

GDK: 232.311.2/3

KAKOVOSTNE KATEGORIJE GOZDNEGA REPRODUKCIJSKEGA MATERIALA, SEMENSKE PLANTAŽE IN UKREPI ZA IZBOLJŠANJE OBRODA

Hojka KRAIGHER*

Izvleček

Predlog za revizijo evropske sheme kategorizacije gozdnega reprodukcijskega materiala predvideva naslednje kategorije gozdnega semenskega materiala: 1) semenski material znane provenience; 2) izbran semenski material; 3) kvalificiran semenski material; 4) testiran semenski material. Glede na kakovostne razlike med posameznimi kategorijami, težavno shranjevanje semen listavcev in zelo omejen izbor semenskih sestojev za nekatere drevesne vrste, predlagamo diskusijo o problematiki semenskih plantaž. S semenskimi plantažami je mogoče doseči rednejši obrod in se tako izogniti težavnemu shranjevanju semena listavcev, obiranje je enostavno, pri drevesnih vrstah, ki se v naših gozdnih ekosistemih pojavljajo posamič in na večjih razdaljah, pa je omogočena izmenjava genetskega materiala in s tem širjenje genetske variabilnosti semenskega materiala. S fiziološkega stališča prikazujemo spodbujanje in možnosti kontrole cvetenja in obroda v semenskih plantažah.

Ključne besede: gozdno seme, genska banka, semenske plantaže, fiziologija cvetenja

QUALITY CATEGORIES OF FOREST REPRODUCTIVE MATERIAL, SEED ORCHARDS AND MEASURES TO ENHANCE FRUCTIFICATION

Abstract

A proposal for the revision of the OECD scheme for the control of forest reproductive material in international trade includes the following categories of forest seed material: 1) source identified, 2) selected, 3) qualified, 4) tested. On account of the difference in quality between these categories, the difficulty in the storage of seeds of broadleaf species and a very limited selection of seed collection stands for some tree species, discussion is suggested on problems concerning seed orchards in Slovenia. Seed orchards have a number of advantages: better fructification, which solves the problem of the storage of seeds of broadleaf species, easy seed collecting, and the possibility of the exchange of genetic material and the spreading of genetic variability of seed material for tree species that are to be found individually and at longer distances from one another in Slovenian forest ecosystems. Possibilities to control flowering and fructification in seed orchards are presented from a physiological viewpoint.

Key words: forest seed, gene bank, seed orchards, physiology of flowering

* dr., docentka, Gozdarski inštitut Slovenije, 1000 Ljubljana, Večna pot 2, SLO

1 UVOD

Slovensko gozdarstvo temelji na načelih sonaravnosti, trajnostnega gospodarjenja z gozdovi in multifunkcionalnosti gozdov. Gospodarjenje z gozdovi in gozdnogojitveni ukrepi so pogojeni z dolgo življenjsko dobo gozdnega drevja, pri katerem so v Sloveniji kolikor mogoče zagotovljene rastiščem prilagojene ekološke, fiziološke in genetske lastnosti populacij gozdnega drevja v posameznih gozdnih ekosistemih. Genetska in biološka raznolikost zagotavljata hkrati čim večjo odpornost na kompleksne in razmeroma nepredvidljive, večinoma antropogeno pogojene spremembe v okolju, med katerimi je bilo v preteklem desetletju predvsem poudarjano onesnaževanje prvin okolja, v zadnjih letih pa poudarek prehaja na posamezne oblike in učinke lokalnega in globalnega onesnaževanja, npr. na spremembe klime.

Kljub zakonsko opredeljenemu konceptu gospodarjenja z gozdovi (Ur.L.RS št.30 1993), Programu razvoja gozdov v Sloveniji (Ur.L.RS št.14 1995) in splošni sonaravni usmerjenosti gozdarske operative pa vrstna struktura v slovenskih gospodarskih gozdovih ne odseva predvidene naravne zastopanosti drevesnih vrst. Od skupaj okrog 70 avtohtonih drevesnih vrst v slovenskih gozdovih samo 5 drevesnih vrst (bukev, jelka, smreka, hrast in bor) predstavlja kar 90% lesne mase (Ur.L.št.14 1995). V preteklosti je bilo z gozdnogojitvenimi ukrepi v gozdovih pospeševanih le nekaj gospodarsko najzanimivejših vrst, nekatere drevesne vrste pa so ostale zunaj naše pozornosti in prizadevanj, da bi se v gozdu ohranile. Na gozdarskih študijskih dnevih z naslovom Prezrte drevesne vrste je bilo omenjenih 13 močno ogroženih vrst (KOTAR 1995), tem pa bi lahko dodali še druge, že sicer zelo redke drevesne vrste, doma večinoma v submediteranskem prostoru, ki so kot redke opredeljene tudi v Rdečem seznamu ogroženih praprotnic in semenk Slovenije (SKOBERNE / WRABER 1989).

