

Kakšne semenske sestoje rabimo?

Marjan ZUPANČIČ*

Izvleček

Zupančič, M.: Kakšne semenske sestoje rabimo? Gozdarski vestnik, št. 3/1992. V slovenščini s povzetkom v nemščini, cit. lit. 19.

Pri izbiri semenskih sestojev poskušamo upoštevati genetsko različnost med drevesnimi populacijami iste vrste in genetsko najvrednejše dele gozda. V praksi so možnosti dedovanja zelenih lastnosti dreves in sestojev močno precenjene. Za nabiranje semena so sprejemljivi tudi povprečno kakovostni sestoji. Posebno pozornost zasluži zajemanje dovolj velike genetske variabilnosti pri nabiranju semena.

Ključne besede: semenski sestoj, genetska različnost, genetska variabilnost, gozdno semenarstvo.

Synopsis

Zupančič, M.: Which Seed Stands are required? Gozdarski vestnik, No. 3/1992. In Slovene with a summary in German, lit. quot. 19.

When selecting appropriate seed stands, genetical differentiation between different tree populations of the same tree species and genetically most valuable forest parts are taken into consideration. The heredability of the desired tree characteristics and forest stands have been much overestimated in practice. The forest stands of average quality are also appropriate for forest seed gathering. The comprising of the relatively high genetical variability in forest seed collecting deserves special attention.

Key words: seed stands, genetical differentiation, genetical variability, forest seed practice.

UVOD

Minilo je že dobrih 41 let od izida knjižice dr. Maksa Wrabra: Gojenje gozdov v luči genetike – biološki problemi gozdnega semenarstva (WRABER 1950). Knjižica je izšla v času, ko je bilo treba obvezno prisegati na Lisenkove genetske teorije. Avtorju moramo priznati, da je znal ohraniti primerno razdaljo do teh teorij, ki danes veljajo kot klasični primer podrejanja znanosti totalitarni ideologiji. Wrabrovo delo je bilo nedvomno pionirsko delo na tem področju pri nas in je do danes ohranilo veliko svoje aktualnosti. Njegov namen je bilo preprečiti najhujše napake v gozdnem semenarstvu, ki so se dogajale pri nas po drugi svetovni vojni. Po mnogih letih moramo ugotoviti, da je bil med tem napredek gozdnega semenarstva mnogo preskromen. Vendar je gozdno semenarstvo hvalježno področje gozdarske genetike, kjer lahko še najprej pripomoremo h genetskemu zdravju gozdov. Hkrati lahko na tem

področju veliko naredimo za ohranitev avtohtonih genetskih virov, brez katerih stabilnega gozda ne more biti.

S semenskimi sestoji skušamo zajeti krajevne drevesne rase, ki so rezultat genetskega prilagajanja danemu okolju. Take rase lahko označujemo z bolj splošnim izrazom kot populacije. V gozdni genetiki populacija pomeni množico osebkov iste drevesne vrste, ki hkrati živijo v nekem ekološko bolj ali manj enotnem prostoru, so bolj ali manj udeleženi pri generativnem razmnoževanju in tako tvorijo razmnoževalno skupnost, ki ima svoj poseben genetski razvoj. Ta definicija je seveda zelo teoretična. V naravi je težko potegniti meje med populacijami, razen če so med seboj prostorsko ločene.

O slabih ali celo katastrofalnih posledicah uporabe semena neprimerne in neavtohtonega porekla ni treba posebej govoriti. O tem navaja tudi WRABER (1950) v omenjeni knjižici zelo drastične primere. Ni torej vseeno, kje seme naberemo in kje ga uporabimo. Marsikatero »umiranje« in »propadanje« gozda bi se dalo vsaj delno pojasniti z neavtohtonim in neprimernim

* Dr. M. Z., dipl. inž. gozd., Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, 61000 Ljubljana, Večna pot 2, Slovenija

genetskim poreklom drevesnih populacij (prim. TZSCHACKSCH 1987).

V tem sestavku skušam predstaviti temeljne probleme semenskih sestojev, to je genetsko variabilnost in genetsko različnost drevesnih populacij. Druge probleme semenskih sestojev, kot je ogrožena avtohtonost, vnašanje nezaželenega peloda v semenske sestoje itn., bi bilo treba obravnavati posebej.

