

UDK 634.0.232.318:634.0.232.312.31 Abies alba MILL.

KAKOVOST JELOVEGA SEMENA V ODVISNOSTI OD PROVENIENČNIH RASTIŠČ  
IN KLIME POSEBNO GLEDE NA PROPADANJE NAŠE JELKE

Miran BRINAR

Sinopsis

S primerjanjem semena desetih različnih jelovih provenienc iz Slovenije (YU), so bile dognane nekatere stohastične odvisnosti med različnimi ekološkimi parametri, načini priprave oziroma dodelave semena in kakovostjo jelovega semena. Izsledki raziskav v marsičem potrjujejo dognanja, ki jih je avtor objavil v preteklih letih.

THE FIR SEED VIABILITY IN RELATION TO THE PROVENANCE SITES AND  
CLIMATE WITH SPECIAL RESPECT TO THE FIR DIE-BACK IN SLOVENIA (YU)

Synopsis

On the basis of comparison of ten various fir provenances from Slovenia (YU), some stochastic dependences among various ecological parameters, seed preparation as well as processing and fir seed viability have been established.

The research results in many respects confirm the findings published by the author in the past years.

Prispelo: 21.9.1976

Avtorjev naslov:

dr. Miran BRINAR, dipl.inž.gozd.  
61000 Ljubljana, Ilirska 12

Ob dosedanjih ugotovitvah, ki so pokazale, da obstaja na jugoslovanskem pa tudi na ožjem slovenskem ozemlju široka, provenienčno pogojena variabilnost in ekološko zasnovana divergentnost jelke glede njenih morfoloških, anatomskih in nekaterih fizioloških značilnosti (1, 4, 5, 6, 7, 12), se je zastavilo vprašanje: ali se uveljavljajo kake provenienčno opredeljene razlike tudi glede kakovosti jelovega semena in koliko so le-te odvisne od nekaterih značilnosti izhodiščnih rastišč in stopnje sedanje oslabeledosti naše jelke.

Pričujoči prispevek poroča o našem tovrstnem raziskovanju in o njegovih uspehih. Primerjalno vrednotenje novih izsledkov omogoča hkrati tudi ponovno preverjanje naših prejšnjih dognanj s tega področja. Delo je financiralo Ministrstvo za poljedelstvo Združenih držav Amerike PL 480 Grant št. PG-Yu-206, projekt št. E 30-FS-21. Nosilec celotne naloge na to temo je bil prof. dr. Miran Vardjan.

## 1. MATERIAL IN POSTOPEK

Obravnavano jelovo seme je izhajalo iz 10 naravnih jelovih sestojev, ki sem jih izbral za ta namen na ozemlju SR Slovenije, tako da je bila pri tem čim bolj izpolnjena zahteva za širokim spektrom provenienc glede na njihovo zemljepisno lego ter reliefne, tlotvorne in fitocenološke značilnosti. Pri tem vzorčenju sem skušal hkrati primerno upoštevati tudi ustrezno udeležbo takšnih jelovih sestojev, ki na videz še niso prizadeti, in tudi takšnih, ki kažejo znake srednje ali hude oslabeledosti.

Upoštevane proveniencije jelovega semena izhajajo iz geografskega intervala od  $14^{\circ}07'$  do  $15^{\circ}25'$  vzhodne dolžine s pripadajočimi zemljepisnimi širinami od  $45^{\circ}37'$  do  $46^{\circ}32'$  in z višinsko amplitudo od 170 do 1150 m nad morjem.

V pedogenem pogledu imamo v 7 primerih opraviti z apnenčasto podlago, v drugih pa s kameninami brez ali pa z le malo karbonatov. Izbrani semenski izvori fitocenološko pripadajo 6 različnim jelovim rastlinskim združbam.

### 1.1 Osnovni ekološki ali rastiščni podatki provenienc obravnavanega jelovega semena:

1. Karavanke, Košuta, Dovžanka, "Malo hudo brdo", Jelendol 17a. Nadmorska višina 1100 m, ekspozicija JZ; inklinacija 20-25°. Geološka podlaga so glineni skrilavci. Vegetacijski tip Luzulo-Piceetum. Nepravilno enodobni mešani sestoj smreke in jelke (smr. 0,7, jel. 0,3) naravnega nastanka. Sklep 0,6, starost do 140 let. Gozd je registriran kot semenski objekt št. 223. Jelka kaže blage znake hiranja.

2. Pohorje, nad Radljami, "Baronovo", Hudi kot 39a. N.v. 950 m, SZ, 15-25°. Tonalit. Abieti-Fagetum austroalpinum. Nepravilno enodobni gozd bukve in jelke naravnega nastanka. Sklep 0,8, starost do 110 let. Jelka kaže komaj opazne znake hiranja.

3. Konjiška gora, Slov. Konjice II, 83a in 84c. N.v. 850 m, V, 5-10°. Dolomitizirani apnenec, Abieti-Fagetum aceretosum. Nepravilno enodobni sestoj jelke, smreke in bukve (0,6, 0,3, 0,1) naravnega nastanka. Sklep 0,7 do 0,8. Starost do 130 let. Gozd je registriran kot semenski sestoj št. 107. Jelka je zelo prizadeta zaradi sušenja.
4. Pohorje nad Zrečami, "Sevškov gozd", Padeški vrh 601. N.v. 900 m, JJZ, 10-20°. Amfibolit. Luzulo-Piceetum. Nepravilno prebiralni gozd naravnega nastanka. Mešani sestoj jelke in smreke (0,6 : 0,4) za jasicami po 3 do 5 arov. Starost do 175 let. Gozd je registriran kot semenski objekt št. 305. Jelka kaže blage znake fiziološke oslabeledosti.
5. Bela krajina, "Zastava", odd. 43. N.v. 170 m. Valovit vrtačast svet. Jurski apnenec. Querco-Carpinetum piceetosum. Mešani enodobni sestoj gradna in gabra s skupinsko primešano smreko in jelko. Sestoj je nastal po sečnji na golo leta 1926 s tem, da so ostale starejše jelke, sedaj stare do 90 let. Jelka je izredno vitalna in zdravega videza.
6. Kočevski Rog nad Črmošnjicami, "Ribnik", Kumarna vas odd. 46. N.v. 700 m, 15-20°, SV. Jurski apnenec. Abieti-Fagetum typicum. Nepravilno enodobni mešani sestoj jelke in smreke (0,6 : 0,4) naravnega nastanka. Starost do 100 let. Gozd je registriran kot semenski objekt št. 20. Jelka je vitalna in ne kaže znakov pešanja.
7. Kočevski Rog nad Podturnom, "Muhičev studenec", Pogorelec, odd. 9. N.v. 650 m, S-SZ-Z, 5-15°, vrtačast svet. Jurski apnenec. Abieti-Fagetum typicum. Nepravilno enodobni sestoj jelke, smreke, bukve in javora (jel. 0,5, smr. 0,4) naravnega nastanka. Starost do 110 let. Jelka kaže le blage znake fiziološkega pešanja.
8. Krim pod Ljubljano, "Kamnica" pod Rakitno, Preserje odd. 29b. N.v. 870 m, SV, 10-15°. Triadni apnenec. Abieti-Fagetum dinaricum. Nepravilno prebiralni mešani sestoj jelke s primešano smreko in bukvi. Starost do 120 let. Jelka zelo intenzivno propada.
9. Notranjski Snežnik, Mašun, odd. 19a. N.v. 1020 m, 5-10°, rahlo valovit svet. Kredni apnenec, Abieti-Fagetum omphalodetosum. Enomerni mešani sestoj jelke, smreke in bukve (0,8, 0,15, 0,05) naravnega nastanka. Jelka stara do 120 let in je skoraj popolnoma vitalna.
10. Julijske Alpe, Jelovica, "Bodljaka", Martinček, odd. 7a. N.v. 1150 m. Blago valovit svet. Apnenec s postglacialnimi naplavinami, Luzulo-Piceetum. Enodobni smrekov gozd s primešano jelko (0,9, 0,1) naravnega nastanka. Starost do 140 let. Jelka kaže začetne znake tipičnega propadanja.

1.2 V vsakem od teh sestojev so bili med 8. in 29. septembrom 1971 z več dreves nabrani jelovi storži, ki so bili nato sušeni v zračnem zaprtem prostoru pri zmerni sobni temperaturi. Pridobljeno seme je bilo po očiščenju homogenizirano (16) po proveniencah in shranjeno v 5 različnih klimatičnih režimih, in sicer:

- A) v senčnem zračnem prostoru s temperaturo in vlago zunanjega ozračja,
- B) v prostoru z razmerami suhe zračne kleti,
- C) v komori hladilnice pri temperaturi od 3 do 5° C in
- Č) v komori hladilnice pri temperaturi od -3 do -5° C.

V prvih dveh primerih je bilo seme v platnenih, v zadnjih dveh pa v neprepustno zavarjenih plastičnih vrečkah.

Vlažnost semena je bila ugotavljana ob vskladiščenju in ob poznejšem jemanju poskusnih vzorcev po metodi s sušilnikom (16).

1.3 Kalivost semena je bila preiskušana v 14 serijah, ki so bile zastavljene ob uskladiščenju ter nato še 47, 63, 150, 240, 360, 497, 650, 710, 743 in 773 dni po uskladiščenju. Semenski vzorci so bili jemani in njihova kalivost določana v Jakobsenovem, Krstičevem in Steinerjevem kalilniku po določilih JUS (16). Poleg s standardom predpisane 28-dnevne obravnave - t.i. standardске kalivosti - je bila kalitvena kakovost jelovega semena ugotovljena tudi še s podaljšanim, tj. s 60-, 80-, 100- in 150-dnevnim testiranjem v kalilniku. Kalitveni uspehi so v tem prispevku vrednoteni ne le z običajnim odstotnim razmerjem med številom skaljenih semen in številom vseh semen v obravnavanem vzorcu, ampak tudi z odstotnim razmerjem med številom skaljenih semen in številom polnih semen v prizadetem vzorcu. Prvo omenjene vrednosti označujemo v tem prispevku kot neposredno kalivost, drugo omenjene pa kot rektificirano kalivost. S primerjalno razčlenbo rektificirane kalivosti je namreč mogoče presoditi kalitvene sposobnosti semena ob sočasnem upoštevanju le tistih usmerjevalcev njegove kalivosti, ki odločajo o uporabni vrednosti semena šele potem, ko je bilo seme že pridelano.

## 2. TEŽA IN VLAGA SEMENA

Teža semena vsake jelove provenience je bila ugotovljena ob vskladiščenju in večkrat pozneje pred vlaganjem razkriljenega, popolnoma čistega semena v kalilnik. Pri tem je bil uporabljen postopek, kot je določen s standardom (16), zato se tudi podatki o teži, ki so v nadaljevanju navedeni, dosledno nanašajo na "absolutno maso semena", tj. na težo 1000 zračno suhih semen brez primesi in brez krilc (v gramih).

2.1 Teža jelovega semena takoj po žetvi ali ob uskladiščenju pada za obravnavane provenience v razpon od 39,53 do 54,03 g s poprečjem 46,16 g in z relativno variabilnostjo 31%. Ugotovljena srednja vrednost torej ne dosega poprečka 50,6 g,

ki ga za težo jelovega semena iz različnih krajev Jugoslavije navajajo različni avtorji (4, 5, 6, 7, 8). Zaostajanje naše jelke v teži znaša torej povprečno 8,8%. Tudi primerjava naših ugotovitev z vrednostmi, ki jih je Ljuba Marković pred kratkim dognal za 70 različnih vzorcev jelovega semena, izhajajočega iz 19 različnih jelovih objektov na ozemlju Jugoslavije in nabranega v več rodnih letih (10), opozarja, da imamo v našem primeru opraviti s precej lažjim materialom, kajti teža Markovičevega semena je bila v intervalu od 38,5 do 83,4 g in je znašala povprečno 60,83 g. Jelovo seme je bilo torej v našem primeru povprečno za 24,1% - torej skoraj za četrtno lažje od povprečne teže 70 jugoslovanskih vzorcev. Pri tem je amplituda provenienčno pogojene variabilnosti v Markovičevem primeru za 210% širša od naše; to si lahko razložimo z dejstvom, da je imel avtor opraviti s proveniencami, ki so glede ekoloških značilnosti svojih izhodišč neprimerno bolj heterogene, kot so v našem primeru. Če primerjamo npr. le zemljepisno lego, se že pokaže, da ležijo v primerjanih podatkih vsebovane proveniencije v razponu, ki glede geografske dolžine za več kot 4-krat, glede geografske širine pa celo za več kot 7-krat presega interval geografskih ordinat iz našega primera.

2.2 Glede na to, da so v našem raziskovanju upoštewane proveniencije z izhodiščnimi legami, ki med seboj niso pomembneje oddaljene, saj znaša dolžinski razpon med skrajnima le  $1^{\circ}18'$ , širinski pa komaj  $55'$ , nismo pričakovali, da bo mogoče odkriti kakršnokoli odvisnost med geografskimi ordinatami provenienčnih rastišč in med težo pripadajočega semena. Glede zemljepisne širine so naše ugotovitve potrdile to domnevo, toda za zemljepisno dolžino se je ob razvrstitvi po višinskih pasovih (3) vendarle pokazala njena povezava s semensko težo, ki se izraža celo z 90% doslednostjo in s trdno signifikantnostjo. (Za zgornji višinski pas znaša koeficient korelacije  $-0,925$ , za pas pod njim  $-0,9527$ , za višine med 400 in 700 pa celo  $-0,9999$ ). S premikom provenienčnega izhodišča od zahoda proti vzhodu torej teža jelovega semena upada. Ta gradient znaša v zgornjem višinskem pasu  $4,98$  g (12%) povprečno za eno dolžinsko stopinjo. Za proveniencije iz nižjih pasov je ta klanalna odvisnost še izraziteje poudarjena, in sicer dosledno stopnjevano z nižanjem pasov. Veljavnost tega odnosa je bilo mogoče utemeljiti za proveniencije, izhajajoče z rastišč nad 400 m. Semena nižjega izvora namreč ni bila mogoče statistično analizirati, ker ga v raziskovanem gradivu ni dovolj.

Naša ugotovitev se ujema z dognanjem Lj. Markovića (10), ki je v svojih raziskovanjih odkril srednje trdno negativno linearno odvisnost ( $r = -0,4756$ ) teže jelovega semena od zemljepisne dolžine; težinski gradient za 1 stopinjo pri njemu znaša le  $2,94$  g, torej komaj dobro polovico našega. Ta razlika je razumljiva, ker se primerjani tuji izsledki nanašajo na vse obravnavane vzorce kot na kolektiv; zato vpliva na izračunane parametre npr. tudi odvisnost semenske teže od nadmorske višine izhodnega rastišča, ki more nakazovalce odvisnosti teže od zemljepisne dolžine bolj ali manj zabrisati, tj. zmanjšati njihovo razhajanje.