Za ponovno vzpostavitev naravne drevesne sestave v gozdu je potrebno razširiti naše znanje na vse drevesne vrste, ki se pojavljajo v gozdu, spoznavati njihovo ekologijo, fiziologijo, genetiko, reprodukcijske mehanizme in gozdnogojitvene lastnosti, predvsem v gozdu v obnovi in v mladem gozdu. V prispevku izhajamo iz sestave Slovenske gozdne genske banke, razglabljamo o smotrnosti vzdrževanja oziroma vzajemnega dopolnjevanja semenskih sestojev, semenske banke in semenskih plantaž ter le-te primerjamo s predvidenimi kakovostnimi kategorijami semena po predlogu Pravilnika za kontrolo gozdnega reprodukcijskega materiala v mednarodni trgovini Organizacije za ekonomsko sodelovanje in razvoj (OECD 1995).

2 SLOVENSKA GOZDNA GENSKA BANKA

Zaradi primernih zakonsko predpisanih načel gospodarjenja z gozdovi obsega Slovenska gozdna genska banka vse slovenske gozdove, v katerih režim varovanja ustreza IV. kategoriji po IUCN klasifikaciji (IUCN 1994). Strožji režim varovanja v naravi (*in situ*) predstavljajo pragozdni rezervati, vsi gozdovi v okviru narodnih, naravnih in drugih parkov v Sloveniji ter semenski sestoji in plus drevesa (slednja v zadnjih dvajsetih letih niso evidentirana) (Preglednica 1) (KRAIGHER *et al.* 1996). V teku je priprava smernic za varovanje gozdnih genskih virov v Sloveniji v okviru večjih sestojnih kompleksov - gozdnih genskih sestojev (po evropskih merilih velikih vsaj 100 ha), v okviru katerih bo zagotovljena in genetsko preverjena izvornost in variabilnost vrst gozdnega drevja ter uporaba gozdnega reprodukcijskega materiala.

Preglednica 1: Površine zaščitene gozdov (KRAIGHER *et al.* 1996)

Zaščiteni gozdovi	Kategorija IUCN	Površina gozdov (ha)	Leto zavarovanja
Triglavski Narodni Park	II / V	36.240	1924, 1981
36 regionalnih parkov	V, eden III	30.045	večina od 1984 ali kasneje
173 pragozdnih rezervatov	I	10.421	nekateri od 1887, večina od 1973
Varovalni gozdovi	I / V	55.400	večina od 1852
Semenski sestoji	IV / VI	2.799	1955, po reviziji l. 1987

V slovenskih gozdovih je podprta naravna obnova gozda, delež umetne obnove zajema 10 - 15% letne površine v obnavljanju. Semenski in sadilni material mora po Zakonu o gozdovih (Ur.L.RS št.30 1995), po starem Zakonu o semenu in sadikah (Ur.L.SRS št.42 1973), po novem Zakonu o gozdnem semenu in sadikah, ki je v pripravi, in po ustreznih uredbah zadostovati pogojem ustreznosti izvora in kvalitete. Zaradi zagotavljanja teh pogojev so v Sloveniji v petdesetih letih pod vodstvom dr. Mirana Brinarja začeli izločati *semenske sestoje* v različnih, tedaj semenarskih okoliših, pozneje v semenskih enotah, v katerih ob ustreznem obrodu in pregledu ustreznosti teh sestojev poteka nabiranje semen za uporabo v določenih semenskih enotah v Sloveniji (PAVLE 1993 in 1995). S tem načinom je optimalno zagotovljena čimvečja genetska variabilnost, kvaliteta in izvorna ustreznost gozdnega sadilnega materiala. Strokovno usmerjanje, potrjevanje in vodenje registra semenskih sestojev vodi Gozdarski inštitut Slovenije, skrbnik je Zavod za gozdove Slovenije. V okviru priprave strategije varovanja gozdnih genskih virov v Sloveniji teče diskusija o izločanju semenskih sestojev v okviru

večjih gozdnih genskih sestojev, ki bodo zagotavljali široko in ustrezno gensko bazo gozdnega reprodukcijskega materiala.

