

NOVI PRILOG POZNAVANJU OBIČNE JELE (*Abies alba* Mill.) S BIOKOVA

NEW EVIDENCE IN KNOWLEDGE OF THE SILVER FIR
(*Abies alba* Mill.) FROM THE MOUNTAIN OF BIOKOVO

Dalibor BALLIAN¹

SAŽETAK: U ovom radu iznose se ranije dobiveni rezultati na molekularno genetičkoj razini vezani za jelu s Biokova, te uspoređuju s rezultatima dobivenim u drugim populacijama. Prikazani su rezultati dobiveni na osnovi izoenzimskih analiza, kao i analizom mitohondrijske DNK. Na temelju tih rezultata obična jela iz male populacije na Biokovu pokazuje pripadnost vrsti *Abies alba* Mill., te se ne bi mogla svrstati u nijednu drugu vrstu jela. Do sada dobiveni rezultati sa sigurnošću ukazuju da je obična jela s Biokova samo jedan ekotip.

Ključne riječi: *Abies alba* Mill., obična jela, izoenzimi, mitohondrijalska DNK (mtDNK)

UVOD – Introduction

Poslije hrasta lužnjaka obična jela (*Abies alba* Mill.) je jedna od najznačajnijih vrsta šumskoga drveća s gospodarskoga i ekološkog stajališta u Hrvatskoj te u više južnoeuropejskih i srednjoeuropejskih zemalja.

Rod *Abies* obuhvaća oko četrdeset vrsta koje su prirodno rasprostranjene na sjevernoj polutki. Tako u središnjoj, južnoj i jugoistočnoj Europi pridolazi *Abies alba* Mill., u Grčkoj, djelomično u Bugarskoj i Makedoniji *Abies cephalonica* Loud., te u Španjolskoj *Abies pinsapo* Boiss., a dva spontana križanca, *Abies boristis regis* Mettf. u Bugarskoj i *Abies nebrodensis* Matei. na Siciliji. U području sjeverozapadne Afrike, točnije u Maroku i na Atlaskom Gorju u Alžiru raširene su *Abies marocana* Trabut i *Abies numidica* Carr., a na području Male Azije *Abies cilicica* Carr., *Abies bornmuelleriana* Mattf., *Abies equi trojani* Aschers. et Sint. i *Abies nordmanniana* (Stev.) Spach., te u literaturi možemo naći da na planini Biokovo raste posebna vrsta *Abies pardei* Gauss.. Iz prethodnog je vidljivo da sedam vrsta jela s dva spontana križanca, pridolazi u području Sredozemnoga mora, odnosno submediterana. Od pobrojanih vrsta najzatupljenija je obična jela s područjem rasprostiranja u središnjoj Europi i na Balkanskome poluotoku. Obična jela u Hrvatskoj zastupljena je na 200000 ha

(Vukelić i Baričević 2001), u različitim ekološkim uvjetima od submediterana do panonskog bazena, što ostavlja mogućnost za diferencijaciju mnogih ekotipova. Ovakva raznolikost pogoduje i pojavama brojnih nejasnoća i krivih tumačenja.

Tako su vrlo česte nejasnoće u taksonomiji obične jele u južnoj Europi, posebice u Hrvatskoj, a najbolji primjer je jela s Biokova. Ona zbog vrlo karakterističnih ekoloških uvjeta pokazuje razlike u morfologiji, ali to ne mora značiti da je riječ o drugoj vrsti, ili pak podvrsti, što su pokušali prikazati u radovima Borzan i dr. (1992), Lovrić i Rac (1992), Rac i Lovrić (1992), Šoljan i Šolić (1987), Šoljan (1990).