Zanimiva in pomembna je skladnost našega navedenega izsledka z ugotovitvami pri raziskovanju nekaterih fizioloških značilnosti jelovih sadik raznih provenienc (1), kjer smo bili odkrili analogno klanalno negativno korelacijo med geografsko dolžino izhodnega rastišča provenienc in med transpiracijsko aktivnostjo ter spe-

cifično kapaciteto za vodo 2- do 5-letnih jelovih sadik. Iz naših tedanjih raziskovanj je nadalje mogoče dodatno povzeti, da je poprečna semenska teža 8 jelovih provenienc iz Slovenije za 17% presegala popreček 11 provenienc iz naših vzhodnejših republik. Maksimum pripada semenu s Pohorja, minimum pa tistemu s Peristera, ki leži najbolj vzhodno. Podobna, toda pozitivna odvisnost se nam je tedaj pokazala tudi med resorpcijsko zmožnostjo jelovih sadik in med zemljepisno dolžino provenienčnega izhodišča (1). Tudi neenako reagiranje produktivnosti jelovih sadik na svetlobo in provenienčno pogojeno razhajanje zgradbe iglic (1) opozarjata na filogenetsko divergentnost jelke, ki v vseh teh primerih kaže odvisnost od geografske dolžine izhodišča.

2.3 Med reliefnimi značilnostmi smo le za nadmorsko višino izhodnih rastišč odkrili povezavo s semensko težo. Obravnavane proveniencije smo razvrstili v ustrezne višinske razrede, kot smo jih uporabljali že doslej (1, 2, 3). Iz preglednice je razvidno, da srednje vrednosti semenske teže s stopnjevanjem višine dosledno upadajo.

| Višinski pas                       | do 400 m | 400 - 700 m | 700 - 1000 m | nad 1000 m |
|------------------------------------|----------|-------------|--------------|------------|
| Poprečna absolutna masa semena (g) | 52,83    | 49,15       | 46,03        | 39,77      |

Korelacija je pri tem zelo trdna ( $r = -0,9828$ ). Odvisnost se uveljavlja linearno po enačbi  $Y = 46,94 - 0,0142(x - 702)$ , torej s poprečnim 100-metrskim višinskim gradientom 1,42 g. Poprečka skrajnih upoštevanih višinskih pasov se razlikujeta za 24,7%.

Naša raziskovanja 20 jelovih provenienc niso mogla odkriti odvisnosti med težo jelovega semena in nadmorsko višino izhodnega rastišča, ker je obravnavani kolektiv izhajal iz ekološko - zlasti geografsko - skrajno različnih izvorov in je zato lahko vpliv drugih dejavnikov prekril in zabilisal odnos med nadmorsko višino in semensko težo. Pač pa je Popnikola (13) za jelovo seme s Peristera - torej z ožjega zemljepisnega območja - ugotovil podobno povezavo med nadmorsko višino izhodišča in semensko težo. Ta odvisnost sicer ni bila tako trdna ( $r = -0,4456$ ) kot v našem primeru, vendar pa je bila izražena z zelo velikim poprečnim 100-metrskim gradientom 9,25 g.

2.4 Na področju pedogenetskih značilnosti provenienčnih rastišč smo ugotovili pomemben pojav, tj. uveljavljanje odvisnosti absolutne mase jelovega semena od udeležbe ali odsotnosti apnenca v tleh, pri čemer je seme s karbonatnih tal težje od tistega, ki izhaja s tal brez apnenca. Poprečni vrednosti za proveniencije ene in druge skupine se razlikujeta za 10%. Odvisnost se kaže z doslednostjo 85%.

Tudi kasnejša analiza podatkov za svoječasno obravnavane jelove proveniencije (1) nam pokaže podobno odvisnost za vzorce s slovenskega ozemlja s poprečnim presežkom "apnenčastih" provenienc za 15%, za vzorce z vzhodnih nahajališč pa za 9%.

Primerjalno pozornost zasluži tudi analogno fiziološko razhajanje jelovega potomstva, izhajajočega z apnenčastih tal od tistega z neapnenčastih, pri čemer je zlasti poudarjena prednost prvega glede produktivnosti, teže asimilacijske mase, transpiracijske aktivnosti, reakcije vodne bilance na polseno ter anatomske zgradbe iglic, hkrati pa pomanjkljivost glede velikosti končnega vodnega deficita, ki ga je povzročila suša (1). (Zanimivo je, da veljajo analogne odvisnosti tudi za bukovno seme, ki je z apnenčastih tal ne le težje, ampak tudi večje; isto velja tudi za pripadajoče kupule (2).

2.5 Absolutna masa jelovega semena je nadalje z 82-odstotno doslednostjo povezana s pripadnostjo provenienčnih rastišč določenim rastlinskim združbam. Največje vrednosti pripadajo asociaciji Abieti-Fagetum typicum, za njo nekoliko zaostaja združba Abieti-Fagetum dinaricum, asociacija Luzulo-Piceetum pa precej zaostaja za poprečjem in dosega komaj 81% vrednosti združb, ki smo jih omenili najprej. To prednostno zaporedje je izrazito nasprotno tistemu, ki ga je mogoče določiti iz podatkov v naših prejšnjih raziskovanjih (1).

2.6 Seme iz na videz zdravih jelovih sestojev je nekoliko težje (poprečno za 5,6%) od tistega iz prizadetih gozdov, vendar le 70% dosledno. Veliko bolj trdne odnose pokaže primerjava z rektificirano težo semena, kajti v tem primeru pripada zdravim jelkam za 76% večja teža, korelacija med stopnjo vitalnosti semenjakov in med težo pripadajočega semena pa je popolna ( $r = 0,9836$ ).

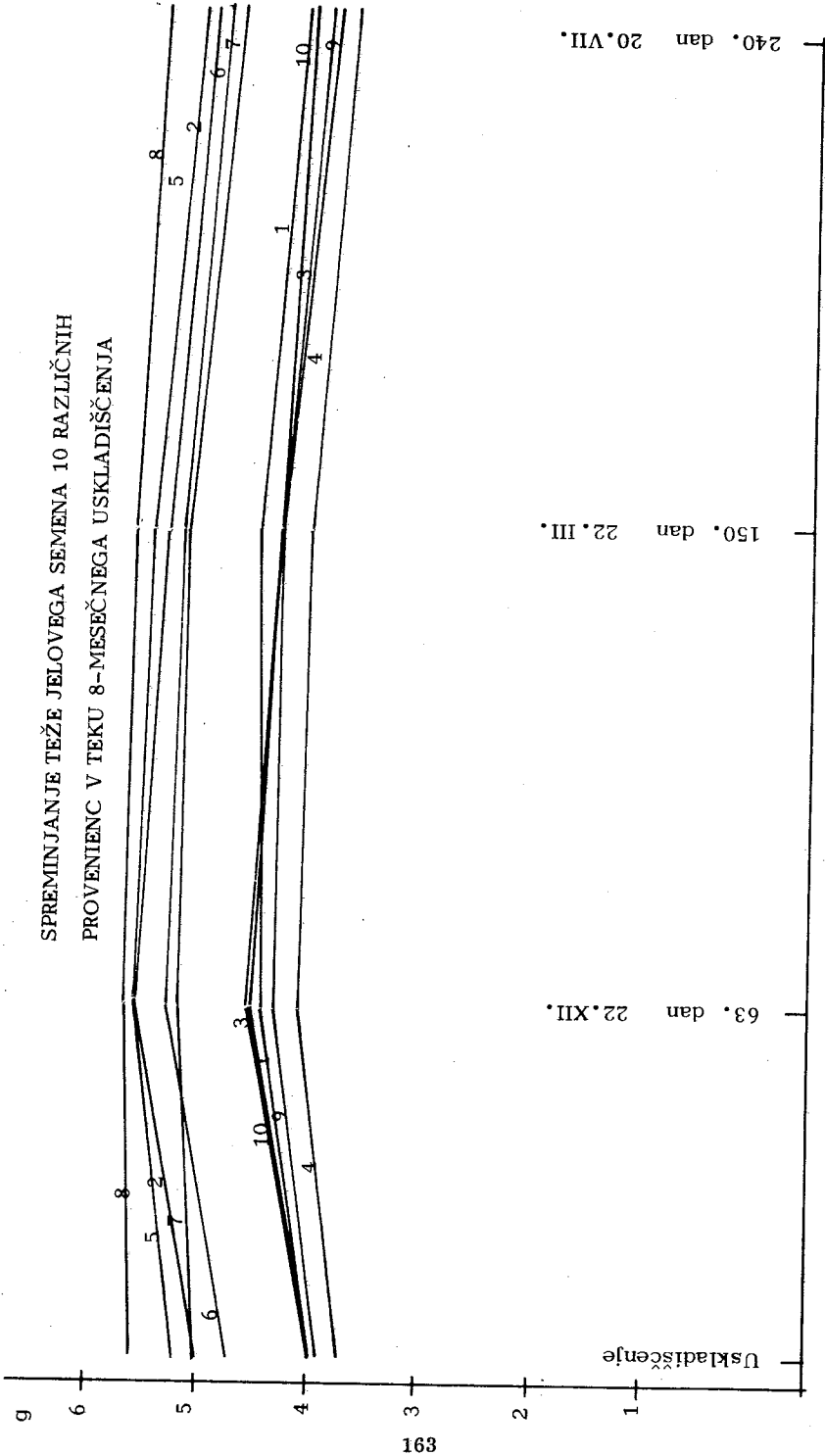
Obstoji šibka povezava med absolutno maso jelovega semena in udeležbo polnega semena v provenienčnem vzorcu, vendar le-ta ni signifikantna. Tovrstna odvisnost torej zelo zaostaja za tisto, ki jo je ugotovil Marković (10), ko je za jelovo seme 19 jugoslovanskih provenienc dognal trdno negativno korelacijo med količino gluhega semena in absolutno maso semena ( $r$  je od  $-0,6884$  do  $-0,7138$ ).

2.7 Teža semena se je spreminjala v odvisnosti od trajanja uskladiščenja. Kot je razvidno iz diagrama št. 1, so bile teže semena vseh jelovih provenienc podvržene medsebojno zelo analognim, skoraj enakim spremembam.

Teža semena je 63 dni po uskladiščenju naraščala s 100-odstotno doslednostjo in se je v tem času povečala za 2,5 do 14% ali poprečno za 9,3%. Naslednje 3 mesece, tj. med 63. in 150. dnevom uskladiščenja je semenska teža v 90% primerih neznatno upadla (poprečno za 1,8%), v zadnjih 3 mesecih pa se je to upadanje teže intenzivneje nadaljevalo in je doseglo zmanjšanje do 9,8% ali poprečno 7,4%. Kljub takšnim spremembam pa se začetna teža in končna, tj. tista po 240-dnevem uskladiščenju v poprečju skoraj nič ne razlikujeta (le za 0,7% in še to le s 60-odstotno doslednostjo). Po osmih mesecih uskladiščenja je torej teža jelovega semena - kljub pomembni vmesni fluktuaciji - postala praviloma skoraj enaka začetni. Vse navedene ugotovitve in sklepi veljajo tako za semenske vzorce, ki so bili shranjeni pri temperaturi nad ničlo, kot tudi za tiste, ki so bili uskladiščeni pod ničlo (režima "C" in "Č" iz točke 1.2).



SPREMINJANJE TEŽE JELOVEGA SEMENA 10 RAZLIČNIH  
 PROVENIENC V TEKU 8-MESEČNEGA USKLADIŠČENJA



1. Diagram

Iz diagrama št. 1 je razvidno, da se seme jelovih provenienc glede teže razhaja v dva, med seboj na daleč ločena snopa. Višjemu snopu pripadajo provenienc 2, 5, 5, 7 in 8, nižjemu pa provenienc 1, 3, 4, 9 in 10 (točka 1.1). Primerjalna analiza je pokazala, da te izrazite polarizacije ni mogoče pripisati ne tlotvornim ali splošnim ekološkimi razlikam izhodnih rastišč, ne zdravstvenemu stanju pripadajočih jelovih semenjakov in tudi ne drugim reliefnim značilnostim - razen nadmorski višini, ki edina očitno in signifikantno uveljavlja svoj vpliv na ugotovljeno skupinsko razhajanje semenske teže provenienc, tako da vzorcem iz spodnjega snopa pripada poprečna izhodna višina 1004 m, iz zgornjega snopa pa višina 668 m. Iz poteka krivulj, ki po proveniencah kažejo teža semena v teku osem-mesečnega uskladiščenja, je razvidno, da je proces spreminjanja teže pri vseh vzorcih potekal zelo analogno, tako da je celo njihovo zaporedje v 240 dneh ostalo pri 40% proveniencah nespremenjeno, v zadnjih 3 mesecih pa v zaporedju sploh ni bilo nikakršnega premika. Pojav, da so nekatere provenienc prvih 240 dneh spremenile svoj položaj v zaporedju, je mogoče povezati edinole z odvisnostjo od osem-mesečnega povečanja vlage v semenu. Provenience, ki so v zaporedju dosledne, v tem obdobju stopnjujejo svojo vlago poprečno za 17%. Pri nedoslednih proveniencah naraste v tem času vsebnost vode le za 5%. Tovrstna odvisnost se uveljavlja pri 100% vzorcev in je trdno signifikantna ( $r = -0,6438$ ).

Na obravnavano spreminjanje semenske teže pa ni vplivala morebiti le drugačna vlažnost semena - le-to bomo obravnavali pozneje posebej - ampak zlasti neenaka teža same semenske snovi, ki smo jo za ta primer posebej primerjali. Za seme, ki je bilo 8 mesecev shranjeno v režimu "C" (točka 1.2), je teža suhe snovi v 80% primerov upadla, in sicer do 7%, poprečno pa za 2,3%, teža suhe snovi semena, shranjenega enako dolgo v režimu "Č" (pri -3 do -5° C), ni upadla, ampak je celo zelo blago narasla (poprečno za 0,1%). Ker pa velja to le v 60% primerov, moremo končno teža suhe semenske snovi iz režima "Č" imeti za enako začetni teži. Razmerja, ugotovljena za teža suhe semenske snovi, so zelo analogna tistim, ki smo jih dognali za teža naravno vlažnega semena. V prvem primeru so le še bolj poudarjeni kot v drugem. Iz te ugotovitve nujno sledi spoznanje, da vlaga v semenu ali njene spremembe ne morejo biti tisti dejavnik, ki vpliva na opaženi pojav, da se teža uskladiščenega jelovega semena sčasoma občutno spreminja; najprej naglo narašča, nato pa blago upada, tako da se po 8 mesecih zopet "normalizira", tj. izenači s teža pred uskladiščenjem.

Ker so bili obravnavani semenski vzorci shranjeni v neprepustno zavarjenih vrečkah, se teža semena ali njegove suhe snovi ni mogla spreminjati pod morebitnim vplivom neposrednega materialnega ambienta. V našem primeru imamo torej opraviti s kvantitativnimi posledicami kvalitativnih endogenih procesov, ki se sčasoma razvijajo v jelovem semenu, s tem da jih temperature nad ničlo pospešujejo, pod ničlo pa zavirajo ali celo preusmerjajo v nasprotnost.

Za nastala težna spreminjanja ni bilo mogoče odkriti odvisnosti od ekoloških značilnosti provenienčnih rastišč, pač pa se je pokazala njihova povezava s pedogenim značajem tal, s tem da je teža suhe semenske snovi s tal brez apnenca v 240 dneh za 115% huje upadla kot tiste z apnenčastih tal.