Posebne (*ex situ*) oblike varovanja gozdnih genskih virov zunaj naravnih rastišč predstavljajo semenske plantaže, semenska banka, provenienčni poskusi in testi potomstva in živi arhivi drevesnih vst (BRUS 1995).

Zaradi zahtevnosti nabiranja semen in raziskav možnosti uvajanja nekaterih gospodarsko zanimivih tujih varietet in vrst gozdnega drevja so bile v preteklosti v Sloveniji osnovane tudi nekatere *semenske plantaže* (Preglednica 2). Njihova usoda je danes zelo vprašljiva. Glede na trenutno razpoložljiva proračunska sredstva (GRECS, os. komunik.) je mogoče vzdrževati le tri plantaže, osnovane za olajšanje nabiranja semen slovenskih avtohtonih vrst gozdnega drevja.

Preglednica 2: Semenske plantaže v Sloveniji (KRAIGHER *et al.* 1996)

Drevesna vrsta	Kraj	Leto za- snovanja	Izvor	Površin a (ha)	Št.klonov / sadik	Stanje
<i>Abies alba</i>	Vrem. britof	1963	Yugoslavia	1.00	23 / 1120	Opušče
<i>L. leptolepis</i>	Novi grad	1964	Ruše	1.52	? / 256	?
<i>P. nigra vileta</i>	Mlake	1964	Labin (Hr)	1.00	8 / ?	?
<i>P. nigra corsicana</i>	Lokve	1966	Lošinj (Hr)	1.83	? / 986	?
<i>P. menziesii viridis</i>	Adlešiči	1966		1.83		Opušče
<i>P. nigra austriaca</i>	Tomaj	1969	Istra, Kras	1.04	24 / 455	Opušče
<i>P. menziesii viridis</i>	Markovci	1980	Ruše, Ortek	3.00	40 / 1040	Opušče
<i>P. menziesii viridis</i>	Črmošnjice	1981	Ruše, Ortek	2.00		Opušče
<i>P. omorika</i>	Počivalnik	1988	Tara	1.50	58 / 1661	Opušče
<i>P. sylvestris</i>	Lendava	1982	Selnica/Dravi	4.00	40 / ?	Živi arh
<i>L. decidua sudetica</i>	Markovci	1969	CR - Zbraslav	1.20	21 / 360	Živi arh
<i>L. decidua sudetica</i>	Markovci	1979	CR - Zbraslav	2.00	20 / 61	Živi arh
<i>L. decidua alpica</i>	Ljubno	1983	Vršič, Radovna	2.00	?	Primerr
<i>A. glutinosa</i>	Murska šuma	1988	Murska šuma	2.00	55 / 330	Primerr
<i>F. angustifolia</i>	Hraščica	1989	Hraščica	1.80	60 / 505	Primerr

Hranjenje semen gozdnega drevja je zagotovljeno v podjetju Semesadike Mengeš, kjer je shranjena tudi osnovna *semenska banka* gozdnega drevja. Redna letna testiranja vitalnosti semen izvaja Gozdarski inštitut Slovenije, pri katerem je shranjena tudi vzorčna (delna vzporedna) banka semen. Vodenje registra stanja hranjenih enot na obeh lokacijah poteka v okviru Gozdarskega inštituta Slovenije. V gozdno semensko banko je trenutno vključeno seme 35 provenienc smreke iz različnih obrodov, skupno 65 akcesij, ter nekaj akcesij semena rdečega bora in evropskega macesna. Poseben problem predstavljajo semena listavcev, ki zahtevajo posebne postopke hranjenja, zato trenutno teh semen v semenski banki ni. Postopki shranjevanja semen listavcev, ki postajajo

zaradi podpore večji vrstni raznolikosti v slovenskih gozdovih vse bolj zanimivi, so v začetnih fazah raziskav na Gozdarskem inštitutu Slovenije.

Preglednica 3: Gozdna semenska banka (shranjena v podjetju Semesadike d.o.o. Mengeš, testiranje in dokumentacija na GIS, kurator M. PAVLE, os. komunik.)

Drevesna vrsta	Število akcesij	Provenience	V Mengšu	Leta shranjevanja
<i>P. abies</i>	65	35+2	44	1971-1992
<i>P. abies</i>	1	1	0	1995
<i>P. sylvestris</i>	2	1	1	1990, 1992
<i>A. alba</i>	1	1	1	1992
<i>L. decidua</i>	1	1	1	1989

Dokumentacija za gozdno semensko banko zajema registrsko številko, lokacijo semenskega objekta, nadmorsko višino objekta, matično kamnino, potencialno gozdno združbo, starost sestoja, boniteto rastišča, datum obroda, datum vnosa semena v semensko banko, odstotek kalivosti in vsebnost vlage. Seme je shranjeno pri +4°C v podjetju Semesadike d.o.o. Mengeš, kjer sicer obstaja tudi možnost za shranjevanje pri -21°C, vendar vzdrževanje tako nizkih temperatur zahteva preveliko porabo energije (oziroma finančnih sredstev).

