Central Tree Improv. Assoc. Meeting, Lincoln, 65-77.
- Saul, G. H., & L. Zsuffa, 1982: Vegetative Propagation of Alder (*Alnus glutinosa* L.) by Rooted Cuttings. Forest Research Note, No. 33, 3 pp.
- Scholz, E., 1960: Die vegetative Vermehrung der Braunmasebirke. For. -u. Jagd. Sonderheft »Forst. Samenplantagen« II: 52-55.
- Skenderović, J., 1990: Neke šumskouzgojne osobine obične breze (*Betula pendula* Roth) u panonskom gorju Hrvatske. Glas. Šum. pokuse 26: 361-377.
- Spethmann, W., 1982: Stecklingsvermehrung von Laubbaumarten. I. Versuche mit Ahorn, Esche, Eiche, Buche, Kirche, Linde, Birke. Allg. Forst-u. J. - Ztg., 153. Jg., 1/2: 13-24.
- Tervonen, A., 1981: Experiments in vegetative propagation by cuttings of broadleaf trees at Haapastensyrja. Tiedote 3, 8 pp.
- Trembley, F. M. & M. Lalonde, 1984. Requirements for *in vitro* propagation of seven nitrogen-fixing *Alnus* species. Plant Cell Tissue Organ Culture 3, 189-199.
- Vaclav, E., 1963: Svalcovita (korelska) briza. Monograph (typescript), Prague, 172 pp.
- Vaclav, E., 1974: Vegetative propagation of birch. N. Z. J. For. Sci. 4: 235-241.
- Vidaković, M., & A. Krstinić, 1984: Sjemenske plantaže listača u SR Hrvatskoj. Šumarski pregled, Br. 1-2/3-4: 41-63.
- Vidaković, M., & A. Krstinić, 1985: Genetika i oplemenjivanje šumskog drveća. Liber, Zagreb, 505 pp.
- Vukelić, J., & Ž. Španjol, 1990: Fitocenološki karakter čistih sastojina obične breze (*Betula pendula* Roth.) u području panonskih šuma bukve i jele (*Fagetum croaticum boreale abietetosum* Horv.) na Papuku. Šumarski list 9-10: 357-368.
- Wettstein-Wasterheim, W., 1952: Über die vegetative Vermehrung der Birke. Zuchter 23.
- Wühlisch, G. V., 1984: Propagation of Norway Spruce Cuttings Free of Topophys and Cyclophysis Effects. Silvae Genetica 33: 215-219.
- Zobel, B. J., 1982: Vegetative propagation in forest management operations. Proc. 16<sup>th</sup> Southern Forest Tree Improvement Conf., Blacksburg, VA., 149-159.
- Zsuffa, L., 1985: Concepts and experiences in clonal plantations of hardwoods. Proc. 19<sup>th</sup> Meeting of the Canadian Tree Impr. Assoc.

DAVORIN KAJBA

POSSIBILITIES OF CLONING FOR THE  
SILVER BIRCH (*BETULA PENDULA* Roth.)  
AND THE BLACK ALDER  
(*ALNUS GLUTINOSA* (L.) Gaertn.)

*Summary*

The Silver Birch and the Black Alder can be cloned with success by the macropropagation, namely by the autovegetative and the heterovegetative propagations.

The efficient heterovegetative propagation of the Silver Birch is possible by the sidegrafting method. For the grafting purpose, the one- and two-year scions can be used. Better results are obtained with scions grafted high on a rootstock.

The best autovegetative propagation of the Silver Birch was when the concentration of hormones of 800 ppm (IBA or IAA) was used and the most efficient rooting of cuttings was obtained with the juvenile ortetes of age up to 8 years. The autovegetative propagation of adult trees using the primary cuttings gave results only for certain genotypes with good rooting potential. The rooting of trees of final phenotype (adult) can be greatly increased by using the cuttings from the grafted adult trees, by the successive propagation of their rametes in passages or by using the cuttings from stump offshoots.

The efficient heterovegetative propagation of the selected adult clones of Black Alder was made by the sidegrafting method with one-year scions. By the grafting of secondary scions, taken from the primary grafts, the rooting of grafts has been increased considerably with respect to the primary scions. Better results were obtained by grafting in the lower or mid part of the two-year rootstocks than by grafting high on a rootstock.

The best results in the propagation of Black Alder by means of cuttings were obtained when the concentration of 4 000 ppm (indole - butyric acid) was used. The autovegetative propagation of the juvenile ortetes of Black Alder, up to two years old, gave good results with both the winter and the summer cuttings. The propagation of Black Alder adult trees (50 - 90 years) by means of primary cuttings was efficient for some genotypes only, in spite of the higher rooting potential of this species than that of the Silver Birch. It was obtained by the treatments of previous grafting and by the successive (serial) propagation with cuttings from the rametes produced. In addition to the increased rooting capacity, the successive propagation with cuttings through several passages eliminated, in particular clones, the occurrence of the negative geotropism (the plagiotropic growth).

The treatment of cuttings with the systemic wide activity range fungicides did not prove to be efficient for the rooting of cuttings of the Black Alder juvenile ortetes in comparison with the non - treated ones. No differences in the rooting capacity for the Black Alder between the ortetes originating from Podravina and Posavina have been found either.

By the autovegetative propagation of cuttings of both species studied it is found out that there is the significant decrease in the rooting capacity with the increase of the ortete age.

The important genotypic differences in the rooting capacity of cuttings between clones (genotypes) are a determining factor for the efficient propagation of juvenile ortetes and even more in the adult stage. The genotypic differences between clones are important for the efficient heterovegetative propagation of both the Silver Birch and the Black Alder. The treatment by means of hormonal agents considerably increases the effects of the autovegetative propagation, in particular for the clones with the genetic rooting potential.

In both species studied, the physiological state of cuttings was of great importance for the rooting capacity. The advantage of the use of summer (not lignified) cuttings in relation to the winter ones is evident. For the Silver Birch better rooting has been noticed with cuttings coming from the offshoot top and for the Black Alder with those from the offshoot base.

Received May 7, 1992.

Accepted October 1, 1992.

Author's adress:

Davorin Kajba

Faculty of Forestry

41001 Zagreb, P.O. Box 178

Croatia