Te nejasnoće pokušao je riješiti Trinajstić (1999, 2001) kroz svoje rade, s tim da je detaljno uspoređivao ranije nalaze vrste *Abies pardei* Gauss.. na morfološkoj razini, fitocenološko-sintaksonomskoj pripadnosti, te na razini ekotipske varijabilnosti. Trinajstić (1999) argumentirano dokazuje da obična jela s Biokova nije *Abies pardei* Gauss.., nego da podrijetlo vrste *Abies pardei* treba tražiti u sjevernoj Africi. Također Trinajstić na osnovi izloženoga zaključuje da vrsta *Abies biokovoensis* Kuš. ili *Abies croatica* Lovrić (1995) kao posebna vrsta (podvrsta) ne postoji, nego je to obična jela koja se stjecajem okolnosti našla izolirnom na Biokovu, u specifičnim ekološkim uvjetima.

¹ Doc dr. Dalibor Ballian, Šumarski fakultet u Sarajevu, Zagrebačka 20, 71 000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Mnoge slične nedoumice rješavaju se i uz pomoć pokusa provenijencija, kada se mogu razlučiti modifikacije vrste kao i modifikacione širine, ali je to dug proces istraživanja, ali do sada nisu registrirane razlike

koje upućuju na postojanje nove vrste unutar područja rasprostiranja obične jеле (Kral 1980a i 1980b, Ruetz i dr. 1998., Kramer 1979 i 1980).

IZOENZIMSKE ANALIZE – Isoenzyme analysis

Ako se govori o izoenzimskim analizama, može se reći da samo mali dio genetičke informacije biljnoga organizma kakav je obična jela može biti obuhvaćen ispitivanjem izoenzimskih sustava. Izbor sustava za analizu ovisi o primjenjenoj metodi i mogućnosti njihova pronalaženja u biljnome organizmu. Tako se uz pomoć izabranih enzimskih sustava i metode njihove primjene može dokazati samo 30 % stvarnih izoformi jednoga enzima (Bergmann 1991; Konnert 1999). Stoga uz pomoć izoenzimske analize promatramo samo mali dio ukupne genetičke informacije sadržane u običnoj jeli, odnosno populaciji. Izoenzimi pokazuju takva obilježja da su pogodniji za istraživanja genetičke raznolikosti populacija, i u ekološkim istraživanjima, a posebice za determinaciju vrsta, jer svaka pokazuje sebi svojstven broj alela za odgovarajući gen lokus (tablica 1). Ovisno o zemljopisnoj pripadnosti zbog postojanja klinalne varijabilnosti (Konnert i Bergmann 1995), može doći do pojave novoga alela ili izostanka nekog drugog alela (tablica 1), ali to ne znači da imamo novu vrstu ili podvrstu. Prema Konnert i dr. (1992), Pascual i dr. (1993), Bergmann i Matschke (1998) te Matschke i Bergmann (1998) razlike između vrstama mogu biti i u broju migracijskih zona, kao i u rasporedu i poziciji vrpci na zimogramu, te da samo jedan enzimski sustav, odnosno genski lokus može značiti razliku među vrstama, kao što je slučaj s običnom jelom s jedne strane te kavkaskom jelom *Abies nordmanniana* (Stev.) Spach., trojanskom (*Abies equi trojani* Aschers. et Sint.) i turskom jelom (*Abies bornmuelleriana* Mattf.) s druge strane, kao i između španjolske (*Abies pinsapo* Boiss.) i marokanske jеле (*Abies marocana* Trabut.) (tablica 1), kada je evidentna razlika u tome koliko vrpci determinira jedan alel. Nešto jednostavnija situacija je kod razlika između sicilijanske jеле (*Abies nebrodensis* Matei.) i obične jеле s juga Italije jer su razlike evidentne u više enzimskih sustava (Vicario i dr. 1995).

Kada je rađena identifikacija i analiza španjolske i marokanske jеле ustanovljena je značajna razlika samo u enzimskoga sustava Mdh (malate dehydrogenase) (tablica 1). Kod tog enzimskog sustava imamo razlike u

broju migracionih zona, kao i njihovom u rasporedu i broju vrpci koje se javljaju na zimogramu (Pascual i dr., 1993). Nešto je jednostavnija situacija bila kod određivanja obične i sicilijanske jеле, jer je utvrđeno jako veliko genetičko odstojanje (Vicario i dr. 1995). Također u istraživanjima obične, kavkaske, turske i trojanske jеле u radu Konnert i dr. (1992), te obične i kavkaske jеле u radu Bergmann i Matschke (1998) i Matschke i Bergmann (1998), gdje su dobivene razlike u broju vrpci koje determiniraju alele (tablica 2), te u frekvencijama alela, kao i specifičnim genskim lokusima.