Provenienčni poskusi in testi potomstva (Preglednica 4) in živi arhivi drevesnih vrst (Preglednica 5) so v Sloveniji manj zastopane oblike varovanja gozdnih genskih virov zunaj gozda.

Preglednica 4: Provenienčni poskusi in testi potomstva, povzeti po Letnem poročilu GIS za leto 1995 (LETNO POROČILO 1995)

Drevesna vrsta	Kraj	Št. ploskev	Leto osnovanja	Št. provenienc	Nosilec raziskav
<i>A. alba</i>	Boč	4	1987		BF
<i>P. menziesii</i>	Brkini, Javornik	2	1971, 1972	27	BF
<i>P. nigra</i>	Haloze	1	1977, 1988	9	BF
<i>P. nigra</i>	Žekanc	1	1977, 1988	8	BF
<i>P. abies</i>	Hrušica	1	1987	10	GIS
<i>P. abies</i>	6 lokacij	1 x 6	1991	2	GIS

Provenienčni poskusi so bili zastavljeni na Oddelku za gozdarstvo BF pod vodstvom prof.dr.Sonje Horvat-Marolt. Poleg poskusov v Sloveniji je njeno sodelovanje s tujimi znanstveniki v največji meri pripomoglo tudi k uveljavljanju slovenskih provenienc smreke, jelke in bukve v centralni in zahodni Evropi (HORVAT-MAROLT 1986 in HORVAT-MAROLT / STEPHAN 1990). Testi

potomstva smreke iz različnih semenskih sestojev so bili zastavljeni v zadnjih desetih letih zaradi potrditve smotrnosti oblikovanja semenskih enot po načelih rastiščnih zakonitosti (PAVLE 1995 in 1996).

Posebna oblika hranjenja genskih virov predstavljajo *živi arhivi* drevesnih vrst (Preglednica 5). S problematiko živih arhivov gozdnih drevesnih vrst se je začel raziskovalno intenzivneje ukvarjati na Gozdarskem inštitutu Slovenije doc. dr. Igor Jerman, v času od 1986 do 1990. Z delom je v okviru raziskav gozdnih genskih virov nadaljeval dr. Marjan Zupančič, ki je ravno tako zapustil Inštitut leta 1994 zaradi upokojitve. Po tem letu se je v delo vključila razmeroma nova ekipa. Gozdarski inštitut Slovenije se je leta 1993 vključil v mrežo živih arhivov metasekvoje z zasnovanjem nasada 350 dreves metasekvoje, vzgojene iz semen iz Sečuana. V letih 1994 do 1996 je bil zasnovan matičnjak topolovih klonov, v katerega je doslej vključenih 43 v Sloveniji preizkušenih in uspešnih klonov topola iz Slovenije, Novega Sada, Italije in Nemčije. Med žive arhive topolovih klonov bodo v bodoče uvrščeni tudi nekateri nasadi, ki jih je osnoval Inštitut za topolarstvo iz Novega Sada v osemdesetih letih, vzdržujejo pa jih Zavod za gozdove Slovenije, podjetje HPG Brežice in Ljubljanske Mlekarnice (ti nasadi niso posebej prikazani).

Preglednica 5: Živi arhivi GIS (BOŽIČ & SKUBE 1996)

Drevesna vrsta	Št. klonov / dreves	Leto osnovanja
<i>Populus</i> spp. (hibridi)	43 klonov	1994-1996
<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	350 dreves iz semena	1993

Vse naštetje oblike varovanja in uporabe gozdnih genskih virov so vključene tudi v Evropski program varovanja gozdnih genskih virov (EUFORGEN), ki deluje pod pokroviteljstvom FAO pri Inštitutu za rastlinske genske vire (IPGRI) v Rimu.

Zaradi specifičnosti Slovenske gozdne genske banke je bilo v letu 1996 v okviru Strokovne komisije MKGP za Slovenske rastlinske genske banke dogovorjeno, da se gozdna genska banka hrani in vzdržuje v okviru in pod vodstvom Gozdarskega inštituta Slovenije. V okviru slovenskih rastlinskih genskih bank, katerim je bil že dodeljen status nacionalnih zbirk, bo sodelovanje potekalo predvsem s Kmetijskim inštitutom Slovenije v okviru enotnega informacijskega sistema, ki bo voden s te inštitucije.