KAJ JE GENETSKA VARIABILNOST?

Genetsko variabilnost lahko definiramo kot prisotnost različnih genetskih zasnov v populaciji, kot so različne oblike istovrstnih genov in genskih kompleksov. Ta variabilnost pride do izraza v različnih genetskih konstitucijah (genotipih) posameznih dreves. Da genetska variabilnost res obstaja, se lahko prepričamo že s preprostimi fenološkimi opažanji npr. v drevesničarskih lehah, kjer zaradi izenačenih pogojev okolja lažje opazimo genetsko pogojene razlike. Tako drevesca, vzgojena iz semena istega porekla (provenience), ne odženejo spomladi vsa hkrati, pač pa je vsaj teden dni razlike med časi odganjanja najzgodnejših in najbolj poznih mladik. Te razlike si lahko razlagamo le z genetskimi vzroki. Sicer so fenološke značilnosti, če niso prekrita z vplivi okolja, zelo zanesljivo merilo za genetsko različnost oziroma variabilnost. Tudi morfološka variabilnost je v veliki meri izraz genetske variabilnosti. Tako imamo npr. pri smreki, ki je izrazita polimorfna vrsta, tri glavne morfološke tipe po načinu razvejania: grivasti, ščetkasti in ploskovejni, s številnimi prehodi in kombinacijami med njimi. Tudi pri rdečem boru najdemo morfološko variabilnost, ki sega od tankovejnatih in ravnodebelnih tipov do grobovejnatih in krivodebelnih. Tudi v oblikovanosti lubja pri rdečem boru skušamo videti morfološke tipe in s tem genetsko različnost (primerjaj WRABER 1950). Podobno skušamo priti na sled genetski različnosti tudi pri drugih vrstah. Pri tem je zelo pomembno, da znamo ločiti vplive okolja od genetskih vplivov.

Poleg variabilnosti znotraj populacij imamo variabilnost med populacijami iste vrste. Z analizami in izračuni kvantitativne

genetike ugotavljamo medsebojno podobnost ali različnost v genetski sestavi populacij. Čim bolj se dve populaciji glede zastopanosti različnih oblik istovrstnih genov in genskih kompleksov razlikujeta med seboj, tem prej lahko domnevamo obstoj genetske različnosti oziroma dveh različnih ras.

Za resnejša proučevanja genetske variabilnosti potrebujemo Gozdne drevesne vrste se odklikujejo z dolgoživostjo in s čajo morfološke, fenološke, prirastne in druge primerjave. Posebna ovira pri tem je dolgoročnost. Poskusi, ki jih sedaj začinjamo, bodo dajali rezultate šele čez desetletja. Mnogi starejši poskusi, če so se ohranili, po svoji zasnovi ne odgovarjajo sodobnim zahtevam, toda so dragoceni prav zato, ker so bili osnovani že pred desetletji (GIERTYCH 1986). V novejšem času veliko pričakujemo od biokemijskih genetskih analiz. Primer take analize je zelo obsežna raziskava (KONNERT in FRANKE 1991), ki obravnava genetsko variabilnost smreke v jugozahodni Nemčiji in nam daje tudi pregled že doseženega na tem področju.

Ta in druge raziskave genetske variabilnosti (npr. GUZINA 1980), kažejo na zelo veliko variabilnost znotraj populacij in na skromnejšo variabilnost med populacijami ene vrste. Torej že med osebki posameznih populacij vlada velika genetska variabilnost, zaradi katere je variabilnost med populacijami navadno težje razpoznavna.

STABILNOST GOZDA IN GENETSKA VARIABILNOST

Ohranitev naravne genetske dediščine gozda je predvsem ohranitev naravne genetske variabilnosti. Le v genetsko variabilnih populacijah se lahko uveljavlja naravna selekcija in naravni genetski razvoj. Populacije z dovolj veliko genetsko variabilnostjo bolje prenašajo nepredvidljive ujme in kalamitete ter se bolje prilagajajo tudi dolgoročnejšim podnebnim in drugim spremembam v okolju. Nepogrešljivo pri tem je naravno obnavljanje genetske variabilnosti s prenašanjem peloda in semena iz bližnje ali daljnje okolice, z novimi kombinacijami genov v mladi generaciji gozda itn. (HATTEMER in BERGMANN 1987, HATTEMER in

MUELLER-STARCKE 1988). Tako ne zmanjka možnosti za naravno selekcijo in s tem za ekološko plastičnost populacij.