2.8 Vлага jelovega semena ob njegovem uskladiščenju (začetna vlaga) je znašala po proveniencah od 6 do 11,6% ali poprečno 8,6% z variabilnostjo 54,3%, ki je torej občutno širša, kot smo jo dognali za teža semena (točka 2.1). Začetna relativna vlažnost semena tistih provenienc, ki izhajajo s tal brez apnenca, poprečno za 16,6% presega vlago v semenu z apnenčastih tal. Vendar pa je doslednost le 70% in je razlika statistično le zelo šibko utemeljena.

Pokazala pa se je zelo trdna povezava ( $r = -0,9880$ ) med začetno vlažnostjo semena in vitalnostjo pripadajočih semenskih jelk. Seme z navidez zdravih osebkov je vsebovalo poprečno za 26% več začetne vlage kot seme z zelo prizadetih dreves in tudi za 21% več relativne vlage. Odvisnost je linearna in jo izraža enačba  $Y = 1,164 - 0,132(x - 2)$  z napako  $\pm 0,075$ . Ta ugotovitev je pomembna, še zlasti, ker omogoča boljše osvetlitev problema katastrofalnega propadanja naše jelke in potrjuje naše prejšnje izsledke, ki povezujejo odmiranje jelke s spremembo takšnih fizioloških procesov, ki izvirajo iz nenormalnosti, tj. deficitnosti vodne bilance (1).

Končno se je pokazala še povezava med relativno vlago semena in njegovo težo, vendar pa ne s pozitivnim odnosom, ki bi ga pričakovali, ampak - presenetljivo - z negativno odvisnostjo, ki se uveljavlja z blago korelacijo ( $r = -0,2242$ ). Pri primerjavi različnih jelovih provenienc nam torej teža jelovega semena ne omogoča niti orientacijskega sklepanja o njegovi vlažnosti, kot to sicer ravnamo v vsakodnevni praksi, kajti v našem primeru se srečujemo z navideznim paradoksom, da je relativno vlažnejše seme lažje od tistega z manjšo relativno vlago. Seveda pa ta odnos ne velja za absolutno vlago semena.

2.9 Vlažnost jelovega semena - izražena bodisi kot absolutna vrednost bodisi kot relativni delež - se med vskladiščenjem spreminja. Primerjava podatkov iz petih poskusnih serij, razporejenih med 240 dni, je opozorila, da se vlaga v semenu dosledno spreminja, kljub temu da so bili vzorci shranjeni v neprepustno zavarjenih plastičnih vrečkah in zato na semensko vlago okolje neposredno ni moglo vplivati. V 240 dneh absolutna količina vlage in njen relativni delež nista upadala, kot se je to dogajalo s težo naravno vlažnega semena ali pa s suho semensko snovjo, temveč sta obe vrednosti za vlago v režimu "C" z doslednostjo 100% narasli za 0,6 do 30,9% in poprečno za 10,6%, pri režimu "Č" pa le z doslednostjo 40% in poprečno le za 1,8%. Zato moremo v drugem primeru imeti končno vlago za enako začetni.

Ker med poskusno dobo vlaga v semenu ni upadla, ampak je nasprotno zelo narasla, pripada torej kvantitativnim spremembam semenske teže drugačen predznak kot sočasnim spremembam semenske vlage. Zato prvih ni mogoče vzročno povezovati z drugimi. Končni deficit semenske teže more biti torej le posledica endogenih procesov, pogojenih s staranjem jelovega semena.

### 3. KALIVOST

3.1 Obravnavane proveniencije jelovega semena so uveljavile zelo različne stopnje kalivosti, ugotovljene s standardskim 28-dnevnim tretiranjem (točka 1.3). Takoj po žetvi, tj. pred uskladiščenjem je znašala "začetna" neposredna kalivost od 0 do 1,6% ali poprečno le 0,77%. Ob upoštevanju le polnega semena ali ob zanemaritvi gluhega (praznega) semena se kalitveni odstotek zviša do 19% in t. i. rektificirana kalivost znaša poprečno 3,3%. Ugotovljene vrednosti so izredno nizke, saj smo npr. leta 1964 (1) za 15 jugoslovanskih provenienc dognali poprečno standardno kalivost 21,5%, od tega za 5 provenienc iz Slovenije poprečno še celo 36,2%. Tudi poprečje 6 slovenskih provenienc iz leta 1972 znaša po podatkih iz knjige semenskih kontrol Inštituta za gozdno in lesno gospodarstvo 35,7%. Prav tako je tudi kakovost Markovičevih (10) 19 jugoslovanskih provenienc jelovega semena neprimerno boljša od obravnavanih vzorcev. Omenjeni avtor sicer ne poroča o kalivosti semena, vendar pa je mogoče o njej sklepati iz deleža gluhega semena, ki se v njegovem primeru giblje od 20 do 79% ali poprečno 39,5%, naša pa sega od 40,3 do 88,7% s poprečkom 62,3%.

Pri tem našem raziskovanju imamo torej opraviti z jelovim semenom izredno slabe kalivosti. Ker velja ta ugotovitev za vsako od obravnavanih provenienc, torej vzroka za skrajno šibko kalivost ni mogoče pripisovati npr. času nabiranja ali pa morebiti neustrezni manipulaciji s storži in s semenom. Razlago za ta splošen pojav je mogoče iskati le v klimatičnih razmerah leta 1971, ko so se razvijali jelovi cvetovi in plodovi. Marković (10) je namreč dokazal, da je mogoče delež gluhega jelovega semena pozitivno povezati z višino poprečne temperature v vegetacijskem obdobju, še bolj pa z njeno višino poleti, razen tega pa negativno in signifikantno tudi z vsoto padavin v vegetacijskem obdobju, posebno poleti (10).

Marković je ugotovil, da poprečna visoka temperatura zraka v vegetacijskem obdobju, posebno poleti povečuje delež gluhega semena, obilica padavin v teh obdobjih pa ga zmanjšuje. Primerjalno vrednotenje klimatičnih razmer v letu 1971 npr. za Ljubljano, pokaže, da tega leta poprečna temperatura v vegetacijski dobi sicer ni bistveno presejala ustreznega poprečka zadnjega desetletja (1961/70), pač pa je za 4% prekašala popreček predzadnjega desetletja (1951/60) (15) in celo za 4,7% poprečje stoletja 1851/1950 (9). Za poletne mesece je leta 1971 v Ljubljani poprečna temperatura za 2,6% presejala tisto iz zadnjega desetletja in za 3% popreček za predzadnje desetletje (1951/60) (15) ter prav toliko za stoletje (1851/1950) (9). Hkrati pa so v obravnavanem letu padavine zelo zaostajale za običajnimi, in sicer v vegetacijski dobi za 30,7% za poprečkom v zadnjem desetletju, za 32,6% za poprečjem v predzadnjem desetletju (15) in za 37,6% za stoletnim poprečkom (9). V poletnih mesecih so znašale te razlike 31,6, 31,3 in 31,2%. V letu 1971, ko se je razvijalo obravnavano jelovo seme, so se torej zaostreno uveljavljali vsi tisti klimatični dejavniki, ki zmanjšujejo delež jelovega klenega semena in jim moremo zato pripisati pglavitni vzrok za izredno in skrajno slabo kalivost semena vseh obravnavanih jelovih provenienc. Klima v letih 1962 in 1964, ko je nastalo z obravnavanim primerjano jelovo seme, ne zaostaja glede poletnih padavin, glede temperature pa ne presega vrednosti pripadajočega

in prejšnjega pa tudi ne stoletnega poprečja; zato je razumljivo, da je jelovo seme tedanjih žetev dobro ali normalno kalivo.

Pričujoče ugotovitve potrjujejo naša svoječasa spoznanja o skrajni občutljivosti in o negativnih fizioloških reakcijah naše jelke na poslabšano preskrbo z vodo in na zvišane temperaturne razmere med njeno vegetacijsko aktivnostjo (1).

Provenienčno pogojena variabilnost standardne kalivosti jelovega semena znaša 208% (rektificirane kalivosti pa celo 581%), variabilnost v navedenih primerih iz leta 1962 in 1964 je bila komaj 47% ali 48%. Skrajno slabo kalivost semena iz leta 1971 je torej spremljala zelo povečana provenienčno pogojena variabilnost. Iz te ugotovitve spoznamo, da različne provenience jelovega semena s svojo kalivostjo zelo neenako reagirajo na klimatične razmere v letu dozorevanja.

Za začetno standardno kalivost jelovega semena ni bilo mogoče odkriti odvisnosti od geografske lege provenienčnih rastišč, pač pa se uveljavlja šibka povezava navedene kalivosti z nadmorsko višino ( $r = -0,3060$ ): z rastočo nadmorsko višino kalivost semena upada, in sicer na vsakih 100 m za 4,3%. Ob upoštevanju rektificirane začetne standardne kalivosti se pokaže njena še trdnejša odvisnost od višinske lege ( $r = -0,8752$ ), pri čemer ta kalivost na vsakih 100 m upada za 10,3%.

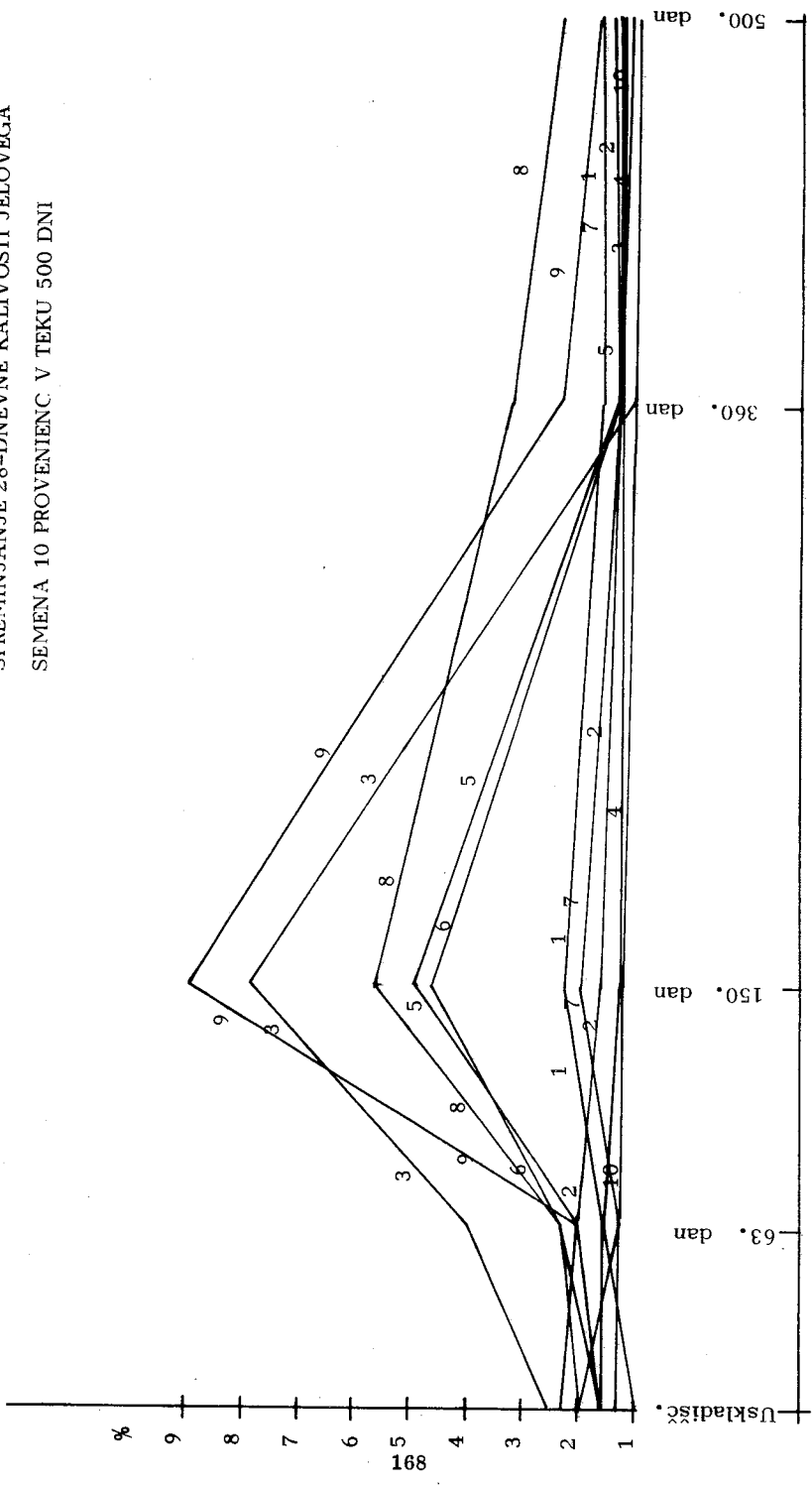
Ugotovljena je tudi odvisnost obravnavane kalitvene kakovosti semena od ekspozicije izvornega rastišča, ki se kaže z 71-odstotno doslednostjo. Pri tem pripada semenu s senčnih leg poprečno za 117% boljša začetna standardna kalivost in poprečno za 48% višja rektificirana kalivost kot prisojnim proveniencam.

Nadalje se je pokazala 70% odvisnost začetne standardne kalivosti od prisotnosti apnenca v tleh. Za provenience z apnenčastih tal je bila namreč ugotovljena poprečno za 132% večja kalivost kot za tiste s tal brez apnenca, pri rektificirani kalivosti pa je znašala ta razlika celo 234%.

Ob upoštevanju rastlinskih združb na provenienčnih rastiščih pripadata z doslednostjo 85% asociaciji *Luzulo-Piceetum* najnižja standardna in rektificirana začetna kalivost, združbi *Abieti-Fagetum typicum* pa najboljša, tj. več kot dvojna, vrednosti za asociacijo *Abieti-Fagetum dinaricum* pa padata blizu poprečja.

3.2 Standardna (28-dnevna) kalivost je bila razen ob uskladiščenju semena (začetna) ugotovljena v vseh naslednjih 13 serijah (točka 1.3). S trajanjem uskladiščenja so se kalitvene vrednosti za provenience zelo spreminjale, prav tako pa tudi poprečki za kolektive vseh vzorcev. V 150 dneh (do 22. marca) je za 80% provenienc, uskladiščenih v režimu "A" (točka 1.2), neposredna standardna kalivost narasla, in sicer poprečno za 290%, rektificirana pa se je med tem povečala tudi do 14-krat, poprečno pa za 182%. Pozneje je kalivost blago upadala, tako da je po enoletnem uskladiščenju (naslednjo jesen) dosegla približno prvotno vrednost. Po 650 dnevih v skladišču se je zmanjšala na 26% prvotne, rektificirana pa le na 12% prvotne. Kot je razvidno iz diagrama št. 2, so potekale spremembe kalivosti semena za vse obravnavane jelove provenience s staranjem v režimu "A" medsebojno precej skladno.