3 KAKOVOSTNE KATEGORIJE GOZDNEGA SEMENA

Stari in še veljavni Zakon o semenu in sadikah (Ur.L.SRS št.42 1973) je glede na izvor semen (4. člen) določal:

1. normalno seme, nabrano v potrjenih semenskih objektih (po JUS 1971 pa v semenskih sestojih in s plus dreves), in
2. selekcionirano seme, nabrano s potrjenih elitnih dreves ali plus dreves, pri katerih je potekalo kontrolirano križanje (opraševanje) ali pa seme s potrjenih semenskih plantaž.

Hrvaški Zakon o gozdnem semenu in gozdnem sadilnem materialu (Nar.Nov. št.11 1990) prav tako loči normalno in selekcionirano seme ter normalni in selekcionirani sadilni material, medtem ko v kategorijah semena loči:

1. selekcionirano seme, genetsko preverjeno s testi potomstva, nabrano v klonskih in generativnih semenskih plantažah,
2. selekcionirano seme, nabrano v klonskih in generativnih semenskih plantažah na osnovi fenotipske ocene izhodiščnih dreves,
3. normalno seme, nabrano s plus dreves v priznanih semenskih sestojih posameznih semenarskih okolišev,
4. normalno seme nabrano v priznanih semenskih sestojih,
5. normalno seme, nabrano v izbranih sestojih za nabiranje gozdnega semena.

V noveliranem avstrijskem Zakonu o gozdovih iz leta 1987 (FSG 1975 Nov.Nr.:576 1987) in ustreznih Odredbah (BMLF 1995) sta ločeni predvsem kategoriji izbranega in preizkušenelega semena, možna pa je tudi klasifikacija semena na avtohtono ali vneseno seme znanega ali neznanega izvora (Priloga VII, v: BMLF 1995). Ta Odredba tudi določa minimalno število klonov na semensko plantažo za posamezno drevesno vrsto (oziroma skupino vrst) ter minimalno število dreves, s katerih naj bi bilo nabrano seme z normalno ali s povečano genetsko pestrostjo za posamezne skupine dreves (BOŽIČ 1994).

Predlog za revizijo evropske sheme kategorizacije gozdnega reprodukcijskega materiala (OECD 1995) predvideva naslednje kategorije gozdnega semenskega materiala (v smislu vseh generativnih in vegetativnih delov rastlin, namenjenih reprodukciji gozdnega drevja):

1. semenski material znane provenience ('source identified'): poznana je samo širša provenienca semenskega materiala, brez zagotavljanja genetske kakovosti;

2. izbran semenski material ('selected'): znana je provenienca semena, izhodiščni material (semenski sestoj) pa je bil izbran po svojih fenotipskih značilnostih; ta kategorija vključuje samo semenski material, pridobljen z generativno reprodukcijo;
3. kvalificiran semenski material ('qualified'): semenski material iz mlajših semenskih plantaž, klonski material in klonsko mešan material; izhodiščni material za to kategorijo je bil predhodno individualno izbran ali vzgojen z umetno oploditvijo, semenski material pa še ni bil testiran glede genetskih značilnosti;
4. testiran semenski material ('tested'): znani so bodisi primerjalni testi semenskega materiala ali genetski potencial izhodiščnega materiala (s testi potomcev ali s provenienčnimi testi); morebitni genetsko modificirani organizmi so lahko uvrščeni le v to kategorijo.

Pri podatkih o semenu je potrebno med drugim navesti zasnovo semenske plantaže, ni pa nobenih priporočil glede števila klonov v zasnovi plantaže oziroma števila dreves pri nabiranju semena. Semenski sestoji pa morajo zadostovati pogoju, da jih sestavljajo ena ali več skupin dreves v zadostnem številu in razporeditvi, ki omogoča opraševanje med različnimi osebki in čimbolj onemogoča samooprašitev.

Glede na kakovostne razlike med posameznimi kategorijami, težavno shranjevanje semen listavcev in zelo omejen izbor semenskih sestojev (in dreves izbrane vrste v njih) za nekatere, predvsem minoritetne drevesne vrste, predlagamo diskusijo o problematiki semenskih plantaž. Predvsem pri semenskih plantažah je s fiziološkega stališča zanimivo spodbujanje cvetenja in obroda, kar na kratko predstavljamo v naslednjem poglavju.