Gozdne drevesne vrste se odlikujejo z dolgoživostjo in s počasnim menjavanjem generacij. Tako je potrebno tudi sto in več let, da ena drevesna generacija zamenja drugo. To pa pomeni tudi zelo počasno biološko evolucijo, ki rabi dolga tisočletja za razmeroma majhne prilagoditve okolju. Čisto drugače je pri kratkoživih in hitro množočih se organizmih, kot so patogeni mikroorganizmi, mrčes itn., ki se z biološko evolucijo hitro prilagodijo tudi močnim kemičnim strupom. Počasno evolucijsko prilagajanje pri gozdnih drevesnih vrstah prav gotovo ne zadostuje pri sedanjem antropogenem spreminjanju okolja in svetovnega podnebja. Toda to svojo pomanjklivost gozdne drevesne vrste izravnavajo na drugačen način. Za razliko od kratkoživih rastlinskih vrst z njihovim hitrim evolucijskim prilagajanjem je za drevesne vrste značilna velika genetska variabilnost (STIMM in WOLF 1991). Tako je možno razmeroma hitro prilagajanje genetske sestave drevesnih populacij s pomočjo naravne selekcije. To je tudi edina možnost prilagajanja spreminjanemu in obremenjenemu okolju ter razmeram ob ujmah in kalamitetah. In te edine možnosti naj ne bi zapravili z neodgovornim človeškim početjem – z dejanji, s katerimi bi zmanjšali genetsko pestrost drevesnih populacij.

KAKO JE S KRAJEVNIMI DREVESNIMI RASAMI?

Pri gozdnih drevesnih vrstah je za nastajanje drevesnih ras potrebnih nekaj tisočletij. V zadnjih desetisoč letih, to je po koncu ledene dobe, je gozd v Evropi moral nastati čisto na novo. Zato ni bilo veliko časa za nastanek drevesnih ras (primerjaj MAYER 1980). Na drugi strani pri umetnem žlahtnjenju gozdnega drevja vzredimo nove »sorte« že po nekaj menjavah generacij, kar s primernimi metodami lahko dosežemo že v nekaj desetletjih. Tudi s »prebiranjem«, to je s stalnim izsekavanjem najlepših in najvitalnejših dreves, lahko razmeroma hitro vzredimo slabo rastoče in slabo oblikovane drevesne rase. Genetski razvoj

lahko umetno res močno pospešimo, toda le z drastičnimi prijemi, ki jih narava ne pozna. Tako narava ne pozna strogo nadzorovanega opraveševanja cvetov, drastično enostranske selekcije v gozdnem mladju, sistematičnega iztrebljanja vitalnosti. Naravni razvoj najbrž ne vodi v nastanek številnih specializiranih krajevnih ras, ampak ostaja raje pri veliki genetski variabilnosti populacij. Tako so odprte možnosti za nadaljnje spreminjanje genetske sestave populacij in s tem za prilagajanje spreminjanju okolja ali za širjenje v drugačna okolja.

Talne rase. V literaturi naletimo na izraz »talne rase« (nem. Bodenrassen), ki naj bi se izoblikovale na kakšnem posebnem tipu tal. Tako je znan primer »vodnega jesena« (nem. Wasseresehe), ki raste na mokrih tleh ob tekočih vodah, in »jesena na apnenču« (nem. Kalkesehe), ki raste na razmeroma suhih apnenčastih pobočjih. Oba jesena se med seboj močno razlikujeta glede priraščanja, kvalitete lesa ipd. Vendar več obsežnejših raziskav do zdaj ni moglo potrditi, da med njima obstaja genetska različenost. Torej imamo opraviti z vplivom zelo različnega okolja in ne z genetskimi razlikami. Pri nabiranju semena pa kljub temu ni odveč, če oba jesena ločimo med seboj (MAYER 1980).