Male razlike između populacija mogu nastati i zbog načina i veličine uzorka koji se koristi u analizi. Stoga je nužno da korišteni uzorak bude standardiziran, kako bi se razlike koje se javljaju zbog broja jedinki u uzorku svele na minimum. Također se statističkom obradom tako nastale razlike pokušavaju svesti na minimum, uz korištenje ranije dobivenih rezultata.

Do sada provedena istraživanja na običnoj jeli u Europi, a tako i u Hrvatskoj, kao i susjednim zemljama, pokazuju da postoje razlike uvjetovane klinalnom varijabilnošću, te da izuzev obične jеле u prirodnim populacijama središnje, istočne i djelomično južne Europe, ne postoji ni jedna druga vrsta. Razlike koje su primjetne između populacije Biokovo i Gorskoga kotara (tablica 1) posljedica su udaljenosti te dvije populacije, što ima za posljedicu određenu klinalnu varijabilnost. Ipak, ako podatke usporedimo s istraživanjima provedenim na običnoj i sicilijanskoj jeli; španjolskoj i marokanskoj jeli; te na običnoj, kavkaskoj, trojanskoj i turskoj jeli, može se uočiti da postoje razlike u određenim enzimskim sustavima kod svih pobrojanih vrsta jela, odnosno u broju gen lokusa, te u njima registriranim alelima, kao i u broju vrpci koje određuju alele. S obzirom da bi *Abies pardei*, koja je podrijetlom iz sjeverne Afrike trebala bi biti najbliža marokanskoj, te španjolskoj jeli, to bi onda i biokovska jela također trebala biti bliska njoj. Rezultati prikazani u tablici 1 ukazuju na veliku razliku, i ako se promatraju samo oni izoenzimski sustavi koji su istraživani u jedne i u druge jele.

ANALIZA MITOHONDRIJSKE DNK – Analysis of mitochondrial DNA

Za razliku od jezgrine DNK, mitohondrijska DNA ne podliježe procesima rekombinacija, te joj to svojstvo daje veliku ulogu u istraživanjima migracija drveća (Slatkin, 1994) kao i u taksonomskoj pripadnosti.

Inače mitohondrij su citoplazmatski organeli koje sadrže vlastitu DNA i nasljeđuju se samo od jednog roditelja, u ovom slučaju od ženskog roditelja (Dumolin – Lapegue i dr., 1998, Salaj i dr., 1998). Zbog te

činjenice pokazuju se pogodnim za populacijsko-genetičke analize i određivanje srodstvenih odnosa unutar i između rodova ili populacija. Tako imamo dvije faze kretanja gena, putem ženskoga roditelja ili putem sjemena, i putem muškoga roditelja ili polena. Stoga geni (genomi) koji se nasljeđuju putem ženskoga roditelja obično ostaju unutar populacije. Za razliku od mitohondrijske DNK koja je dosta konzervativna, jezgrina DNK je pod snažnim utjecajem polena i rekombinacija, te može razmjenjivati materijal na relativno velikim udaljenostima.

U svom sastavu mitohondrijska DNK imaju relativno mali broj gena (oko 90) u odnosu na svoju veličinu, a oni su pod manjim seleksijskim pritiskom od jezgrinih. Tijekom evolucije velik broj gena iz mitohondrija se izgubio, jer je vremenom prešao u jezgru. Do sada su provedena istraživanja mtDNK na običnoj jeli,

Liepeit i dr. 2002; Gömöry i dr., 2003, a ona mogu pomoći u rješavanju problema taksonomije obične jeli s Biokova.