SPREMINJANJE 28-DNEVNE KALIVOSTI JELOVEGA  
SEMENA 10 PROVENIENC V TEKU 500 DNI



2. Diagram

Vendar pa se proveniencije - zlasti med 63. in 150. dnevom uskladiščenja - razhajajo v dva, medsebojno ločena snopa, ki sta opazna do 360. dneva in deloma še pozneje. Najširši razpon provenienčno pogojene razpršenosti se uveljavlja pri semenu, ki je bilo uskladiščeno 150 dni. Višjemu snopu pripadajo proveniencije 3, 5, 6, 8 in 9, nižjemu pa 1, 2, 4, 7 in 10 (točka 1.2). Razlika med težiščnicama teh dveh snopov znaša po 150-dnevem vskladiščenju 759%, ob upoštevanju rektificirane kalivosti pa 532%. Omenjeno 150-dnevno povečanje standardске kalivosti se je v zgornjem snopu - tj. pri proveniencah z boljšo kalivostjo - uveljavilo poprečno s 471%, v spodnjem snopu - tj. pri proveniencah s slabšo kalivostjo - pa poprečno le s 28%, torej komaj z 1/16 povečanja iz zgornjega snopa. Ta alternativna skupinska pripadnost je blago negativno korelirana ( $r = -0,3082$ ) z relativno vlago semena ter pozitivno in trdneje ( $r = 0,3814$ ) s povečanjem relativne vlage v njem v 240 dneh (točka 2.9). Pri tem se primerjani skupini med seboj razlikujeta glede poprečne relativne vlage semena za 13% v dobro spodnjega snopa, tj. semena s slabšo kalivostjo, glede povečane vlage semena v 240 dneh pa celo za 182% v dobro zgornjega snopa, tj. semena z boljšo kalivostjo.

3.3 Ob upoštevanju poprečnih vrednosti za kalivost iz standardskih analiz vseh serij za seme iz režima "A" se pokažejo naslednji odnosi: Ni bilo mogoče najti odvisnosti med serijsko poprečno standardsko kalivostjo jelovega semena in geografsko lego kakor tudi ne z reliefom izhodnega rastišča, razen z ekspozicijo, kjer z doslednostjo 90% senčnim legam pripada boljša kalivost s poprečnim presežkom 204% ali pri rektificirani kalivosti za 56%. Potrjena je tudi odvisnost kalivosti semena od prisotnosti apnenca v tleh, ki z doslednostjo 70% pospešuje kalivost poprečno za 182%, rektificirano kalivost pa za 148%. Odnos obravnavane kalivosti do tipa rastlinske združbe provenienčnega izhodišča je enak tistemu, ki smo ga ugotovili za začetno standardsko kalivost (točka 3.2). Vitalnost semenjakov je povezana z vrednostjo medserijske standardске kalivosti, kajti neposredna kalitvena kakovost provenienc iz zdravih jelovih sestojev poprečno za 37% presega kalivost hirajočih sestojev. Ob upoštevanju rektificirane kalivosti se poveča razlika celo na 170%. Pri tem gre še za trdno korelacijo ( $r = 0,6610$ ). Fiziološka oslabeledost (1) naše jelke se torej kaže tudi z znatno šibkejšo kalivostjo pripadajočega semenja. Skupina boljše kalivih provenienc ima za 8,2% večjo semensko težo, vendar velja ta odnos le za 60% provenienc in ni signifikanten. Obstoji sicer odnos med deležem polnih semen in obravnavano kalivostjo, vendar pa je le srednje trden ( $r = 0,5480$ ). Ta ugotovitev preseneča, ker bi pričakovali zelo trdno ali celo popolno odvisnost. Pojav nas torej opozarja, da je pri našem jelovem semenu njegova polnost ali gluhost le deloma odločilna za kalitveno kakovost. Skupini s slabo kalivostjo pripada za 6% večja absolutna in za 14% večja relativna vlaga, proveniencam iz skupine z boljšo kalivostjo pa se je po 240 dneh uskladiščenja povečala vlaga za 182%. Prvi odnos je dosleden s 70% in blago negativno koreliran ( $r = -0,3082$ ), drugi odnos - tj. med kalivostjo in povečanjem relativne vlage v semenu v 240 dneh uskladiščenja - pa je trdnejši in pozitiven ( $r = 0,3814$ ). Pojav je zanimiv in presenetljiv: Seme, ki vsebuje ob uskladiščenju več relativne vlage, v serijskem poprečku vseh standardskih kalivosti zaostaja za semenom z manj relativne vlage. Ob upoštevanju absolutne vlage v semenu je seveda ta odnos povsem drugačen.

3.4 Delež gluhega semena, primerjan s serijsko poprečno standardsko kalivostjo, kaže srednjo trdno negativno odvisnost ( $r = -0,5298$ ). Slaba kalivost je pri standardnem testu torej le s 53% zanesljivostjo odvisna od praznega semena, preostalih 47% odpade na sicer polno, toda neskaljeno seme. Med deležem gluhega semena in geografsko lego ter večino reliefnih značilnosti ni bilo moč najti povezave. Pač pa se tudi v tem primeru srečujemo z odvisnostjo semenske kakovosti od nadmorske višine, kjer je stopnjevanje višinske lege provenienčnih rastišč nad 400 m povezano z naraščanjem deleža gluhega semena s popolno odvisnostjo ( $r = 0,9967$ ). Ta ugotovitev je v skladu z našim dognanjem o upadanju kalitvene kakovosti jelovega semena s stopnjevanjem izhodne nadmorske višine in ga hkrati pojasnjuje.

Primerjava deleža gluhega semena z ekspozicijo izhodnih tal je pokazala, da imajo proveniencije s sončnih leg z doslednostjo 71% več gluhega semena kot tiste s senčnih pobočij. Poprečni vrednosti se razlikujeta za 14%. Ta ugotovitev se sklada z našim dognanjem o boljši kakovosti jelovega semena na senčnih legah (s presežkom 204%). Slabšo kalivost s prisojnih leg je torej mogoče največ z 1/15 pripisati večjemu deležu gluhega semena.

Analiza odnosov je nadalje pokazala, da vsebujejo proveniencije s pokarbonatnih manj gluhega semena kot tiste z neapnenčastih tal. Pojav je dosleden s 70%. Presežek srednjih vrednosti znaša 19%, torej komaj dobro desetino tistega, ki smo ga v prejšnji točki ugotovili kot prednost provenienc z apnenčastih tal (182%). Boljša kalitvena kakovost provenienc, s pokarbonatnih tal je torej lahko največ z 1/10 posledica manjšega deleža gluhega semena.

Primerjava deleža gluhega jelovega semena z zdravstvenim stanjem semenjakov je pokazala presenetljiv odnos, da vsebujejo neprizadete jelke za 18% več gluhega semena kot hirajoče. Ta pojav pa se zaradi močnejšega vpliva drugih dejavnikov ne uveljavlja z morebitno boljšo kalivostjo semena hirajočih jelk, ampak, kot smo videli v prejšnjem odstavku, dajejo nasprotno zdrave jelke seme boljše kalivosti.

Začetna teža jelovega semena in delež gluhega semena v našem primeru ne kaže odvisnosti, čeprav bi pričakovali, da lahko lažjemu semenu pripisujemo večji delež gluhega semena in iz tega sklepamo o kalitveni kakovosti. Vendar je naša omenjena ugotovitev pokazala, da takšno sklepanje - ki je sicer običajno - pri jelovem semenu v tem primeru ni mogoče.

Začetna relativna vlaga provenienc z zelo gluhim semenom je za 27% večja od provenienc z manj gluhim semenom. Odvisnost vlage od gluhosti semena je zelo trdna ( $r = 0,8193$ ). Ta ugotovitev je v skladu z našim zgornjim dognanjem, da je vlažnejše seme slabše kalivo od semena z manj vlage. Presenetljivo in pomembno je torej spoznanje, da odločilnejši nosilec vlage ni polno, ampak gluho seme in da vsebuje torej semenska luska več vlage kot endosperm z embriom. To spoznanje se ujema tudi z ugotovitvijo, da je vlažnost semena trdno negativno korelirana s številom polnih semen v vzorcu ( $r = -0,7575$ ). Tudi že obravnavano po-



večanje vlage v semenu v 240 dneh ta 10,6% (točka 2.9) je prizadelo zelo gluho seme za 19% huje kot tisto z manjšim deležem praznega semena. Iz tega izvira nadaljnje spoznanje, da povečavanje vlage jelovega semena med njegovim uskladiščenjem bolj prizadeva semensko lusko kot pa endosperm in embrio.

3.5 S podaljšanim testiranjem jelovega semena od 28 na 60 dni so bile dognane vrednosti, ki se v marsičem zelo razlikujejo od tistih za standardno ugotovljeno kalivost.

Jelovo seme vseh provenienc je pri vskladiščenju v režimu "A" po 60-dnevnem obravnavanju v kalilniku presehalo 28-dnevno začetno kalivost poprečno za 603%. Ta začetna 60-dnevna kalivost je variirala z 259%, torej za 51% širše kot začetna 28-dnevna. Pri rektificirani kalivosti znaša ta presežek 346%, pripadajoča variabilnost pa dosega le 177%, torej le pičlo tretjino tiste, ki spremlja 28-dnevno kalivost (točka 3.2).

Če upoštevamo te odnose, lahko sklepamo, da se s podaljševanjem testnega postopka od standardskega na dvojni postopek, uspeh kalitve jelovega semena šestkrat poveča. Hkrati se širi razhajanje kalitvenih sposobnosti, ki so odvisne od provenience. S standardom za jelovo seme predpisano 28-dnevno testiranje kalivosti ne daje torej - posebno tedaj, če je kalivost zelo šibka - najrealnejših in najuporabnejših podatkov, kakršne moremo pričakovati od podaljšanega, npr. 60-dnevnega testiranja, ki hkrati omogoča izrazitejšo razlikovanje razlik, odvisnih od provenience.

Tudi za začetno 60-dnevno kalivost ni bilo mogoče zaslediti povezave z geografsko lego provenienčnih rastišč, pač pa se uveljavlja njena srednje trdna odvisnost od nadmorske višine ( $r = -0,4425$ ), s tem da 100-metrski vzpon znižuje kalivost za 5,7%. Ob upoštevanju rektificirane začetne 60-dnevne kalivosti smo ugotovili celo njeno popolno negativno odvisnost od nadmorske višine provenienčnih rastišč ( $r = -0,9053$ ), kjer za vsakih 100 m kalivost upade za 14,5%. Odvisnost med nadmorsko višino provenienčnih rastišč in kalivostjo jelovega semena se torej uveljavlja pri obravnavanem začetnem 60-dnevnem testiranju še izraziteje kot pri začetnem 28-dnevnem preskušanju kalivosti. S podaljšanjem kalitvenega testa se torej uveljavlja obravnavani koneks nadmorske višine provenienčnega rastišča s kalivostjo semena izraziteje kot pri standardnem testiranju.

V točki 3.1 ugotovljena odvisnost kalitvene kakovosti jelovega semena od ekspanzije izhodnega rastišča je v tem primeru še izrazitejša, ker so provenience s senčnih leg poprečno za 175% bolj kalive od prisojnih. Pojav je za vse provenience dosleden. Ob upoštevanju rektificirane 60-dnevne začetne kalivosti pripada senčnim legam 44,5% prednosti, torej približno toliko kot pri 28-dnevnem testu. Primerjava provenienc glede pedoloških značilnosti izhodnih tal z obravnavano kalivostjo je pokazala, da je z 70-odstotno doslednostjo seme s tal z apnencem bolj kalivo od tistega z neapnenčastih tal. Poprečni se razlikujeta za 89%, ob upoštevanju rektificirane kalivosti pa za 33%. Razlike so torej po svojih relativnih vrednostih manjše, toda po absolutnih večje od tistih iz 28-dnevnega testiranja kalivosti.

Povezava z rastlinskimi združbami izhodnih rastišč se v obravnavanem primeru uveljavlja na način, ki je tako po razvrstitvi kot tudi po stopnji odvisnosti in velikosti razlik takšen, kot smo ga ugotovili pri 28-dnevem testiranju z vodstvom asociacije A. F. typicum in zaostajanjem združbe Luzulo-Piceetum.

3.6 Poprečni kalitveni uspehi vseh serij iz režima "A", doseženi s 60-dnevnim testiranjem, primerjani z ustreznimi vrednostmi iz standardnega testiranja, kažejo, da kalivost iz prvo omenjenega postopka za 622% prekaša tisto iz standardnega testa. Takšna primerjava za rektificirano kalivost pokaže istopomenski presežek 458%. Ne glede na trajanje uskladiščenja dosežemo torej s testom, podaljšanim od 28 na 60 dni, za šestkrat ali več kot štirikrat večjo kalivost od standardne.

Provenienčno pogojena variabilnost pri 28-dnevem testiranju za 33,6% zaostaja za serijsko pogojeno variabilnostjo (pri rektificirani kalivosti je ta razlika 10,7%), pri 60-dnevem testiranju pa je ta razlika 22,3%, toda v korist medprovenienčne variabilnosti. (Pri rektificirani kalivosti je razmerje podobno, razlika pa je 8,2%). S podaljšanjem testnega trajanja se torej variabilnost kalitvene kakovosti med obravnavanimi proveniencami jelovega semena relativno širi. To kaže, da se z dalj trajajočim kalilnim testiranjem provenience izraziteje kakovostno razhajajo kot pri njihovem obravnavanju po standardu. Primerjava poprečne medserijske 60-dnevne kalivosti z deležem polnega semena je pokazala sicer veliko trdnejšo odvisnost ( $r = 0,8733$ ) kot pri 28-dnevem testiranju - kar je razumljivo - vendar pa tej korelaciji še vedno precej manjka do popolnosti; zato tudi v tem primeru velja naša ugotovitev - sicer v nekoliko ublaženem pomenu - iz točke 3.3 o omejenem vplivu deleža polnih ali gluhih semen na kalitveno kakovost jelovega semena, kajti odvisnost obravnavane kalivosti od deleža gluhega semena je v tem primeru celo še nekoliko šibkejša ( $r = -0,8511$ ) kot za polno seme.

3.7 Podaljšano, tj. 60-dnevno testiranje, je bilo izvajano ob uskladiščanju semena za ugotavljanje t.i. začetne kalivosti, in še v naslednjih 13 serijah (točka 1.3). S trajanjem uskladiščenja so se spreminjale kalivosti obravnavanih provenienc in tudi poprečne vrednosti za vse vzorce. Vsem obravnavanim proveniencam, ki so bile 63 dni (do 24.12) uskladiščene v režimu "A" (točka 1.2), je neposredna kalivost v primerjavi z začetno naraščala do 4,7-krat, poprečno pa za 39%, rektificirana kalivost pa je upadla za 14%. Tudi ob dalj trajajočem uskladiščanju je kalivost semena pri 90% vzorcih še nadalje naraščala, tako da je do 150. dneva (22.3.) dosegla v primerjavi z začetno do 8-kratno povečanje, poprečno pa za 289%. Rektificirana kalivost se je v tem času povečala do 7-krat, poprečno pa za 182%. Pozneje je neposredna kalivost upadala, tako da se je po enoletnem uskladiščanju zmanjšala za 26%, druga pa je ostala enaka. Z nadaljnjim hranjenjem v skladišču v režimu "A" do 650. dneva je kalivost tako zelo upadla, da znaša komaj 2% ali 12% začetne. Obravnavano jelovo seme torej ni uveljavilo največje kalivosti takoj po žetvi ali pa jeseni ob uskladiščanju, ampak šele naslednjo pomlad, tj. potem, ko je bilo uskladiščeno 150 dni. Verjetno je bil potreben ta čas za dosegajo najboljše kalitvene kakovosti, ker so med tem v semenu najbrž potekali nekateri procesi, ki so omogočili povečano kalivost.