O domnevnih »talnih rasah« belega topola v porečju Tise na Madžarskem poroča Denes (DENES 1991). Tako beli topol najdemo na izrazito mokrih rastiščih in hkrati na izrazito suhih prodnatih rastiščih v logih ob vodah. To je zavedlo mnoge avtorje, da so opisovali in ločevali različne »talne rase« belega topola. Toda obširne raziskave, ki so vključevale tudi biokemične genetske analize, kakšnih genetskih razlik med temi domnevnimi rasami niso mogle odkriti. Gre torej za vplive okolja in ne za vplive dednosti. Tako lahko ocenimo tudi izkušnje naših gozdarjev s »krvavordečim« macesnom, ki naj bi na nekaterih rastiščih dajal posebno kvaliteten les. Takih in podobnih primerov domnevnih talnih in drugih »rastiščnih« ras je še več. Navsezadnje je za poključsko resonančno smrekovino potrebno tudi poključsko rastišče in ne samo poključska smrekova rasa.

Vendar nastajanje »talnih ras« ni čisto izključeno, kot kaže raziskava Mittona (MIT-

TON 1989). Avtor navaja primer Engelmannove smreke v narodnem parku Colorado, ki raste na suhih rastiščih, med katerimi so otoki izrazito mokrih rastišč, ki so prav tako porasli z Engelmannovo smreko. Opraviti imamo z dvema zelo različnima talnima tipoma oziroma z rastišči, ki se nahajata neposredno eno ob drugem. Biokemijske genetske analize so res pokazale nekaj genetskih razlik med populacijama smreke na obeh rastiščih. Toda te razlike so se pokazale le v odraslih sestojih in so nastale zaradi močnih naravnih selekcijskih pritiskov na mokrem rastišču. Genetske razlike se torej lahko pojavijo že v teku ene generacije gozda. V mladi generaciji gozda se te genetske razlike vedno znova izgubijo zaradi naravnega prenašanja peloda in semena med sosednimi rastišči in populacijami, zaradi novih kombinacij genov v mladi generaciji gozda, skratka zaradi obnavljanja naravne genetske variabilnosti.

Pri nas so se že večkrat pojavile domeneve o genetski različnosti populacij na karbonatni in silikatni podlagi (BRINAR 1975, 1976, PAVLE 1987). Zanesljivih dokazov o tem ni. Če taka genetska različnost res obstaja, potem jo lahko še najprej pričakujemo na večjih površinah z izrazitim prevladovanjem ene oziroma druge kamninske podlage, kjer hkrati izrazito prevladujejo ekstremne talne razmere (tla ekstremnih kemijskih, fizikalnih idr. lastnosti).

Klimatske rase. Od selekcijskih vplivov, ki oblikujejo genetsko različnost oziroma drevesne rase, je gotovo najpomembnejši vpliv podnebja. To ugotavlja že WRABER 1950. Pri tem mislimo seveda na podnebje, ki je širšega, recimo regionalnega pomena in ne morda na krajevne podnebne značilnosti, ki nastajajo npr. zaradi prisojnosti ali osojnosti pobočja. Podnebje razčlenjujemo v vertikalni smeri od nižin proti zgornji gozdni meji in v horizontalni smeri v odvisnosti od geografske širine, bližine morja, orografije itn.

Tako so drevesne rase predvsem klimatske rase, ki kažejo selekcijske vplive podnebja tudi v svoji morfologiji in fenologiji. Zgodovinski razvoj gozdne vegetacije v tisočletjih po ledeni dobi je vendarle pustil svoje sledove v genetski različnosti drevesnih populacij (SCHMIDT-VOGT 1990).

Nedvomno je tudi pri tem podnebje igralo pomembno vlogo.

SEMENARSKI OKOLIŠ OZIROMA PROVIENIENČNA OBMOČJA

Rastiščna pisanost, kot nam jo kažejo pedološke in fitocenološke karte, na srečo ne pomeni enake pisanosti drevesnih ras. To je gotovo pomembno za gozdno semenarstvo in za razmejitev semenarskih okolišev oziroma provenienčnih območij. V malo površinskem rastiščnem mozaiku, kot ga pri nas skoraj povsod najdemo, se kljub različnosti selekcijskih pritiskov genetska sestava drevesnih populacij izravnava. K temu doprinese naravno obnavljanje genetske variabilnosti s prenašanjem semena, peloda, nastajanje novih genskih kombinacij itn. Za obstoj »mikroekoloških ras omejenega krajevnega pomena«, kot jih omenja WRABER (1950), ni dovolj dokazov.