Mitohondrijska DNK kod obične jeli u Europi pokazuje samo dva haplotipa (Liepeit i dr., 2002, Gömöry i dr., 2003) koji predstavljaju dva glacijalna pribježišta obične jeli tijekom glacijacije, te su podrijetlom s Apeninskog i Balkanskoga pribježišta.

Liepeit i dr. (2002) su u svom istraživanju za populaciju Biokova dobili dva haplotipa, kao i kod određenih populacija iz Gorskog kotara, što upućuje na postojanje križanja u postglacijalnom razdoblju između obične jeli podrijetlom iz dva pribježišta. Ovo također ukazuje na to da je u prošlosti jela s Biokova bila povezana s velikim populacijama, te da je između njih postojala stalna izmjena genetičkoga materijala.

RASPRAVA – Discussion

Na molekularno-genetičkoj razini obična jela s Biokova ne razlikuje se od populacija iz Gorskoga kotara. Za razlike između malih izoliranih populacija obične jeli, spram velikih populacija, prema Dueciju (1991) od bitnoga su utjecaja i antropomorfne promjene koje su se dogodile u posljednjih 2000 godina, i koje su ostavile vidnoga traga na običnu jelu, posebice u malim izoliranim populacijama.

Tablica 1. Broj nađenih alela kod različitih vrsta jela
Table 1 Number of allel from different fir species

| Enzimski sustavi | Lokus | Populacije i vrste jela | | | | | | | | | |
|--------------------------|---------|---|--|--|---|--|---|---|---|---|--|
| | | Biokovo <i>Abies alba</i> Mill. (Ballian 2003) | Gorski kotar <i>Abies alba</i> Mill. (Ballian & Kajba 2003) | Campolino <i>Abies alba</i> Mill. (Giannini i dr. 1994) | Apenini <i>Abies alba</i> Mill. (Vicario i dr. 1995) | <i>Abies nebrodensis</i> (Vicario i dr. 1995) | <i>Abies pinsapo</i> , <i>Abies marocana</i> (Pascual i dr. 1993) | <i>Abies nordmanniana</i> (Konnert i dr. 1992) | <i>Abies hormandieriana</i> (Konnert i dr. 1992) | <i>Abies equi-roeana</i> (Konnert i sur. 1992) | <i>Abies grandis</i> (Konnert & Ruetz 1997) |
| phosphoglucose isomerase | Pgi - A | A1 A2 | A2 | A1 | A1 A2 | A1 A2 | A1 | | | | A1 A2 A3 |
| | Pgi - B | B2 | B2 | B1 | B1 B2 B3 | B2 | B1 B2 B3 | | | | B1 B2 |
| phosphoglucomutase | Pgm - A | A2 | A2 | A1 A2 | | | A1 A2 | A1 | A1 | A1 | |
| | Pgm - B | B1 B2 | B1 B2 | B1 | | | B1 | | | | |
| isocitrate dehydrogenase | Idh - A | | | A1 A2 | A1 A2 | A1 A2 | A1 A2 | A2 | A2 | A2 | |
| | Idh - B | B3 | B3 | | | | | B1 B2 | B2 | B2 | B1 B2 |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------|----------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| isocitrate dehydrogenase | | B4 | B4 | | | | B1 | B3 B4 | B3 | B3 | B3 B4 |
| manadione reductase | Mnr – B | B1 B3 | B1 B3 | | | | | | | | |
| shikimic acid dehidrogenase | Sdh – A | A2 | A2 | A1 A2 | A1 A2 | A1 A2 | A1 A2 | A2 | A1 A2 | A2 | |
| | Sdh – B | | | | B1 B2 | B1 | B1 | | | | |
| leucin amino peptidase | Lap – A | A1 A2 | A1 A2 A3 A4 | A1 A2 | | | A1 A2 A3 | | | | A1 A2 A3 |
| | Lap – B | B1 B2 B3 B4 | B1 B2 B3 B4 | | | | B1 B2 | | | | B1 B2 B3 |
| fluorescent esterase | Fest – A | A1 A2 | | | | | | | | | |
| | Fest – B | B1 | B1 | | | | | | | | |
| glutamat oxalacetat transminase | Got – A | A1 A2 | A2 | A1 | A1 | | A1 | A1 | A1 | A1 | A1 A2 A3 |
| | Got – B | B2 | B2 B3 | B1 B2 | | | B2 | B1 | B1 | B1 | |
| | Got – C | C1 C2 | C1 C2 C3 C4 | C1 C2 C3 C4 | | | C1 C2 C3 | C1 C2 C3 | C1 C2 C3 | C1 C2 C3 | |
| 6-phosphoglucomate dehydrogenase | 6-Pgd – A | A2 A3 | A1 A2 A3 | A1 A2 | A1 A2 | A2 | A1 | | | | |
| | 6-Pgd – B | B1 B2 B3 | B1 B2 B3 | B1 B2 | B1 B2 | B1 B2 | | | | | |
| diaphorase | Dia – A | | | | | | A1 A2 A3 A4 | A1 A2 | A1 A2 | A2 | A1 A2 |
| malate dehydrogenase | Mdh – A | | | | A1 A2 | A1 A2 | A1 A2 | | | | |
| | Mdh – B | | | | | | B1 | | | | |
| malic enzyme | Me – A | | | | A1 A2 | A1 A2 | A1 | | | | |
| | Me – B | | | | B1 | B1 B2 | B1 | | | | |
| glutamate dehidrogenase | Gdh – A | | | | | | A1 | A1 A2 | A1 A2 | A2 | A2 |
| glucose 6 phosphate dehydrogenase | G6pd – A | | | | | | A1 A2 | | | | |
| acid phosphatase | Acp – A | | | | | | A1 | | | | |
| | Acp – B | | | | | | B1 | | | | |
| | Acp – C | | | | | | C1 | | | | |
| aconitase alcohol dehydrogenas | Aco – A | | | | | | A1 | | | | |
| | Adh – A | | | | | | A1 | | | | |
| | Adh – B | | | | | | B1 | | | | |
| | Adh – C | | | | | | C1 | | | | |