4 CVETENJE IN OBROD GOZDNEGA DREVJA

Raziskave cvetenja in obroda pri gozdnem drevju so v primerjavi z zelnatimi rastlinami dosti bolj težavne. Drevesa so večinoma prevelika za študij fiziologije cvetenja v kontroliranih pogojih, imajo dolgo juvenilno periodo preden začnejo cveteti, imajo dolge reprodukcijske cikle, kompleksno strukturo cvetnih brstov in nepredvidljiv vzorec iniciacije cvetov.

4.1 Periodičnost cvetenja

Drevje v svojem razvoju preide skozi razmeroma dolgo juvenilno periodo, ki je lahko pri različnih vrstah dolga od 1 do več kot 40 let (Preglednica 6).

Preglednica 6: Starost in frekvenca cvetenja nekaterih drevesnih vrst (prirejeno po OWENS 1991)

Družina / drevesna vrsta	Starost do začetka semenjenja (leta)	Intervali med semenskimi leti (leta)
Aceraceae		
<i>Acer platanoides</i>	25-30	1-3
<i>Platanus occidentalis</i>	25-30	1-3
Betulaceae		
<i>Alnus glutinosa</i>	15-20	2-3
<i>Betula pendula</i>	15	1-3
Fagaceae		
<i>Fagus sylvatica</i>	50-60	5-15
<i>Quercus petraea</i>	40-50	2-5
Salicaceae		
<i>Populus tremuloides</i>	50-70	4-5
<i>Salix nigra</i>	25-75	1-3
Oleaceae		
<i>Fraxinus excelsior</i>	25-30	3-5
Pinaceae		
<i>Abies grandis</i>	40-45	3-5
<i>Larix decidua</i>	25-30	3-5
<i>Picea abies</i>	30-35	3-5
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	30-35	5-7

Ločimo juvenilno in odraslo, reproduktivno fazo, ko je drevo 'zrelo za cvetenje'. Prehod v to fazo je vrstno specifičen in odvisen od pogojev vzgoje drevesa. Po prehodu v reproduktivno fazo drevo zadrži sposobnost cvetenja, periodičnost cvetenja (Preglednica 6) pa tudi variira med vrstami in znotraj vrste odvisno od genetskih zasnov posameznega drevesa (KRAMER / KOZLOWSKI 1979). Razlike v periodičnosti cvetenja so posebno velike pri listavcih, manjše so pri iglavcih. Proizvodnja storžev, plodov in semena predstavlja klimaksno fazo v dolgotrajnih reprodukcijskih ciklih, na katere lahko vpliva veliko različnih dejavnikov. Čeprav je periodičnost cvetenja dobro dokumentirana, pa so vzroki zanjo pomanjkljivo pojasnjeni zaradi kompleksnih interakcij več endogenih in eksogenih dejavnikov.

4.2 Reprodukcijski cikli

Pri večini drevesnih vrst zmernih klimatov so poznani trije reprodukcijski cikli:

- A) Najpogostejši cikel obsega dve leti od zasnove cveta, prek periode zimske dormantnosti, do sproščanja semen. Reproductivni brsti so zasnovani poleti, do opraitve pride naslednjo pomlad. Čas med opraitvanjem in oploditvijo je navadno dolg le nekaj tednov. Razvoj embrija in semena je hiter in brez prekinitiv. Zrela semena se lahko sproščajo že pozno poleti v letu opraitve. Zadrževanje semen preko tega časa je navadno določeno s klimatskimi ali biotskimi zahtevami, ki so vrstno specifične in odvisne od načina razširjanja semen te vrste.
- B) Drugi reproductivni cikel je podoben prvemu, le da med opraitvijo in oploditvijo poteče navadno eno leto.
- C) Tretji reproductivni cikel je tudi podoben prvemu, le da se razvoj embrija in semena sicer začne, je pa prekinjen pozno poleti ali jeseni. Nezrelo seme prezimi in razvoj se nadaljuje naslednjo pomlad.

4.3 Zasnova in spodbuda cvetenja

Iniciacija cvetenja opisuje prehod nedeterminiranega vegetativnega terminalnega ali aksilarnega apikalnega meristema (apeksa) v determiniran reproductivni apikalni meristem, ki se razvije v cvet ali cvetni poganjek pri kritosemenkah oziroma v storž pri iglavcih. Klasična razlaga iniciacije cvetenja pri zelnatih rastlinah je, da povod za cvetenje izvira v različnih delih rastline, od koder se v nekaj urah ali dneh prenese v apeks, kjer pride do prehoda iz vegetativnega v cvetni apeks. Večina rastlin cveti v odvisnosti od dejavnikov v okolju, na primer od fotoperiode in temperature. Pri lesnatih rastlinah pa ta 'enostavni' klasični model ne drži, ker je cvetenje odvisno od cele serije razvojnih procesov, le-ti pa so zaporedno determinirani s hormonalnim in/ali mineralnim ravnovesjem v substratu ter modificirani z dejavniki okolja, ki delujejo na različne rastlinske organe (OWENS 1991).