Prvo razdelitev Slovenije na skupno sedem t. i. semenarskih okolišev je postavil WRABER (1950). Ta razdelitev ima veliko podobnosti z razdelitvijo Slovenije na šest fitogeografskih regij, ki jo je avtor izdelal pozneje in ki jo najdemo npr. v »Mali flori Slovenije« (MARTINČIČ in SUŠNIK 1969). Ta razdelitev je narejena na temelju florističnih in fitocenoloških značilnosti rastišč, pomeni temeljno rastiščno razdelitev Slovenije in tako dobro izraža tudi podnebne vplive. Kasneje (1974) je Biro za gozdarsko načrtovanje izdelal fitoklimatsko razdelitev Slovenije, ki ima precej podobnosti z Wrabrovo fitogeografsko razdelitvijo. Inštitut za biologijo pri Slovenski akademiji znanosti in umetnosti je Wrabrovo fitogeografsko razdelitev še dopolnil in popravil (ZUPANČIČ, Mitja in sodelavci 1987). Med tem so se pojavili predlogi za oblikovanje semenarskih okolišev na temelju rastlinskih združb, nadmorske višine in kamninske podlage rastišč (PAVLE 1987), ki tudi zaslužijo pozornost.

Za bodočo ureditev semenarstva v Sloveniji je verjetno najprimerneje, da izhajamo od omenjenih razdelitev na fitogeografske in fitoklimatske regije, in na njihovi osnovi najdemo naprimernejšo razdelitev na semenarske okoliše oziroma provenienčna območja (nem. Herkunftsge-

bieta). Seme, nabrano v takem semenarskem okolišu oziroma provenienčnem območju bi smeli praviloma uporabiti le v mejah tega okoliša. Tako ureditev semenarstva poznajo države evropske skupnosti. Razdelitev na provenienčna območja oziroma semenarske okoliše se kljub vsemu ne more dovolj izogniti slabostim umetne razdelitve, kot to velja tudi za razna rastiščna kartiranja (primerjaj HATTEMER in MULLER-STARCK 1988, HATTEMER in BERGMANN 1987). Vendar česa boljšega zaenkrat ne poznamo. V Sloveniji je gozdno semenarstvo na zakonodajnem področju še čisto neurejeno, v velikem zaostanku za razvojem v svetu.

Ob negotovostih pri razmejitvi in izboru semenarskih provenienč je še pomembnejše negovati genetsko variabilnost gozda in si tako poskušati pomagati z metodami, ki jih pozna narava. V gozdu s peštrimi in različnimi genetskimi zasnovami pridejo prej ali slej do izraza tiste, ki so danim rastiščnim razmeram najbolj prilagojene. Naravni in morda tudi umetni selekciji moramo prepustiti, da uveljavlja prirojene sposobnosti za preživetje in tudi prirojeno dobro oblikovanost, rastnost ipd. Tako ublažimo slabe posledice manj posrečenega izbora provenienčne semena, ki se jim v praksi skoraj ne moremo izogniti.

POVZETEK

1. Navadno precenjujemo možnosti prenašanja pozitivnih lastnosti semenskih dreves oziroma sestojev na njihove potomce. Semensko drevo predstavlja le mater. Očetje, ki so za seme prispevali svoj pelod, se nahajajo nekje v bližnji ali morda tudi daljnji okolici in so nepoznani. Dobra oblikovanost, rastnost ali vitalnost semenskih dreves ali sestojev ni nujno genetsko pogojena in je lahko le rezultat naključnih ugodnih okoliščin. Domnevne ali resnične genetske odlike matičnih dreves pridejo le malo do izraza v njihovem potomstvu.