Provenienčno razhajanje kalitvene kakovosti semena, pogojeno s trajanjem njegovega uskladiščenja, ki smo ga ugotovili pri 28-dnevem testiranju, se uveljavlja tudi pri 60-dnevem testiranju. Najširši razpon provenienčno pogojene disperzije se tudi v tem primeru kaže pri semenu, ki je bilo uskladiščeno 150 dni. Provenience 150 dni uskladiščenega semena se tudi pri tem testiranju razvrščajo v dve skupini, ki sta z 80% identični s tistimi iz 28-dnevnega testa. Srednje vrednosti obeh snopov se razlikujejo za 229%, upoštevajoč rektificirano kalivost pa za 98%. Če primerjamo izsledke 28-dnevnega testiranja (točka 3.2), je v obravnavanem primeru 150-dnevno staranje semena povzročilo trikrat širše relativno izraženo razhajanje neposredne kalivosti, toda v drugem primeru štirikrat širše absolutno razhajanje kot v prvem. Tudi ob upoštevanju rektificirane kalivosti veljajo podobni odnosi, toda obe skupini sta glede na ta kakovostni nakazovalec pri 60-dnevem testiranju več kot desetkrat dalje vsaksebi kot pri 28-dnevem testiranju. Razlika med poprečjema obeh skupin (snopov) iz režima "A" znaša 40%. S podaljšanim časom testiranja je torej razhajanje (ne glede na trajanje uskladiščenja) obeh skupin močnejše poudarjeno. (Ustrezajoča razlika pri 28-dnevem testiranju znaša namreč le 32%).

S 60-dnevnim testiranjem kalivosti se torej provenienčno pogojene kakovostne razlike jelovega semena kažejo izraziteje kot pri standardnem trajanju testa, pri čemer so v obeh primerih kakovostno pozitivno ali negativno prizadete praviloma vedno iste provenience.

3.8 Iz primerjave poprečnih vrednosti za kalivost iz 60-dnevnega testiranja vseh serij iz režima "A" izhajajo naslednji odnosi: Tudi v tem primeru za geografsko lego in za večino reliefnih razmer ni bilo mogoče izslediti povezave z obravnavanim nakazovalcem, pač pa je le-ta povsem odvisen od ekspozicije izhodnega rastišča provenienc, s tem da je kalivost semena, izhajajočega s senčnih leg, poprečno za 256% večja kot tista za seme s prisojnih pobočij. Pri rektificirani kalivosti znaša ta prednost 45%. V prvem primeru je razlika za 52% večja, v drugem pa le za 11% manjša kot pri standardski kalivosti.

Povezava s prisotnostjo apnenca v tleh se izraža analogno kot pri 28-dnevem testu, s tem da je seme s tal z apnencem za 84% bolj kalivo kot tisto s tal brez apnenca. Za rektificirano kalivost je ta presežek 38%. V obeh primerih je doslednost 80%, torej trdnejša kot pri 28-dnevni kalivosti, pač pa sta oba presežka občutno manjša, prvi za več kot polovico, drugi pa celo za 2/3. Iz tega opažanja je mogoč sklep, da se s podaljšanim testiranjem nekoliko ublaži odvisnost kalitvene kakovosti jelovega semena od prisotnosti apnenca v tleh, pri tem pa se doslednost tega pojava utrjuje.

Odnos med obravnavano 60-dnevno kalivostjo in tipom rastlinske asociacije provenienčnega izhodišča je analogen in še izrazitejši kot za 28-dnevno kalivost (točka 3.3).

Zdravstvenega stanja semenjakov v tem primeru ni mogoče zanesljivo povezovati s stopnjo kalivosti pripadajočega semena, četudi rektificirana medserijsko srednja kalivost semena zdravih jelk za 27% prekaša tisto s hirajočih semenjakov.

Tudi v tem primeru je ugotovljen podoben toda nesignifikanten odnos med težo semena in kalivostjo kot pri standardnem trajanju testa.

Blaga odvisnost kalitvene kakovosti jelovega semena od njegove relativne vlage, ki smo jo ugotovili pri standardnem testiranju, se uveljavlja pri podaljšanem postopku v še tesnejšem odnosu, tj. z zelo trdno signifikantnostjo ( $r = -0,8405$ ). Torej tudi v tem primeru večja relativna vlaga semena zavira njegovo kalivost ali pa vsaj naznanja njegovo slabšo kalitveno kakovost.

3.9 Z nadaljnjim podaljšanjem testiranja jelovega semena iz režima "A" od 60 na 100 dni so bile ugotovljene vrednosti, ki so drugačne od dognanih s krajšimi testnimi postopki.

Jelovo seme samo 30% provenienc je s serijskimi poprečki 100-dnevnih testov presegalo kalitvene uspehe 60-dnevnih testov, tako da je razlika med poprečkoma vseh provenienc znašala 29%. Rektificirana kalivost pa se za 50% provenienc s podaljšavo trajanja testa poveča poprečno za 14%. V tretjem testnem mesecu doseženi kalitveni uspehi ne dosegajo niti 1/5 povečanja neposredne kalivosti v drugem testnem mesecu. Proveniencno pogojena variabilnost 100-dnevne kalivosti semena iz režima "A" iz medserijskih poprečkov za 155% prekaša medserijsko variabilnost, torej za več kot šestkrat toliko kot pri 60-dnevnem testiranju (točka 3.6), za rektificirano kalivost pa desetkrat več kot pri 60-dnevnem testu. Pri tem podaljšanem, 100 dni trajajočem preskušanju kalivosti se poleg razširjenega posipa proveniencnih vrednosti kaže tudi razhajanje kalitvenih uspehov v dve skupini, medsebojno ločeni s praznim intervalom. Razlika med srednjima vrednostima teh skupin medserijskih vrednosti za seme iz režima "A" je 810% ali za rektificirano kalivost 817%, je torej pomembno večja kot npr. pri 28-dnevnem testu, kjer je znašala le 272% ali 249%. Podaljšani čas testiranja torej (ne glede na trajanje uskladiščenja) povečuje razhajanje obeh skupin. Pripadnost skupinam po 100-dnevnem testiranju je v primerjavi z razporeditvijo provenienc po 60-dnevnem testiranju dosledna le s 60%. Torej je konsekventnost iz te primerjave ohlapnejša kot iz primerjave med izidom 60-dnevnega in 28-dnevnega testa.

Geografske lege in reliefnih značilnosti - tudi nadmorske višine - ni mogoče povezati s kalivostjo iz 100-dnevnega testa. Isto velja tudi za pedogeni značaj rastišča. Koneks tipa rastlinskih združb izhodnega rastišča in stopnje obravnavane kalivosti je kongruenten s tistim iz kalitvenih testov s krajšim trajanjem.

Zdravstveno stanje semenjakov kaže povezavo s 100-dnevno kalivostjo, ker je v 60% primerih seme zdravih jelk boljše kalivo, in sicer poprečno za 26%, pri rektificirani kalivosti pa znaša ta razlika celo 76%, odvisnost pa je popolna ( $r = 0,9193$ ). Ta pojav, ki se je - sicer nekoliko blaže - pokazal tudi pri 28-dnevnem testu (točka 3.3), je tem pomembnejši, ker se uveljavlja kljub temu, da je v semenu neprizadetih jelk poprečno za 18% več gluhega semena kot v semenu hirajočih jelk; da bi torej pričakovali, da večja udeležba praznega semena odločilno znižuje kalitveno kakovost celotnega vzorca. V našem primeru takšno pričakovanje ni bilo potrjeno, temveč se je pokazalo prav nasprotno. Slabšo kalivost seme-

na hirajočih jelk lahko torej pripisujemo odločilnemu vplivu takšnih nenormalnosti polnega semenja, ki mu onemogočajo uspešno skalitev.

#### 4. KONSERVIRANJE

Obravnavano jelovo seme je bilo hranjeno do 25 mesecev (773 dni) na opisane 4 različne načine (točka 1.2), ki so povzročili, da se je uveljavljala zelo različna kalitvena kakovost.

4.1 Seme, shranjeno 2 meseca po žetvi pri razmerah zunanje klime (v režimu "A"), je po 28-dnevem testu povečalo svojo začetno kalivost poprečno za 38%, po 60-dnevem postopku pa celo za 164%. To izboljšavanje kalitvene kakovosti s staranjem semena je v skladu z našim opažanjem v točki 3.7, da jelovo seme nima največje kalivosti takoj po žetvi, ampak šele pozneje. Po 150. dnevu dosega kalitvena kakovost svoj višek, nato začne upadati, tako da eno leto staro seme ohrani le še 74% začetne standardске kalivosti ali le 46% kalivosti, testirane 60 dni. Kalivost peša tudi pozneje in po dve-letnem vskladiščanju semena doseže komaj 26% prvotne kalivosti po standardu ali 10% iz 60-dnevnega testiranja.

V prvem letu je 50% provenienc sprva prispevalo k povečanju kalivosti in prav toliko pozneje tudi k njenemu upadanju. V enem in drugem primeru so sodelovale iste proveniencе z 80-odstotno doslednostjo, vse pa povezuje skupna značilnost, da izhajajo iz istega višinskega pasu (700-1000 m).

4.2 Seme, shranjeno v razmerah suhe kleti - v režimu "B" -, je po 2 mesecih več kot podvojilo svoj kalitveni uspeh. Pri tem je test po standardu pokazal v primerjavi s 60-dnevnim postopkom za 35% večje izboljšanje kalitvene kakovosti. Jelovemu semenu, shranjenemu v kletnih razmerah, se torej čez zimo ohrani in poveča kalitveni uspeh približno tako kot po uskladiščanju v režimu zunanje klime, vendar pa prvi način uskladiščanja bolje ohrani in izdatneje pospeši hitrost kaljenja (kalilno energijo) kot drugi.

Po 150. dnevu začne kalivost tega semena upadati, tako da pri eno-letni starosti zdrkne na 3-6% prvotne; tako postane seme praktično neuporabno. Staranje semena, shranjenega v kleti, pa poleg kalitvene kakovosti še posebno oslabi hitrost kaljenja, ki po eno-letnem uskladiščanju v kleti opeša poprečno za 98%.

Med enoletnim uskladiščanjem je le 40% provenienc sprva prispevalo k povečanju kalivosti, pozneje pa 50% k njenemu upadanju. Med prvimi in drugimi je 90% istih, ki pa so zopet vse iz predzadnjega višinskega pasu, razširjenega navzdol za 50 m.

4.3 V hladilniku pri temperaturi od 3 do 5° C - v režimu "C" - shranjeno seme je v pozni pomladi po žetvi (po 240 dneh) pokazalo trikrat večjo kalivost (za 316%), kot je bila pred uskladiščenjem. Ta presežek je pri podaljšanem testiranju nekoliko manjši, vendar pa je še vedno zelo pomemben. V primerjavi s kalivostjo semena iz prejšnje točke je bila v tem primeru kalivost pri standardnem postopku poprečno za 61% večja, pri podaljšanem testu pa za 71%. Iz navedenih razmerij sledi spoznanje, da se je med 8-mesečnim uskladiščenjem v režimu "C" pomembno izboljšala ne le kalivost jelovega semena, ampak se je hkrati tudi izredno povečala njegova hitrost kalitve.

Pri nadaljnjem hranjenju semena v omenjenem režimu se postopno zmanjšuje njegova kalivost, še posebno pa upada kalilna energija, tako da po 1,5-letnega uskladiščenja prva le še enkratno (za 115%) prekaša začetno, druga pa dosega komaj 1/4 prvotne. Podaljševanje testa prek standardnega trajanja prispeva v vsaki od prvih 3 dodatnih dekad poprečno po 3,5% povečanja kalivosti, v vsaki od 4 naslednjih dekad pa po 2,7%; tako daje 100-dnevni test v primerjavi s standardnim poprečno za 18,8% večjo kalivost.

Pri povečanju poprečne kalitvene kakovosti sodeluje 50% provenienc. Iste provenience odločajo pozneje tudi o njenem upadanju. Njihova skupna značilnost je, da pripadajo predzadnjemu višinskemu pasu, razširjenemu navzgor za 100 m.

4.4 V režimu "Č" shranjeno seme, tj. v hladilniku pri temperaturi od -3 do -5° C, je po 8 mesecih uveljavilo prav tolikšen kalitveni uspeh kot seme iz prejšnje točke.

Med nadaljnjim hranjenjem semena v režimu "Č" je kalivost upadala tako, da je po 1,5-letnem uskladiščenju le še enkratno (za 127%) presegala začetno kalivost, kalitvena energija pa se je skoraj izenačila z njo.

Kalitvena kakovost tega poldrugo leto starega semena se ne razlikuje bistveno od kalivosti semena, shranjenega tudi tako dolgo v hladilniku, toda pri temperaturi nad ničlo (točka 4.3). To seme je namreč v 28 dneh pokazalo le nekoliko (za 14%) manjšo kalivost, 60-dnevni kalitveni uspeh semena, hranjenega v hladnejših razmerah, pa je bil za 5% boljši.

Pri tem semenu je podaljševanje testa prek standardnega časa v vsaki od prvih treh dodatnih dekad povečalo kalivost poprečno za 3,8%, v vsaki od nadaljnjih 4 dekad pa za 2,5%, tako da je bila kalivost pri 100-dnevem testu poprečno za 19% večja od standardske. Pri semenu iz hladnejših skladiščnih razmer daljše testiranje torej izdatneje povečuje kalitvene uspehe kot pri semenu iz toplejših skladiščnih razmer.

Nadaljnje šestmesečno staranje jelovega semena v takšnih razmerah tja do konca drugega leta ni povzročilo pričakovanega dodatnega splošnega pešanja kalivosti, temveč se je kalitveni uspeh iz standardskega testa kljub polletnemu staranju celo podvojil, le 60-dnevna kalivost je upadla, in sicer natančno na raven začetne. Pri

opisanih spremembah poprečne kalivosti so vse provenienc vplivale na njeno naraščanje in pozneje tudi na upadanje, vendar pa je bilo pri tem 50% provenienc odločilnih za 90% razlik. Pri tem je šlo za uveljavljanje prav tistih provenienc, ki so se izkazale za odločilne tudi v prejšnji točki in izvirajo iz višinskega pasu od 700 do 1100 m. Ostalih 50% provenienc pa je prispevalo k spremembam poprečne kalivosti torej le 10%.