Večina ukrepov za izboljšanje cvetenja vključuje spremembe v dejavniki okolja, število kombinacij je veliko, njihovi učinki pa pogosto nezanesljivi ali kontradiktorni. Uporabljajo se tudi direktne aplikacije rastlinskih rastnih regulatorjev v kombinaciji z drugimi ukrepi (gnojenje, obrezovanje, redčenje itd.).

Morfološke in anatomske zasnove reproduktivnih brstov so vrstno specifične, čas in mesto zasnove cveta sta relativno uniformna znotraj posamezne vrste. Med dejavniki okolja pa so zlasti zanimivi (povzeto po OWENS 1991):

- A) *Temperatura*. Visoke poletne temperature večinoma stimulirajo cvetenje, kar je za bukev opisoval že Linaeus leta 1751. Podobni vplivi so bili opisani za brezo, bore, jelko, smreko in duglazijo. Učinke visokih poletnih temperatur, pogosto v kombinaciji z aplikacijo nekaterih hormonov (predvsem giberelinov) in sušnega stresa, so raziskovali npr. pri smreki, vzgojeni v rastlinjaku.
- B) *Intenziteta svetlobe in fotoperioda*. Večina študij kaže na to, da so vplivi intenzitete svetlobe posredni, odvisni od osvetljenosti krošnje, nagiba terena, zasenčenja in genetsko pogojene razporeditve cvetnih brstov v krošnji. Veje, ki so bolj izpostavljene visoki intenziteti svetlobe, bolj obilno cvetijo. Redčenje je spodbudilo cvetenje pri nekaterih borih, pri duglaziji in pri nekaterih plodonosnih vrstah. Zastrtost krošnje je vplivala na razporeditev moških in ženskih cvetov pri javorju. Fotoperioda pri drevesnih vrstah nima tako neposrednega vpliva na cvetenje, kot ga ima pri zelnatih vrstah. Pri treh vrstah bora cvetenje ni bilo odvisno od fotoperiode, medtem ko je pri smreki fotoperioda vplivala na razvoj in število storžev. V lončnih poskusih, kjer je mogoče ločiti vplive svetlobe in fotoperiode od vplivov temperature, so ugotovili, da sadike breze, smreke in bora, vzgojene pri stalni svetlobi ali v dolgem dnevu, cvetijo hitreje od kontrolnih sadik (pri starosti 10-12 mesecev v primerjavi s 4-5 leti), pa tudi dosti hitreje od drevja, vzgojenega v naravi (15-20 let) (podatke je zbral OWENS 1991). Sklepali so, da je prehod v reproduktivno fazo pri teh drevesnih vrstah bolj odvisen od dosega določene velikosti kot od števila letnih rastnih ciklov.
- C) *Vodni stres in korenine*. Pri boru, smreki, jelki, duglaziji in bukvi so ugotovili pozitivno korelacijo med povečano proizvodnjo storžev / žira in nizkimi količinami dežja. Pozneje so ugotovili, da imajo korenine verjetno bolj neposredno vlogo pri stimulaciji cvetenja, ne le posredne prek sprejema vode in hranil. Ta vloga je predvsem v produkciji rastlinskih hormonov, citokininov in giberelinov, ki se sintetizirajo v koreninah in prenašajo v nadzemne poganjke (BONNET-MASIMBERT / WEBBER, 1995). Bolj neposredne rezultate vplivov sušnega stresa na cvetenje je mogoče dobiti le v lončnih poskusih. Ugotovili so, da sušni stres -1.4 do -2.0 MPa pred zoro vpliva na večjo produkcijo storžev pri duglaziji. Obrezovanje korenin ali tudi poplavljanje koreninskega sistema lahko vpliva na cikel aktivnosti korenin in s tem na cvetenje.
- D) *Mineralna hranila*. Pri sicer enakih pogojih rasti drevje, ki raste na boljših tleh, producira več semen kot drevje, ki raste na slabših rastiščih. Zato je uporaba

gnojil eden od najstarejših ukrepov za spodbujanje cvetenja. Pri iglavcih je glavno hranilo, ki vpliva na cvetenje, dušik, oblika dušika (uporaba amonijakalnega ali nitratnega dušika) pa je odvisna od vrste drevja. Pri drevesnih vrstah s sposobnostjo simbiotske fiksacije dušika (jelše, metuljnice) so z različnim učinkom testirali uporabo fosfatnih gnojil (HARRINGTON / DEBELL 1995).