Zaenkrat ni znanstvenega dokaza o tem, da je seme izbranih semenskih sestojev genetsko vrednejše od semena povprečno dobrih sestojev (HATTEMER in BERGMANN 1987, HATTEMER in MUELLER-STARCK 1988). Vendar zakonodaja v državah evropske skupnosti dovoljuje nabiranje semena le v izbranih in priznanih semenskih sestojih, verjetno pod vplivom pretiranih zlahniteljskih pričakovanj. Dokler znanost ne more dokazati prednosti izbranih semenskih sestojev, se lahko zadovoljimo tudi s semenskimi

sestoji, ki so glede oblikovanosti, rastnosti, odpornosti itn. samo nekaj povprečnega. Tako imamo več svobode pri določanju velikosti in razporeditve semenskih sestojev in si prihranimo mnoge nepotrebne težave pri nabiranju semena. Kot predlagata HATTEMER in MUELLER-STARCK (1988), bi bilo dovolj, če bi v semenarskem okolišu nabirali seme kjerkoli, razen v posebno slabih sestojih.

2. Genetska variabilnost populacij gozdnih dreves je pogoj za njihovo stabilnost in preživetje. Zato moramo tudi pri nabiranju semena zajeti vso genetsko variabilnost populacije, ki naj bi jo nabrano seme predstavljalo. Seme moramo zato nabirati na dovolj veliki površini in na dovolj velikem številu dreves. Ne bi se smelo dogajati, da najdemo nekaj dreves z obilnim obrodrom semena, ki jih posekamo, poberemo seme z njih in tako zadostimo vsem potrebam po semenu neke vrste. Z obrodrom štirih ali petih dreves prav gotovo ne zajamemo dovolj genetske variabilnosti v populaciji. Potrebni bi bilo najmanj 20 dreves, kot ocenjujeta KONNERT in FRANKE (1991) za smrekove populacije v jugozahodni Nemčiji. Genetska variabilnost populacij je v tesni zvezi z njihovo ekološko plastičnostjo oziroma prilagodljivostjo okolju. Tudi pri manj posrečenem izboru semenske provenienčne se postopno uveljavljajo za dano rastišče primerne genetske zasnove, če smo s semenom zajeli dovolj veliko genetsko variabilnost.

3. V državah evropske skupnosti imajo že najmanj 20 let zakonske predpise o prometu s semenskimi in saditvenim blagom. Okvirne predpise, obvezne za vso skupnost, vsaka posamezna država po svojih potrebah in razmerah dopolni. Ta zakonodaja obsega točno določitev provenienčnih območij (nem. Herkunftsgebiete), merila za izbor semenskih sestojev, predpise za vodenje evidence o izvoru semena, predpise o dopustnem mešanju semena različnih semenskih sestojev, predpise o semenskih plantažah itn. (primerjaj WEISSGERBER 1981).

V Sloveniji razen zastarelega in neuporabnega standarda (JUS) na tem področju nimamo ničesar. Celo glede določanja provenienč in glede certifikatov o poreklu semena nimamo ničesar obvezujočega. Ključno področje gozdarstva je prepuščeno poklicnemu znanju in etični zavesti posameznikov. Resnično je že skrajni čas za zakonodajno ureditev gozdnega semenarstva.

WAS FÜR SAMENBESTÄNDE BRAUCHEN WIR?

Zusammenfassung

Nach der einleitenden Darstellung der Problematik werden folgende Schüsse gezogen:

1. Möglichkeiten der Übertragung positiver Eigenschaften von Samenbeständen und -Bäumen auf ihre Nachkommen werden stark überschätzt. So werden vermutlich genetisch wertvolle Bestände ausgesucht, die meist zu klein sind und

auch sonst ihrem Zweck nur schlecht entsprechen. Solange genetische Überlegenheit der ausgesuchten Samenbeständen nicht wissenschaftlich bewiesen werden kann, sind durchschnittliche Bestände als Samenbestände durchaus annehmbar.

2. Genetische Variation von Baumpopulationen soll bei Samenernte voll erfaßt werden. Es kommt vor, dass wenige, aber reichlich samentragende Bäume gefällt und beerntet werden und damit der Bedarf nach Samengut einer Art voll gedeckt wird. Mit weniger als 20 beernteten Bäumen pro Bestand bzw. Population kann die erforderliche genetische Variation keinesfalls gesichert werden. Eine breite genetische Variabilität junger Waldbestände ermöglicht eine allmähliche Anpassung ihrer genetischen Struktur an örtliche Standortverhältnisse. Damit werden schlechte Folgen weniger geglückerter Provenienzwahl gemildert.