4.5 Na diagramu št. 3 so razvidne provenienčno poprečne kalitvene vrednosti obravnavanega jelovega semena po standardu v odvisnosti od načina njegovega konserviranja in staranja, vse to izraženo v razmerju z začetno kalivostjo (100%). Izrazito so vidne ne le zelo različne maksimalne vrednosti, ki jih je doseglo seme, hranjeno v različnih režimih, po preteku različnih časov uskladiščenja. Pomembna je koincidenca uspehov semena iz obeh režimov v hladilniku, tistega nad ničlo in tistega pod ničlo, ter nato pri 16 mesecev starem semenu nenadna markantna divergenca med prvo omenjenim semenom z naglim upadanjem kalivosti in drugo omenjenim z odločnim vzponom kalitvene kakovosti.

## 5. VERNALIZACIJA

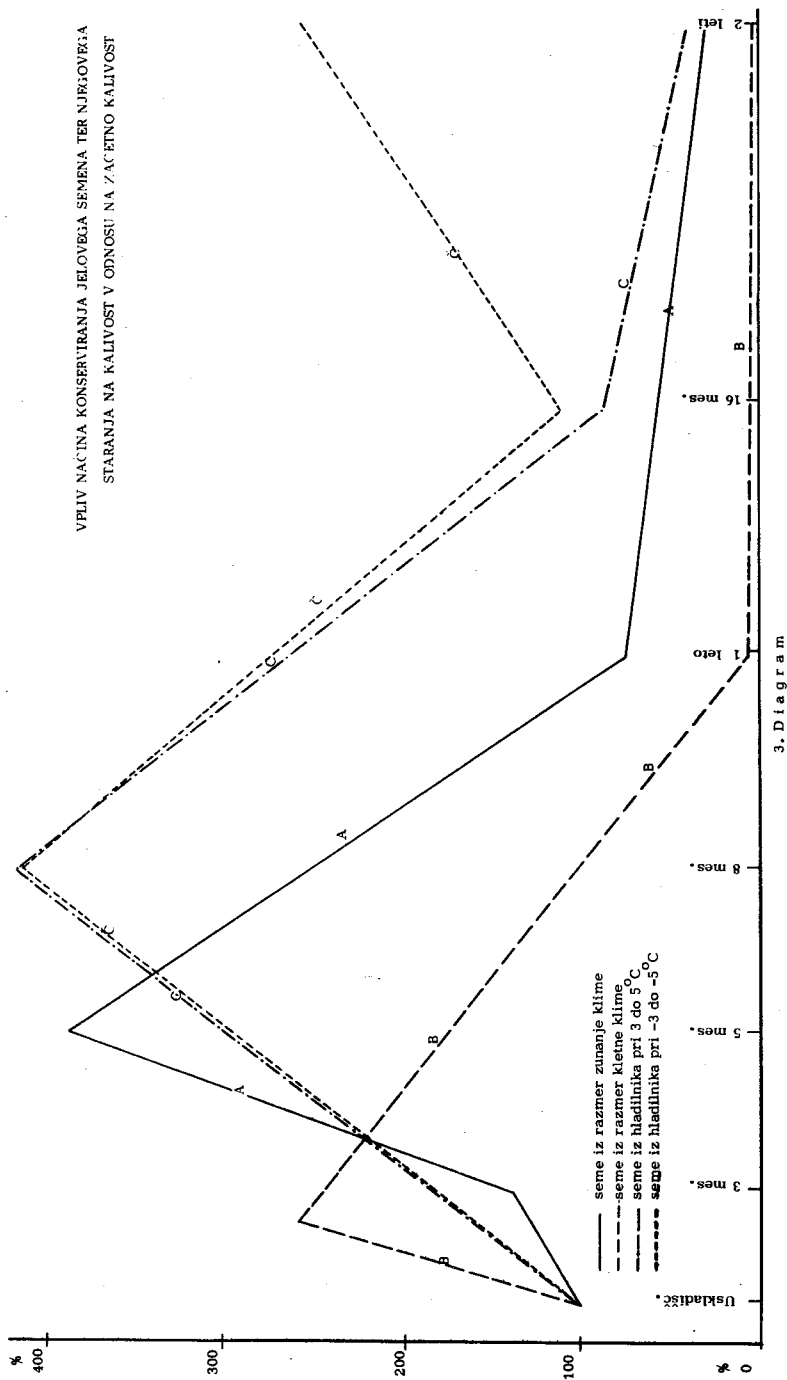
Splošno znani učinek posebne stratifikacije, ki je bil doslej v gozdarstvu uspešno uporabljen kot "hladno-vlažni" postopek, se je prav dobro obnesel tudi za jelovo seme, ter je poleg povečanja kalivosti in kalitvene energije pospeševalno deloval tudi na razvoj klic in mladice (8, 11, 14). Vendar tovrstni izsledki doslej še niso razsvetlili vprašanja vernalizacije jelovega semena v zvezi z razlikami provenienčnih rastišč, morfoloških značilnosti semena, stopnje vitalnosti semenjakov, trajanja postopka ter staranja in načina vskladiščenja jelovega semena.

Zato smo to naše raziskovanje namenili tudi proučevanju tovrstne problematike. Pri tem smo jelovo seme obravnavanih provenienc vernalizirali tako, da smo ga, pomešanega v stalno vlažnem vernikulitu hranili pri temperaturi okoli 3° C 1, 1,5 ali 2 meseca.

5.1 Jelovo seme, ki je bilo vernalizirano v 1,5 meseca takoj po žetvi - t. i. "sveže" seme - je pokazalo pri 28-dnevem testu poprečno za 162% večjo kalivost od enakega netretiranega semena. Ker je bila ta razlika, dosežena s 100-dnevnim kalenjem, le 123%, spoznamo, da vernalizacija več kot podvoji kalitvene uspehe jelovega semena, s tem da je težišče te stimulacije zlasti na prvih dnevih testiranja in je torej energija kalitve še posebno poudarjena.

Pri tej stimulaciji poprečne kalitve zaradi vernalizacije pa sodeluje le 50% provenienc, 40% pa jih ima celo destimulativno vlogo. Za prve ali pa za druge ni bilo mogoče odkriti nikakršne povezave z ekološkimi značilnostmi rastišča pa tudi ne z morfološkimi lastnostmi semena. Kaže pa se zelo vidno razmerje aktivnih provenienc z vitalnostjo pripadajočih semenjakov. Poprečna bonitirana vital-

VPLIV NAČINA KONSERVIRANJA JELOVEGA SEMENA TER NJIHOVEGA  
STARANJA NA KALIVOST V ODNOSU NA /AČETNO KALIVOST





nost (1) provenienc s stimulatívno vlogo namreč natančno za polovico zaostaja za poprečno vitalnostjo provenienc, ki ne reagirajo na vernalizacijo s povečano kalivostjo. Razen tega med prvimi tudi ni nobene proveniencie z na videz zdravih semenjakov. Statistično vrednotenje je pokazalo trdno povezavo ( $r = 0,7047$ ). "Sveže" seme tistih jelk, ki jih je recentno tipično hiranje in propadanje huje prizadelo, reagira torej na enainpolmesečno vernalizacijo s povečano kalivostjo, seme neprizadetih ali blago oslavljenih jelk pa ne prispeva k temu uspehu vernalizacije, ampak ga celo zavira. Dejstvo, da vernalizirano seme propadajočih jelk kljub manjšemu deležu gluhega semena uveljavlja slabšo kalivost (toč. 3,9) in da le vernalizacija semena z zelo prizadetih jelk zelo povečuje kalivost, nam omogoča spoznanje, da slabša kalitev semena hirajočih jelk ni posledica udeležbe gluhega semena ampak določene fiziološke nenormalnosti polnega semena, ki pa se v razmerah vernalizacije normalizira. Ta pojav opozarja na okolnost, da vitalnostno pešanje prizadetih jelk povzročajo ali pa vsaj spremljajo globoki fiziološki procesi. Ti povzročajo poleg drugega razvoj takšnega semena, ki sicer ni kalivo, vendar pa vzkali po vernalizaciji, tj. ob povečani vlažnosti in razhladitvi medija, torej z dodajanjem ravnó tistih klimatičnih dejavnikov, katerih deficitnost je vzrok za recentno oslabeledost in propadanje naše jelke (nezadostne vlage in povišane temperature).

5.2 Enomesečna vernalizacija jelovega semena, skoraj 2 leti (710 dni) shranjenega v hladilniku pri temperaturi pod ničlo, je v primerjavi z enako uskladiščnim toda nevernaliziranim semenom prvemu za več kot 14-krat povečala kalivost. Sposobnost semena, da pozitivno reagira na vernalizacijo, torej s staranjem ne upada, kot bi pričakovali, ampak se nasprotno izredno poveča, seveda mora biti seme dotlej ustrezno uskladiščeno.

V tem primeru so sodelovale pri pospeševanju kalitve prav vse proveniencie. Za tiste, ki so najizdatneje prispevale k uspehu, ni bilo mogoče najti doslednih skupnih ekoloških značilnosti, pač pa so povezane z vsemi tistimi morfološkimi karakteristikami, za katere smo že bili ugotovili korelacijo s kalivostjo (klenost semena, njegova rektificirana teža in vlažnost). Razumljivo je torej, da tem posebno aktivnim proveniencam pripada (po 28 dneh za 174%, po 60 dneh pa za 156%) večja kalivost kot poprečno ostalim. Korelacija uspeha vernalizacije obravnavanega semena iz režima "A" s serijsko poprečno 28-dnevno kalivostjo semena se uveljavlja trdno ( $r = 0,7423$ ). Končno tudi v tem primeru proveniencie, ki so najizdatneje prispevale k uspehu poprečne vernalizacije, izhajajo s slabše vitalnih jelk, vendar znaša poprečna razlika le 17,6% in statistično ni utemeljena. Negativna odvisnost učinka vernalizacije od stopnje vitalnosti pripadajočih semenjakov, ki smo jo ugotovili in pojasnili (točka 5.1) pri svežem semenu, se torej uveljavlja pri dve leti starem semenu, uskladiščnem pri nižji temperaturi, manj izrazito in manj dosledno. To je razumljivo, ker vernalizacija od svojih dveh stimulatívni dejavnikov: razhlajevanja in povečanja vlage v tem primeru uvaja le drugega, kajti prvi je bil pri režimu "Č" vso dobo izdatno prisoten.

5.3 S podaljšanjem vernalizacijskega tretiranja na 2 meseca je bila v primerjavi z enakim, 2 leti starim toda netretiranim semenom, poprečna kalivost izboljšana za 3,5-krat. Tudi v tem primeru - kot v prejšnji točki - gre za 2 leti staro in enako uskladiščeno seme, zato je tem pomembnejše spoznanje, ki izhaja iz primerjave izsledkov te in prejšnje točke, da namreč podaljšana vernalizacija ne daje boljših kalitvenih uspehov - kot bi to pričakovali - ampak v našem primeru celo za 75% slabše. Ta nepričakovani pojav je mogoče razložiti s podmeno, da se endogeni procesi v jelovem semenju, ki se kažejo s stimulacijo kalivosti in so posledica povečane vlage in znižane temperature, po preteku določenega časa, v našem primeru enega meseca, sprevržejo v kvalitativno ali pa kvantitativno antagonistične procese, ki slabijo sprva dosežene vernalizacijske uspehe.

## 6. SKLEPNI POVZETEK

Glede na okolnost, da so bila izhodišča jelovega semena na slovenskem ozemlju izbrana tako, da se proveniencije med seboj zelo razlikujejo po geografskih, reliefnih in rastiščnih značilnostih ter zdravstvenem stanju, je bila mogoča primerjava, ki je osnova za naslednja spoznanja.

6.1 Zemljepisna dolžina izhodnih rastišč uveljavlja dosleden odnos do nekaterih značilnosti jelovega semena:

- Teža jelovega semena je trdno korelirana z geografsko dolžino izhodnih rastišč in z naraščanjem le-te prva upada. Ta odnos je tem bolj poudarjen, čim nižje leži prizadeto izvorno rastišče. Ugotovitev se s poudarjenimi parametri ujema s tovrstnimi dognanji nekaterih drugih avtorjev, hkrati pa potrjuje pravilnost naših prejšnjih izsledkov o klinalni odvisnosti določenih nakazovalcev vodne bilance jelovih mladice, reakcije na reducirano svetlobo in njihove produktivnosti od zemljepisne dolžine rastišč.

- Primerjava serijskih poprečij za proveniencije je sicer opozorila na določeno povezavo geografske lege izvirnega rastišča s kalivostjo semena, zlasti ob upoštevanju uspehov 100-dnevnega testiranja, vendar pa pojava ni mogoče utemeljiti s signifikantno odvisnostjo.

6.2 Med reliefnimi dejavniki naznanja nadmorska višina izhodnega rastišča provenienc najtesnejši odnos s kakovostjo jelovega semena. Ta povezava se uveljavlja zlasti z naslednjimi koneksi:

- Absolutna masa jelovega semena uveljavlja zelo tesno povezavo z nadmorsko višino provenienčnih rastišč in z vzpenjanjem le-teh prva dosledno upada. Ugotovitev je v skladu s tovrstnimi izsledki drugih avtorjev in v našem primeru sloni na trdnejši osnovi kot v primerjanih tujih dognanjih, vendar pa je naš gradient nekoliko blažji od primerjanih.

- Iz primerjave višinske lege provenienčnih rastišč z neposredno kalivostjo semena postane očitna njuna sicer šibka, toda signifikantna korelacija. Ob upoštevanju

rektificirane kalivosti pa se ta odnos celo zelo trdno uveljavlja, še posebno pri podaljšanem trajanju testiranja. Čim višja je torej lega izhodnega rastišča, tem slabša je kalivost prizadetega semena.

- S stopnjevanjem provenienčne nadmorske višine s popolno odvisnostjo narašča delež gluhega semena, vendar pa njegova udeležba ni edini vzrok za upadanje kalivosti z višjo lego rastišča, ampak pri tem pomembno sodeluje tudi slabša kakovost polnega semena.

- Za jelove provenience, ki izvirajo iz predzadnjega višinskega pasu, je značilno, da najboljše reagirajo na staranje semena v razmerah naravne klime, in sicer tako sprva s povečanjem kot tudi pozneje z zmanjšanjem provenienčno poprečne kalivosti. Iste provenience skupno s tistimi iz 50-metrške razširitve predzadnjega višinskega pasu so udeležene pri naraščanju in pozneje pri upadanju kalivosti semena, shranjenega v razmerah suhe kleti. Iste provenience skupno s tistimi iz 100-metrške razširitve predzadnjega višinskega pasu navzgor so udeležene tudi pri naraščanju in pozneje pri upadanju provenienčno poprečne kalivosti kot pojava staranja jelovega semena, shranjenega v hladilniku pri temperaturi nad ničlo ali pa pod njo.

6.3 Še ena od reliefnih prvin, ekspozicija, kaže dosleden odnos do nekaterih nakazovalcev kakovosti jelovega semena.