Tipični enzimski sustavi na običnoj jeli koji su nađeni u više istraživanja

S obzirom da Biokovska populacija pripada malim populacijama u kojima se primijećuje opterećenje inbreedingom, što je vidljivo iz dobivene niske heterozigotnosti, koje za posljedicu ima pojavu genetskoga drifta (Ballian 2003a, 2003b).

Sam genetski drift ima za posljedicu da se populacija koja je opterećena njime djelomično razlikuje od susjednih, ali je potrebno puno vremena da bi u procesu prirodne specijacije nastala nova vrsta.

Prema Liepelt i dr. (2002) u populaciji obične jеле s Biokova nađeno je dva mitohondrijska haplotipa, što je jedna od posljedica povijesnog postglacijalnog križanja apeninske i balkanske glacijalne provenijencije obične jеле na našem području. Obzirom da su to dva jedina specifična haplotipa koji karakteriziraju običnu jelu u Europi, isključuje se svaka mogućnost da se na području Biokova pojavljuje neka druga vrsta jеле.

Tablica 2. Shematske ilustracije izozimskih fenotipova različitih vrsta roda *Abies* (Konnert i dr. 1992)

Table 2 Schematic illustration of isozyme phenotypes from different genes Abies (Konnert et al. 1992)

| (+) gen lokus | <i>Abies alba</i> | <i>Abies nordmanniana</i> | <i>Abies bornmuelleriana</i> | <i>Abies equi-trojani</i> |
|------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| Idh - A | — — — 1 2 3 | — 2 | — 2 | — 2 |
| Idh - B | (—) — — — 1 2 3 | — — — 1 2 3 4 | — — 1 2 3 | — — 1 2 3 |
| Dia - A | — 1 2 | — 1 2 | — 1 2 | — 2 |
| Gdh - A | (—) — 1 2 | — 1 2 | — 1 2 | — 2 |
| Sdh - A | (—) 1 2 | — 2 | — 1 2 | — 2 |



Istraživanja obične jеле s Biokova temeljena isključivo na morfološkim svojstvima, ne bi se smjela koristiti za opisivanje nove vrste, odnosno podvrste ili varijeteta, kako to navode Borzana i dr. (1992), Lovrić i Rac (1992), Rac i Lovrić (1992), Šoljan i Šolić (1987) i Šoljan (1990), Lovrić (1995), zbog poznatog utjecaja ekoloških čimbenika na fenotip (Silvertown i Doust, 1995; Morgenstern, 1996). Ovaj rad u potpunosti potvrđuje navode Vidakovića (1993) i Trinajstića (1999, 2001) da je biokovska jela samo jedan ekotip.