3. Eine gesetzliche Regelung des forstlichen Saatgutwesens fehlt in Slovenien so gut wie ganz. So gibt es auch keine bindenden Vorschriften hinsichtlich der Herkunftgebiete. Dieser Rückstand ist möglichst bald aufzuholen.

LITERATURA

1. Brinar, M.: Kakovost bukovega semena in razvoj iz njega zraslih mladice v zvezi z nekaterimi značilnostmi provenienčnih rastišč. Zb. gozdarstva in lesarstva, L. 13, Ljubljana 1975, št. 2, 61–79.
2. Brinar, M.: Kalivost jelovega semena v odvisnosti od provenienčnih rastišč in klime, posebno z ozirom na propadanje naše jelke. Zb. gozdarstva in lesarstva, L. 14, Ljubljana 1976, št. 2, 155–190.
3. Burschel, P.: Waldbau – Forstgenetik – Forstpflanzenzüchtung. Forst und Holz, 1989, 24, 665–673, lit. 40.
4. Denes, B.: Gibt es Bodenrassen bei der Weisspappel? Allg. Forstz., 1991, 17, 877.
5. Giertych, M.: L'amelioration genetique des arbres forestiers aujourd'hui et demain. Revue Forestiere Française, Numero special, 1986, 204–207.
6. Guzina, V. P.: Procena genetskog variabilneta jasi ke (Populus tremula L.) pomoću polimorfizma izoperoxidaza. Radovi, knjiga 9, 1980, Institut za topolarstvo Novi Sad.
7. Hattemer, H. H.; Bergmann, F.: Einführung in die Genetik für Studierende der Forstwirtschaft. J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main, 1987, strani 268.
8. Hattemer, H. H.; Mueller-Starck, G.: Genetische Aspekte der künstlichen Bestandesbegründung. Forstarchiv, Hannover, 1988, 1, 12–17.
9. Konner, M.; Franke A.: Die Fichte (Picea abies (L.) Karst.) im Schwarzwald: Genetische Differenzierung von Beständen. Allg. Forst- u. J. Ztg. Frankfurt am Main, 1991, 5–6, 100–106.
10. Martinčič, A.; Sušnik, F.: Mala flora Slovenije. Cankarjeva Založba, Ljubljana 1969.
11. Mayer, H.; Waldbau. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart – New York, 1980, strani 482.
12. Mitton, J. B.; Stutz, H. P.; Schuster, W. S.; Shea, K. L.: Genotypic Differentiation at PGM in Engelmann Spruce from Wet and Dry Site. Silvae Genetica, 1989, 5–6, 217–221.
13. Pavle, M.: Register semenskih sestojev. Elaborat IGLG, Ljubljana 1987.
14. Schmidt-Vogt, H.: Die Fichte – Überblick über neue Literatur. Forstliche Umschau, Jg. 33, 1990, H. 1–2, 1–12.
15. Stimm, B.; Wolf, H.: »Genetische Variation in europäischen Waldpopulationen«. Arbeitstagung europäischer Forstgenetiker vom 9. bis 11. Oktober 1990 an der Universität Göttingen. Forstarchiv, Jg. 62, 1991, H. 3, 96–97.
16. Tzschachsch, O.: Zur Labor- und Feldresistenz der Kiefer (Pinus silvestris L.) gegenüber phytotoxischen Stoffen und Schlussfolgerungen für die Anbauwürdigkeit von Kiefernarten in den Immissionsgebieten des oberen Harzes. Beitr. Forstwirtschaft, Berlin, 1987, 3, 97–102.
17. Weissgerber, H.: Das neue Gesetz über forstliches Samen- und Pflanzgut. Forst- u. Holzwirt, Hannover, 1981, No. 15, 349–352.
18. Wraber, M.: Gojenje gozdov v luči genetike. Biološka problematika gozdnega semenarstva. Strokovna in znanstvena dela Gozdarskega Inštituta Slovenije št. 2. Ljubljana 1950, strani 68, ruski in francoski povzetek, 1 karta.
19. Zupančič, Mitja; Marinček, L.; Seliškar, A.; Puncer, I.: Consideration on the phytogeographic division of Slovenia. Biogeographia, Vol. XIII, 1987, s. 89–98.