- Primerjava absolutne mase semena z ekspozicijo izhodnega rastišča ob upoštevanju medprovenienčnih poprečij sicer komaj opozarja na to, da senčnim legam pripadajo večje vrednosti pri nesignifikantni odvisnosti, vendar pa je standardska kalivost provenienc s senčnih leg v primerjavi s tistimi s prisoj več kot dvojna s prepričljivo doslednostjo. Ob upoštevanju medserijskih poprečkov se srečujemo s skoraj popolno doslednostjo in celo s trikratnim istopomenskim presežkom. Ustrezna primerjava uspehov začetnega 60-dnevnega testiranja potrjuje podobno preseganje kalivosti senčnih provenienc s popolno doslednostjo. Analiza tovrstnih uspehov glede na medserijske vrednosti pa pokaže 3,5-kratno prednost senčnih provenienc ob prav tako popolni doslednosti.

- Glede na nadaljnjo ugotovitev, da je na prisojnih legah delež gluhega semena z zadovoljivo doslednostjo večji kot na senčnih, bi pričakovali, da je ta pojav vzrok za boljšo kalivost provenienc z osojnih leg. Podrobnejša analiza pa je pokazala, da je mogoče pomanjkanju embria in endosperma pripisati le 1/15 vzroka za slabšo kalivost semena s prisoj.

6.4 Vrednotenje kakovosti jelovega semena glede na pedogeni značaj izhodnega rastišča je opozorilo na naslednje zelo izrazite odnose:

- Jelovo seme, ki izvira iz sestojev na karbonatnih tleh, je težje od tistega, ki izhaja s tal brez apnenca. To potrjuje kasnejša primerjava podatkov o jelovih proveniencah, ki so bile že svoječasno raziskovane (1), prav tako pa tudi upoštevanje naših starejših ugotovitev o boljši produktivnosti, večji teži asimilacijske mase, živahnejši transpiracijski aktivnosti, drugačni reakciji na polseno in specifični anatomski zgradbi iglic jelovega mladja, vzgojenega iz semena, izhajajočega z jelk na apnenčastih tleh.

- Provenience, ki izvirajo s kisljih tal, s svojo poprečno vrednostjo začetne vla-ge zelo presegajo tiste z apnenčastih tal. Pojav je zadovoljivo dosleden, toda le šibko statistično utemeljen.

- Primerjava poprečkov obeh pedogenetsko različnih provenienčnih skupin omogo-ča ugotovitev, da "sveže" jelovo seme z apnenčastih tal veliko bolje kali od tis-tega s kisljih tal. Pri standardskem testu presegajo prve druge 2,3-krat, ob u-poštevanju rektificirane kalivosti pa celo 3,3-krat. Prav tako markantne so tudi razlike iz primerjave provenienčnih medserijskih poprečij, vendar pa se s po-daljševanjem testnega postopka precej ublažijo; to velja zlasti za rektificirane vrednosti. Razhajanje torej ne izvira toliko iz večjega deleža gluhega semena kot iz večje udeležbe počasi kalivega in nekalivega polnega semena, kajti sled-njega vsebujejo "apnenčaste" provenience poprečno za 22% več.

- Pri upadanju semenske teže z njegovim poznejšim staranjem provenience z ap-nenca niso niti polovico toliko prizadete kot tiste s kisljih tal.

- S staranjem semena v okolju naravne klime se zmanjšuje kalitvena prednost "apnenčastih" provenienc in se po približno enem letu izniči ter nato prepušča prednost "kisljim" proveniencam. Pri podaljšanem testiranju semena nastopi ta obrat že pred enim letom in pripelje pri starosti 22 mesecev "kisle" provenien-ce do prav takšne prednosti, kot jo je imelo "sveže" seme provenienc z apnen-častih tal.

6.5 S pripadnostjo provenienčnega rastišča določeni fitocenološki združbi so po-vezani naslednji nakazovalci kakovosti jelovega semena:

- Absolutna masa semena, ki pripada poprečju provenienc z združbo *Abieti-Fa-getum typicum*, z zadovoljivo doslednostjo pomembno presega poprečke drugih u-poštevanih združb, med katerimi je asociacija *Luzulo-Piceetum* na zadnjem me-stu, združba *Abieti-Fagetum dinaricum* pa je sredinska.

- Vrednosti za standardsko in rektificirano začetno kalivost se razporejajo med provenience iz navedenih združb prav tako kot semenska teža. Isto velja tudi za serijsko poprečne vrednosti provenienčne kalivosti. Tudi s podaljšanjem kalitve-nega testiranja se ta odnos ne spremeni, za medserijska poprečja pa se uveljav-lja še izraziteje.

6.6 Stopnja fiziološke prizadetosti jelke, ki pri nas recentno na splošno propa-da, je v koneksu z določenimi ekološkimi razmerami in s semensko kakovostjo jelovih provenienc.

- Seme na videz zdravih jelk je provenienčno poprečno nekoliko težje od semena vitalnostno prizadetih jelk. Toda doslednost tega odnosa je le skromna in korela-cija zelo ohlapna. Pač pa se ob upoštevanju rektificirane teže pokaže njena po-polna korelacija s stopnjo jelkine vitalnosti.

- Obstoji zelo ozka povezava med začetno vlažnostjo jelovega semena in vitalno-stjo pripadajočih semenjakov. Seme na videz zdravih jelk vsebuje precej več za-

četne vlage. Ta trdno korelirana linearna odvisnost potrjuje naša prejšnja dognanja, ki odmiranje jelke povezujejo z nenormalnimi fiziološkimi procesi, povzročenimi z deficitom v vodni bilanci.

- Vitalnost jelke je nadalje povezana tudi s kalivostjo pripadajočega semena, kajti poprečna neposredna in rektificirana kalitvena kakovost zdravih jelk zelo presega kalivost semena iz hirajočih sestojev. Fiziološka oslabelost naše jelke se torej kaže tudi z znatno slabšo kalivostjo.

- Pozitivna odvisnost kalitvene kakovosti jelovega semena od zdravstvenega stanja semenjakov se uveljavlja zlasti izrazito in s popolno korelacijo pri podaljšanem času testiranja. Ta pojav je tem pomembnejši spričo na videz antagonističnega dejstva, da je v semenu zdravih jelk več gluhega semena. Slabša kalivost hirajočih jelk torej ni posledica deleža gluhega semena, ampak jo povzroča slabša kalivost polnega semena, ki mu fiziološke nenormalnosti ogrožajo tudi kalitveno kakovost.

- Končno se je pokazala trdna povezava stopnje jelkine vitalnosti z uspehom vernalizacije semena, kajti le seme z ogroženih jelk je reagiralo na tretiranje v hladno-vlažnem postopku, seme z na videz zdravih semenjakov pa je ostalo indiferentno ali pa je celo zaviralo poprečni uspeh vernalizacije. Dopustna je torej razlaga, da je seme s hirajočih jelk na določen način fiziološko prizadeto, vendar pa se v razmerah vernalizacije normalizira. Življenjsko prizadetost naše jelke torej povzročajo ali pa vsaj odločilno spremljajo globoki nenormalni fiziološki procesi, ki poleg drugega povzročajo razvoj takšnega semena, ki v normalnih razmerah ni kalivo ali pa le zelo težko, vendar pa dobro vzkali po vernalizaciji, torej po dodajanju tistih klimatičnih sestavin - vlage in nižje temperature - ki s svojo recentno deficitnostjo povzročata propadanje naše jelke.

6.7 Vpliv klimatičnih dejavnikov na kalivost jelovega semena smo dognali zlasti z ugotovitvijo naslednjih odnosov:

- Obravnavano jelovo seme je poprečno precej lažje od semena, za katero je bila prejšnja leta ponovno za ozemlje Slovenije ali pa Jugoslavije ugotovljena absolutna masa. Poleg tega je bilo to naše seme poprečno neprimerno slabše kalivo od tistega iz drugih lastnih in tujih primerov.

- Navedeno zaostajanje morfološko-fiziološke kakovosti obravnavanega jelovega semena ni mogoče pripisati morebitni nenavadni ali pa neprimerni manipulaciji z njim, zato je vzrok za takšne nenormalnosti treba iskati na področju klimatičnih razmer v letu 1971, ko se je razvijalo to naše seme. Primerjava razmer v tem letu s poprečjima prejšnjih desetletij in s stoletnim poprečkom pred tem nam pokaže, da je v tem letu poprečna temperatura tako v vegetacijskem obdobju kot tudi v poletnih mesecih pomembno presejala ne le poprečke vsakega od prejšnjih desetletij, ampak tudi stoletja pred tem. Jelovo seme se je torej leta 1971 razvijalo pri izrazito ekstremni toploti zraka. Podobno primerjalno vrednotenje padavin opozarja, da so le-te v prizadetem letu za 1/3 zaostajale za vsakim od prejšnjih dveh desetletij, za poprečkom stoletja pred tem pa še huje. Leta 1971, ko se je razvijalo obravnavano seme, so torej ekstremno delovali tisti klimatični de-

javniki, ki usodno slabijo življenjsko moč naše jelke in - kot sledi iz navedenega - zaviralno delujejo tudi na kalivost semena. Ta ugotovitev potrjuje naša svo-ječasna spoznanja o skrajni občutljivosti naše jelke za deficitno preskrbo z vodo in za zvišane temperaturne razmere in o njenih negativnih fizioloških reakcijah na tovrstne klimatične zaostritve.

- Provenienčno pogojena kalitvena variabilnost obravnavanega semena je bila 5- do 10-krat širša kot v uporabljenih primerjavah iz dognanj za druga leta. Ta pojav dokazuje, da različne provenience zelo neenako reagirajo na neugodne klima-tične razmere v letu njihovega dozorevanja.

6.8 S staranjem spreminja jelovo seme svoje kvalitete pa tudi kvantitativne la- stnosti, in sicer v odvisnosti od načina in trajanja uskladiščenja ter glede na svo- je začetne posebnosti in provenienčne značilnosti.

- Teža jelovega semena s staranjem sprva narašča, nato pa postopno upada. Pri tem se provenience vedno izraziteje razhajajo v dve ločeni skupini. Ta polariza- cija je v zvezi z njihovo pripadnostjo neenakim izhodnim višinskim legam in z različnimi spremembami vlage v semenu. Vendar pa spreminjanje semenske teže ni odvisno od vlage semena in njenega spreminjanja - saj le-ta s staranjem na- rašča - ampak je za to spreminjanje odločilna neenakost teže suhe snovi, ki spr- va naglo narašča, nato pa blago upada, torej poteka njena fluktuacija popolnoma vzporedno z gibanjem vrednosti za absolutno maso semena. Končni deficit semen- ske teže je torej posledica endogenih procesov, pogojenih s staranjem jelovega semena.

- S staranjem jelovega semena se njegova vlaga kljub izolaciji od atmosferskih razmer dosledno spreminja, vendar pa ne upada, kot bi pričakovali, ampak na- rašča, in sicer v odvisnosti od načina uskladiščenja, najbolj pa v režimu hladil- nika.

- Seme, ki je uskladiščeno v razmerah zunanje klime, pridobiva prvih 5 mese- cev na kalivosti, ki pa nato pojema in tako v naslednjih 7 mesecih upade na za- četno vrednost, pozneje pa zdrkne pod njo.

- Seme, ki je shranjeno v kletnih razmerah, doseže že po 2 mesecih največjo kalivost, ki nato upada, tako da že po naslednjih 6 mesecih zdrkne pod začetno, in sicer najgloblje med vsemi obravnavanimi načini vskladiščenja.

- Semenu, spravljenemu v hladilniku pri temperaturi nad ničlo, narašča kalivost 8 mesecev in nato začne upadati, tako da se šele po naslednjih 8 mesecih zmanj- ša na začetno vrednost in nato pod njo.

- Seme, vskladiščeno v kalilniku pri temperaturi pod ničlo, doseže svojo največ- jo kalivost sočasno kot prej omenjeno, toda poznejše upadanje njegove kalitvene kakovosti poteka počasneje in blažje; Začetne vrednosti ne doseže, ampak se zač- ne pri 16-mesečni starosti zopet izboljševati, tako da je po 2-letnem vskladišče- nju kalitvena kakovost še za 1,5-krat večja od začetne.

- S staranjem se kalivost semena obravnavanih provenienc neenako spreminja. Izrazito najmočnejšo reakcijo uveljavljajo tiste - in le tiste - provenienc, ki izvirajo iz nekoliko razširjenega predzadnjega višinskega pasu, tj. od 700 do 1100 m nad morjem.

- S standardom predpisano 28-dnevno testiranje v kalilniku ne pokaže tako dobro proučevanih nakazovalcev semenske kakovosti, kot jih predočuje izid podaljšanega postopka. Prednosti 60- ali pa 100-dnevnega testiranja so zlasti v tem, da izraziteje opredeljujejo ne le vpliv upoštevanih okolnosti na kalitvene uspehe, ampak tudi razhajanje obravnavanih jelovih provenienc glede na določene morfološke in fiziološke lastnosti njihovega semena. Prednost podaljšanih postopkov pa ni le v izrazitejših kalitvenih uspehih in bolj poudarjenih razlikah primerjanih parametrov, ampak tudi v širši variabilnosti ugotovljenih vrednosti ter trdnejši korelaciji obravnavanih odnosov. Zato zasluži uporaba podaljšanega testiranja pri raziskovanju posebno pozornost.

- Učinek kalitvene stimulacije jelovega semena s hladno-vlažnim postopkom ne upada s staranjem semena, ampak je nasprotno, tem večji, čim starejše je seme. To velja zlasti za seme, uskladiščeno v hladilniku pri temperaturi pod ničlo, kateremu eno-mesečna vernalizacija domala 9-krat močnejše stimulira kalivost kot "svežemu" semenu. Razen kalivosti se z vernalizacijo izboljša semenu tudi kalilna energija, kajti vrednost s podaljšanim testom dognanega učinka je manjša od tiste, ki jo pokaže krajše testiranje.

- Od preskušanih postopkov se je 1 mesec trajajoča vernalizacija najbolj obnesla. Njena stimulacija je bila štirikrat večja kot po postopku, ki je npr. trajal 2 meseca. Endogeni procesi v jelovem semenu, ki se kažejo s stimulacijo kalivosti kot posledica povečane vlage in znižane temperature, uveljavljajo torej po preteku določenega časa - v našem primeru enega meseca - verjetno določeno antagonistično reakcijo, ki slabi sprva dosežene vernalizacijske uspehe.

## POVZETEK

S primerjavo nekaterih morfoloških lastnosti semena 10 različnih jelovih provenienc in na podlagi ugotovljenih razlik glede kakovosti, pojavov staranja, reakcije na različne načine konserviranja in vernalizacije tega semena je bilo dognano, da so določene od teh lastnosti odvisne od nekaterih reliefnih in talnih značilnosti rastišč, s katerih izhaja seme obravnavanih jelovih provenienc, hkrati pa so tesno povezane z zdravstvenim stanjem, tj. s stopnjo hiranja prizadetih jelk.

Dosledni odnosi so se pokazali med nadmorsko višino ter ekspozicijo izhodnih rastišč in med mnogimi od raziskovanih značilnosti semena. S tem proučevanjem so bila potrjena prejšnja avtorjeva dognanja o odločilnem vplivu prisotnosti apnenca v tleh na kakovost jelovega semena, in sicer skladno z uspešnejšim prirastkom

jelovih mladric na karbonatnih tleh, z njihovo živahnejšo transpiracijsko aktivnostjo, uspešnejšim reagiranjem na zasenčenje in specifično anatomsko zgradbo iglic.