Slika 1. Sastojina obične jеле (*Abies alba* Mill.) na Biokovu
Fig. 1 Population of the silver fir (*Abies alba* Mill.) from the mountain of Biokovo

ZAKLJUČAK – Conclusion

Uključivanjem suvremenih metoda istraživanja, po najprije biokemijskih metoda, u potpunosti se isključuje utjecaj ekoloških čimbenika koji mogu dovesti do krivih zaključaka. Uz neke manjkavosti, ove metode znače revoluciju u taksonomiji i sistematici, kao i u samoj identifikaciji vrsta. Da bi se manjkavosti anulirale, u istraživanjima se kombinira više biokemijskih metoda.

Mišljenje da na području Hrvatske postoji još jedna vrsta jele *Abies pardei* Gaussen, *Abies biokovoensis* Kušan., ili *Abies croatica* Lovrić, do kojega se došlo promatranjima na terenu te morfometrijskim analizama, nije potvrđeno molekularno genetičkom analizom populacija.

Na temelju provedene analize, u ovom radu obična jela iz male populacije na Biokovu pripada isključivo

vrsti *Abies alba*. Ova populacija osobita je po maloj heterozigotnosti, uz pojavu genetičkoga drifta, što daje poseban specifikum toj maloj sastojini, ali se isključuju pojave bilo kakve nove vrste jele u tom području.

Na temelju ranije provedenih molekularno genetičkih istraživanja, može se izvesti zaključak da na genetičkoj razini ne postoje razlike koje bi se mogle pripisati razlikama između vrsta, nego da postoje samo razlike koje su uvjetovane klinalnom varijabilnošću, kao i razlike koje su uvjetovane različitim ekološkim prilikama. Razlike između ekotipova mogu se utvrditi pomoću izoenzimskih biljega, a pomoću mtDNK može se potvrditi pripadnost vrsti.

LITERATURA – References

- Ballian, D., 2003a: Procjena genetičke varijabilnosti obične jеле (*Abies alba* Mill.) analizom izoenzima u dijelu prirodnih populacija Bosne i Hercegovine i Hrvatske; Šum. list 127 (3–4): 135–151, Zagreb.
- Ballian, D., 2003b: Procjena genetičke varijabilnosti obične jеле (*Abies alba* Mill.) analizom cpDNA u dijelu prirodnih populacija Bosne i Hercegovine i Hrvatske; Šum. list, 127 (7–8): 347–357, Zagreb.
- Ballian, D., D. Kajba, (2003): Estimation of the isoenzyme genetic variability of the silver fir (*Abies alba* Mill.) from the area of Gorski Kotar (Croatia), 8. Kongres biologa Hrvatske, (Periodicum Biologorum – u tisku).
- Bergmann, F., 1991: Causes and Consequences of Species Specific Genetic Variation Patterns in European Forest Trees Species: Examples with Norway Spruce and Silver Fir. In: Müller-Starcz, G., Ziehe, M. (ed.): Genetic Variation in European Population of Forest Trees. 67–78. J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt.
- Bergmann, F., J. Matschke, 1998: Genmarker ermöglichen Zertifizierung unterschiedlicher Rassen der Nordmannstanne aus Herkunftsgebieten des Kaukasus und der Türkei (I), Baum-Zeitung 2: 59–62.
- Borzan, Ž., A. Ž. Lovrić, M. Rac, 1992: Hrvatski biljni endemi. U Đ. Rauš (ed.) Šume u Hrvatskoj: 231–232. Šumarski fakultet, Zagreb.
- Ducci, F., 1991: Morphological variation in silver fir (*Abies alba* Mill.) seedlings from provenances in central and southern Italy. Annali del 'Instituto Sperimentale per la Selvicoltura, publ. 1994, 22: 53–73.
- Dumolin-Lapergue, S., M. H. Pemonge, R. J. Petit, 1998: Association Between Chloroplast and Mitochondrial Lineages in Oaks; Molecular Biology and Evolution, 15 (10): 1321–1331.
- Giannini, R., L. Parducci, P. Rossi, F. Villani, 1994: Genetic structure and mating system of silver fir in the Campolino reserve (North Apennins, Italy), Jur. Genet. & Breed. 48: 335–338.
- Gömöry, D., D. Longauer, S. Liepelt, D. Ballian, R. Brus, H. Kraigher, V. I. Parpan, P. I. Stupar, L. Paule, B. Ziegenhagen, (2004): Variation patterns of mitochondrial DNA of *Abies alba* Mill. in suture zones of post-glacial migration in Europe. Acta Societatis Botanicorum Poloniae, Vol. 73, No. 3: 203–206.
- Gregorius, H. R., H. H. Hattemer, F. Bergmann, 1984: Über Erreichtes und kaum Erreichbares bei der "Identifikation" forstlichen Vermehrungsguts; Bericht des Instituts für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung der Georg-August-Universität Göttingen.
- Konnert, M., A. Franke, Y. Simsek, 1992: Genetische Untersuchungen an Tannenpopulationen aus der Türkei. Mitt. Ver. Forstl. Standortskunde u. Forstpflanzenzüchtung 36: 9–15.
- Konnert, M., F. Bergmann, 1995: The geographical distribution of genetic variation of silver fir (*Abies alba*, Pinaceae) in relation to a migration history. Plant systematics and Evolution, 196 (1–2): 19–30.