Kalivost jelovega semena je z njegovim staranjem sprva naraščala in je šele pozneje - v odvisnosti od načina konserviranja - začela upadati. Tudi semenska teža je nekaj časa naraščala in šele po preteku nekaj mesecev je seme postajalo lažje, vendar pa so te spremembe nastajale neodvisno od vpliva neposrednega okolja, zato se pojavu pripisuje endogeni značaj. Pri tem so se provenience postopno polarizirale v dve jasno ločeni skupini, in to v odvisnosti od višinske lege izhodnih rastišč in od stopnje spreminjajoče se vlage semena.

Kalitvena kakovost jelovega semena, ki je bilo shranjeno v razmerah zunanje klime, se je izboljševala 5 mesecev, tistega, ki je bilo uskladiščeno v suhi kleti, le 2 meseca, medtem ko je kalivost semena, hermetično zaprtega v hladilniku, naraščala 8 mesecev. Šele po izteku teh časov je začela kalivost upadati.

Učinek kalitvene stimulacije jelovega semena s hladno-vlažnim postopkom je s staranjem semena naraščal. Zlasti je bil ta pojav očiten pri semenu, ki je bilo shranjeno dalj časa v hladilniku ob temperaturi pod ničlo. Enomesečna vernalizacija je dala veliko boljše uspehe kot dalj trajajoči tovrsten postopek. Endogeni procesi, povzročeni s povečanjem vlage in znižanjem temperature, ki se kažejo s stimulacijo kalivosti, se torej po preteku določenega časa, v obravnavanih primerih po enem mesecu, sprevržejo v antagonistično reakcijo, ki slabi sprva dosežene vernalizacijske uspehe.

Teža in kalivost obravnavanega jelovega semena, pridelanega leta 1971, je zelo zaostajala za odgovarjajočimi vrednostmi za seme, nabrano v drugih letih. S pomočjo vsestranskega vrednotenja medsebojnih vzrokov in posledic je bilo mogoče ta pojav pripisati ekstremnim klimatičnim razmeram v dotičnem letu. Primerjava vremenskih razmer za 120-letno obdobje je namreč pokazala, da je vladala v tistem letu, ko se je razvijalo obravnavano seme, nadpovprečno visoka temperatura zraka, tako v vegetacijskem obdobju kot tudi v poletju, hkrati pa so tedaj padavine občutno zaostajale za poprečnimi. Izredno slabo kakovost jelovega semena je torej mogoče razložiti kot posledico navedenih poudarjenih klimatičnih dejavnikov, za katere je bil avtor že prej dognal, da slabijo življenjsko moč jelke na prizadetem območju, tako da ta drevesna vrsta v Sloveniji rapidno propada.

Stopnja fiziološke oslabeledosti jelke in kakovost pripadajočega semena uveljavljata v več ozirih pomembno stopnjo korelacije. Seme na videz zdravih jelk je signifikantno težje od semena z dreves, ki kažejo znake prizadetosti. Nadalje obstoji zelo tesna povezava med začetno vlažnostjo jelovega semena in med vitalnostjo semenjakov. Trdno korelirana odvisnost na videz zdravih jelk z večjo vlago semena potrjuje prejšnja avtorjeva dognanja, da je recentno odmiranje jelke posledica ne-normalnih fizioloških procesov, ki jih poleg drugega povzroča deficitna vodna bilanca. Pozitivna odvisnost kalitvene kakovosti jelovega semena od zdravstvenega stanja semenskih dreves se je uveljavljala zlasti izrazito in s popolno korelacijo pri podaljšanem času testiranja. Ta pojav je tem pomembnejši spričo dejstva, da



je v semenu zdravih jelk več gluhega semena. Slabša kalivost hirajočih jelk torej ni posledica deleža gluhega semena, ampak izvira iz slabše kalivosti polnega semenja, ki mu fiziološke nenormalnosti ogrožajo tudi kalitveno kakovost.

Pokazala se je tudi trdna povezava stopnje jelkine vitalnosti z uspehom vernalizacije semena, kajti le seme zdravstveno ogroženih jelk je reagiralo na tretiranje v hladno-vlažnem postopku, medtem ko je seme na videz zdravih semenjakov ostalo indiferentno ali pa je celo zaviralo poprečni uspeh vernalizacije. Dopustna je torej razlaga, da je seme hirajočih jelk na določen način fiziološko prizadeto, vendar pa se v razmerah vernalizacije normalizira. Življenjsko prizadetost jelke v Sloveniji torej povzročajo ali pa vsaj odločilno spremljajo globoki nenormalni fiziološki procesi, ki poleg drugega povzročajo razvoj takšnega semenja, ki v normalnih razmerah ni kalivo ali pa le zelo težko skali, vendar pa se kalitvena sposobnost aktivira z vernalizacijo, torej po dodajanju tistih klimatičnih sestavin - vlage in nižje temperature - ki s svojo recentno deficitnostjo povzročata obravnvano sedanje propadanje jelke.

#### DIE KEIMFÄHIGKEIT VON TANNESAMEN IN ABHÄNGIGKEIT VON PROVENIENZSTANDORTEN UND KLIMA MIT BESONDERER RÜCKSICHT AUF TANNENSTÄMMEN IN SLOWENIEN

##### Zusammenfassung

Durch Vergleich von einigen morphologischen Eigenschaften von Tannensamen von 10 verschiedenen Provenienzen und auf Grund von festgestellten Differenzen hinsichtlich der Qualität, Alterungserscheinungen, Reaktion auf verschiedene Konservierungsverfahren und Vernalisation ist festgestellt worden, dass gewisse dieser Eigenschaften von einigen Reliefs- und Bodeneigenschaften der Standorte, von denen der Same der behandelten Tannenprovenienzen stammt, abhängig und gleichzeitig eng verbunden mit dem Gesundheitszustand bzw. mit dem Grad des Tannenstammens sind.

Es haben sich konsequente Beziehungen zwischen Höhenlage und Exposition der Ausgangsstandorte und den vielen untersuchten Eigenschaften der Samen herausgestellt. Mit dieser Untersuchung wurden die früheren Befunde des Autors über den entscheidenden Einfluss des Kalkgehaltes im Boden auf die Qualität der Tannensamen und zwar übereinstimmend mit dem erfolgreicherem Zuwachsgang der Tannensämlinge auf Karbonatböden, mit ihrer lebhafteren Assimilationsaktivität, mit der erfolgreicheren Reaktion auf Beschattung und den spezifischen anatomischen Aufbau der Nadeln, bestätigt.

Keimfähigkeit von Tannensamen nimmt mit der Alterung zuerst zu, und erst später - in Abhängigkeit von Konservierungsverfahren - allmählich ab. Auch das Samengewicht nahm anfänglich zu und erst nach einigen Monaten fing das Gewicht abzunehmen. Alle diesen Änderungen entwickelten sich unabhängig von der Einwirkung

der unmittelbaren Umgebung und deshalb wird dieser Erscheinung endogener Charakter zugeschrieben. Die Provenienzen trennten sich dabei allmählich in zwei deutliche Gruppen und zwar in der Abhängigkeit von der Höhenlage der Provenienzstandorte und dem Grad der wechselnden Samenfeuchtigkeit.

Keimqualität des Tannensamens, der in den Verhältnissen des Aussenklimas aufbewahrt wurde, verbesserte sich im Laufe von 5 Monaten. Die Keimqualität des im trockenen Keller aufbewahrten Samens verbesserte sich nur im Laufe von 2 Monaten. Doch Keimfähigkeit im Kühlschrank hermetisch aufbewahrten Samens verbesserte sich 8 Monate lang. Erst nach dem Ablauf dieser Zeiten nahm die Keimfähigkeit allmählich ab.

Der Effekt der Keim-Stimulation von Tannensamen mit kühlfeuchten Verfahren nahm mit der Alterung des Samens zu. Diese Erscheinung war bei dem lange im Kühlschrank bei Temperatur unter dem Gefrierpunkt aufbewahrten Samen besonders offensichtlich. Einmonatige Vernalisation ergab bessere Erfolge als eine längere Vernalisation. Durch erhöhte Feuchtigkeit und gesenkte Temperatur verursachte endogene Prozesse, die durch Stimulierung der Keimfähigkeit in Erscheinung treten, werden also nach dem Ablauf einer gewissen Zeit, in dem behandelten Fall nach einem Monat, in die antagonistische Reaktion umgeschlagen, durch welche die zuerst erreichten Erfolge der Vernalisation geschwächt werden.

Der Gewicht und die Keimfähigkeit der behandelten Tannensamen, Samenernte 1971, blieb sehr hinter den Werten der Tannensamen von anderen Samenernten zurück. Mit Hilfe von allseitiger Bewertung der gegenseitigen Ursachen und Wirkungen konnte man diese Erscheinung den extremen klimatischen Verhältnissen im betreffenden Jahr zuschreiben. Ein Vergleich von Wetterverhältnissen für eine 120-jährige Periode hat gezeigt, dass im Jahr, in dem die behandelten Samen sich entwickelten, überdurchschnittlich hohe Lufttemperaturen, sowohl in der Vegetationsperiode wie in der Sommerzeit, und gleichzeitig sehr unterdurchschnittliche Niederschläge herrschten. Die ausserordentlich schlechte Keimfähigkeit der Tannensamen konnte als Folge der erwähnten klimatischen Faktoren, für welche der Autor bereits festgestellt hat, dass sie die Vitalität der Tanne im betroffenen Gebiet schwächen, und dass diese Baumart in Slowenien in raschen Untergang begriffen ist.

Der Grad der physiologischen Schwächung der Tanne und die Qualität der dazugehörigen Samen bilden in mehreren Hinsichten bedeutende Korrelationsgrade. Der Same der scheinbar gesunden Tannen hat einen signifikant höheren Gewicht als der Same der offensichtlich geschwächten Bäume. Weiter besteht eine sehr enge Beziehung zwischen dem anfänglichen Feuchtigkeitsinhalt der Tannensamen und der Vitalität der Samenbäume. Die eng korrelierte Abhängigkeit der scheinbar gesunden Tannen mit einem grösseren Feuchtigkeitsinhalt der Samen bestätigt die früher gemachten Befunde des Autors, dass das rezente Tannensterben die Folge der abnormalen physiologischen Vorgänge ist, die unter anderem durch defizitärem Wasserhaushalt verursacht werden. Eine positive Abhängigkeit der Keimqualität der Tannensamen vom Gesundheitszustand der Samenbäume macht sich vor allem

gut sichtbar durch eine komplette korrelation bei verlängerter Test-Dauer. Diese Erscheinung ist desto bedeutender bei der Tatsache, dass die gesunden Tannen mehr taube Samen produzieren. Schlechtere Keimfähigkeit bei kranken Tannen kann somit nicht die Folge vom grösseren Anteil der tauben Samen sein, hat aber ihren Grund in der schlechteren Keimfähigkeit der vollen Samen, wo auch die Keimqualität durch physiologisch Abnormalitäten bedroht ist.

Es zeigte sich eine feste Abhängigkeit zwischen dem Grad der Tannenvitalität und dem Erfolg der Vernalisation der Samen, da nur der Same der gesundheitlich bedrohten Tannen auf die Behandlung von kühl-feuchten Verfahren reagierte, dagegen der Same der scheinbar gesunden Samenbäume indifferent blieb oder sogar den Erfolg der Vernalisation behinderten. Damit kann die Erklärung zugelassen werden, dass der Same der kranken Tannen gewissermassen physiologisch geschwächt ist, doch durch Vernalisation sich wieder normalisiert. Die kritische Lage der Tanne in Slowenien wird durch tiefgreifende unnormale physiologische Vorgänge verursacht oder zumindestens entscheidend begleitet, die unter anderem Entwicklung von Samen, der in normalen Verhältnissen kaum keimfähig sind, doch ihre Keimfähigkeit durch Vernalisation aktiviert wird, das heisst durch Einwirkung von jenen klimatischen Bestandteile - Feuchtigkeit und tiefere Temperatur - welche durch ihre rezente Defizidarität das behandelte jetzige Tannensterben verursachen.

#### LITERATURA

1. BRINAR, M.: Primerjalno testiranje jelovih provenienc glede nekaterih fizioloških značilnosti v zvezi s propadanjem jelke na slovenskem ozemlju, Zbornik gozdarstva in lesarstva, 12, Ljubljana, 1974.
2. BRINAR, M.: O razhajanju morfoloških značilnosti bukovih plodov v odvisnosti od ekoloških razmer, Gozdarski vestnik, Ljubljana, 1974.
3. BRINAR, M.: Kalivost bukovega semena in razvoj iz njega zraslih mladice v zvezi z nekaterimi značilnostmi provenienčnih rastišč, Zbornik gozdarstva in lesarstva, 13, Ljubljana, 1975.
4. ČABRAIĆ, T.: Prilog kon proučavanjeto na semeto od ele i rtilivosta na semeto od crn bor, Šumarski pregled, Skopje, 1960.
5. ČABRAIĆ, T.: Analiza šišarica i sjemena jele i smrće sa područja Igmana kod Sarajeva, Šumarstvo, Beograd, 1960.
6. GAJIĆ, M.: Još jedno saopštenje u vezi sa bojom semena jele, Šumarstvo, Beograd, 1962.
7. GAJIĆ, M.: Neka ispitivanja etarskih ulja iz raznih tipova semena jele sa planine Goča, Šumarstvo, Beograd, 1962.
8. KNEŽEVIĆ, M.: O dobivanju jelovog semena i podmladjivanju jele, Šumarski list, Zagreb, 1925.

9. MANOHIN, V.: Kratak pregled temperatur in padavin v Ljubljani v 100-letni opazovalni dobi 1851-1950, Geografski vestnik, Ljubljana, 1952.
10. MARKOVIĆ, Lj.: Uticaj klimatskih elemenata i geografskog položaja objekta na varijabilnost apsolutne mase i šturog semena jele, Simpozijum iz šumarske genetike prilikom 25-godišnjice Šumarskog fakulteta u Sarajevu, rukopis, 1974.
11. MUČALO, V. i REGENT, B.: Stimuliranje klijavosti i energije klijanja sjemena obične jele i zelene duglazije prethodnim tretiranjem, Jugoslovenski poljoprivredno šumarski centar, Beograd, 1966.
12. PANOV, A.: Prethodni rezultati ispitivanja sjemena jele sa područja NR B i H, Godišnjak Instituta za šumarska istraživanja, 1, Sarajevo, 1951.
13. POPNIKOLA, N.: Vlijanie na nadmorskata visočina vrz goleminata na elovite šiškarki, semete i razvito kot na potomstvo, Šumarski pregled, Skopje, 1969.
14. TOMAŠEVSKI, S.: Mogućnost sijanja naklijalog jelovog sjemena, Šumarski list, Zagreb, 1956.
15. Hidrometeorološki zavod Slovenije: Mesečna hidrometeorološka poročila 1950-1971.
16. Jugoslovenski standard, JUS D. Zl. 100-109, Jugoslovenski zavod za standardizaciju, Beograd, 1971.