- Konnert, M., W. F. Ruetz, 1997: Genetic variation among provenances of *Abies grandis* from the Pacific northwest. *Forest Genetics*, 4 (2): 77–84.
- Konnert, M., 1999: Herkunftsüberprüfung mit biochemisch-genetischen Methoden. *Der Weihnachtsbaum*, 5: 4–9.
- Kral, F., 1980a: Untersuchungen zur physiologischen Charakterisierung von Tanneprovenienzen. In: Mayer, H. (ed.): 3 Tannensymposium, 139–157, Wien.
- Kral, F., 1980b: Walgeschichtliche Grundlagen für die Ausscheidung von Ökotypen bei *Abies alba*. In: Mayer, H. (ed.): 3 Tannensymposium, 158–168, Wien.
- Kramer, W., 1979: Zur Herkunftsfrage der Weißtanne (*Abies alba* Mill.), *Forstarchiv*, 50 (7–8): 153–160.
- Kramer, W., 1980: Osteuropäische Herkünfte von Weißtanne (*Abies alba* Mill.), *Forstarchiv*, 51 (9): 165–169.
- Liepelt, S., R. Bialozyt, B. Ziegenhagen, 2002: Wind-dispersed pollen mediates postglacial gene flow among refugia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 99 (22): 14590–14594.
- Lovrić, A. Ž., M. Rac, 1992: Suhe jelove šume na primorskim vjetrometinama (*Abieti-Quercion* i *Calamagrostio-Abietion*), 6 IUFRO Tannensymposium, 143–150, Zagreb.
- Lovrić, A. Ž., 1995: Taksonomske i biocenološke osobitosti olujnih obala i primorskih vrhova duž Taurodinarskog velekrasa. Diss. http://www.mzt.hr/projekti9095/1/08/004/rad_h.htm#rad7
- Matschke, J., F. Bergmann, 1998: Untersuchung von Saatgut aus Plantagen der Nordmannstanne (*Abies nordmanniana*) (II), *Baum-Zeitung* 2: 63–65.
- Morgenstern, E. K., 1996: Geographic Variation in Forest Trees. University of British Columbia, 209 str.
- Pascual, L., F. J. Garcia, F. Perfectti, 1993: Inheritance of Isozyme Variations in Seed Tissues of *Abies pinsapo* Boiss. *Silva Genetica*, 42 (6): 335–340.
- Rac, M., A. Ž. Lovrić, 1992: Taksonomski varijacijski prikazi vrsta jеле na zapadnom Balkanu i nova prirodna staništa endemske *Abies pardei* s ostalim hibridima, 6 IUFRO Tannensymposium, 57–67, Zagreb.
- Ruetz, W. F., A. Franke, B. Stimm, 1998: Der Süddeutsche Weißtannen (*Abies alba* Mill.) – Provenienzversuch, Jungendentwicklung auf den Versuchsflächen. *Allg. Fors. und J. Ztg.*, 169 (6/7): 116–126.
- Salaj, J., A. Kosova, A. Kormutak, B. Walleš, 1998: Ultrastructural and molecular study of plastid inheritance in *Abies alba* and some *Abies* hybrids; *Sexual Plant Reproduction*, 11: 284–291.
- Silvertown, J. W., J. L. Doust, 1995: Introduction to plant population biology, Blackwell Science, Reprinted 1995, 210 str.
- Slatkin, M., 1994: Cladistic analysis of DNA Sequence Data from Subdivided Populations. In: Real, A.L. (ed.): Ecological Genetics. 18–34. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Šoljan, D., E. Šolić, 1986/1987: Prilog poznavanju jele na Biokovu, *Glasn. Muz. BiH*, 25–26: 53–69.
- Šoljan, D., 1990: Novi varijetet vrste *Abies alba* Mill., *Bilten Društva ekologa BiH*, 5: 77–80.
- Trinajstić, I., 1999: Što su *Abies perdei* Gussone i *Abies biokovensis*. *Šum. list*, Zagreb, 1–2: 11–16.
- Trinajstić, I., 2001: Rasprostranjenost obične jele *Abies alba* u Hrvatskoj, U B. Prpić (ed.) *Obična jela u Hrvatskoj*, Zagreb, 98–101.
- Vicario, F., G. G. Vendramin, P. Rossi, P. Liò, R. Giannini, 1995: Allozyme, chloroplast DNA and RAPD markers for determining genetic relationships between *Abies alba* and the relic population of *Abies nebrodensis*, *Theoretical and Applied Genetics*, 90 (7–8), 1012–1018.
- Vidaković, M., 1993: Četinjače – morfologija i variabilnost, Grafički zavod Hrvatske i Hrvatske šume, p.o. Zagreb, Zagreb, 741 str.
- Vukelić, J., D. Baričević, 2001: Šumske zajednice obične jele u Hrvatskoj, U B. Prpić (ed.), *Obična jela u Hrvatskoj*, Zagreb, 162–186.

SUMMARY: This paper presents some previously reported results on the molecular-genetic level with reference to common silver fir, *Abies alba* Mill., from the mountain of Biokovo, as well as to some other populations of common fir and other fir species. The presented results were obtained on the basis of isoenzyme analysis as well as by the analysis of mitochondrial DNA.

The discussions that in the area of Croatia there exist other kinds of fir tree *Abies pardei* Gaußsen, *Abies biokovoensis* Kuš. or *Abies croatica* Lovrić, which was determined by observations in the field as well as by morph-metric analyses, does not have scientific grounds. On the basis of the molecular-genetic investigations on common fir and other kinds of fir trees the morpho/metric results were critically analyzed, since molecular genetic analysis exclude environmental influence, and in this case confirms that it is a common fir tree that grows in specific ecological circumstances, in a small isolated population at the mountain of Biokovo.

On the basis of carried out comparative analyses, this paper reported that common silver fir from the small population at the Mountain of Biokovo falls into the groups of the genus *Abies alba*, and therefore any other taxonomic systematization is totally excluded. This population is characterized by minor heterozygosity, with appearance of genetic drift, which gives a specific quality to this small habitat, but also excludes the appearance of any other new species of fir in that area.