E) *Drugi stresni dejavniki.* Na splošno lahko vsaka poškodba drevesa spodbudi cvetenje. Zato se za pospeševanje cvetenja uporabljajo različne tehnike obročkanja, zavezovanja, davljenja dreves. S temi postopki naj bi se z zaviranjem transporta proti koreninam zvišale koncentracije ogljikovih hidratov v krošnji. Teoretsko izhodišče je v spodbujanju visokega razmerja C/N, ki spodbuja razvoj cvetnih in zavira razvoj vegetativnih brstov. Mnenja o teh metodah so deljena. Indukcija cvetenja je lahko tudi rezultat obrezovanja vej, cepljenja, upogibanja, ranitve, nabiranja smole, defoliacije, mraznih poškodb in poškodb koreninskega sistema, vendar ni na razpolago enostavne razlage za vplive vseh teh stresnih dejavnikov.

Pomanjkljiva pozitivna razmerja med dejavniki okolja in cvetenjem so lahko povezana z *endogenimi dejavniki* v drevju. Dobremu semenskemu letu navadno sledi leto brez semenjenja ali s slabim semenjenjem. Rast in razvoj reproduktivnih organov predstavlja veliko potrošnjo metabolitov. Zato lahko drevo potrebuje eno ali več let, da ponovno doseže ustrezno stanje za razvoj reproduktivnih poganjkov. Ustreznim notranjim pogojem morajo hkrati ustrezati tudi ustrezni zunanji dejavniki okolja. Zato je periodičnost cvetenja in semenjenja pri mnogih drevesnih vrstah relativno redka.

Kontrola cvetenja z uporabo *rastnih regulatorjev* sledi trem namenom: i) preprečiti prezgodnje cvetenje, da bi se lahko večina energije porabila za vegetativno rast in razvoj; ii) spodbuditi cvetenje zrelega drevja za povečanje obroda; iii) regulirati cvetenje in obrod v krajših periodah (NICKELL 1991). Večinoma se kot spodbujevalci cvetenja pri iglavcih uporabljajo različni giberelini, medtem ko ti pri kritosemenkah lahko zavirajo cvetenje (OWENS 1991). Pomembna je časovna razporeditev aplikacije giberelinov, ki naj bi bila pred razvojem reproduktivnih brstov. Kombinacija drugih rastlinskih hormonov, avksinov, citokininov, abscizinske kisline in etilena lahko bodisi spodbudi ali spremeni odgovor rastline na gibereline, sami zase pa so navadno brez učinka. Hormonalna regulacija cvetenja in vsebnosti endogenih rastlinskih hormonov v brstih, poganjkih in koreninah ob različnih fazah razvoja predstavlja še vedno enega najbolj zanimivih problemov bazičnih študij rastlinske fiziologije. Samo seme po aplikaciji

hormonov, če je le-ta primerno časovno razporejena in kratkotrajna, pa je enake kvalitete kot normalno seme (OWENS 1991).

5 RAZPRAVA

Iz prejšnjega poglavja lahko povzamemo, da je začetek fruktifikacije povezan predvsem s preходом iz juvenilne v reproduktivno fazo, periodiko cvetenja, hormonalno regulacijo in dejavniki okolja. Ukrepi za spodbujanje cvetenja lahko obsegajo v naravi prilagojeno redčenje sestojev, večino preostalih ukrepov pa je možno izvajati le v umetnem okolju semenskih plantaž. Ti ukrepi zajemajo vzgojo rastlin s cepljenkami, kar lahko vpliva na hitrejši prehod v reproduktivno fazo, obrezovanje krošnje in korenin, obročkanje, vročinske ali sušne strese, škropljenje s hormoni ali injiciranje hormonov ali njihovih inhibitorjev in uporabo različnih gnojil. Glede na vrstno specifične odzive gozdnega drevja je možno cvetenje spodbuditi s kombinacijo ukrepov na hormonalni in okoljski stresni osnovi.

Zaradi visokih stroškov vzdrževanja klasičnih semenskih plantaž, nevarnosti opravevanja z neizbranim izhodiščnim materialom (v bližini plantaž naravno prisotnim drevjem iste vrste) in zaradi mnogo boljše možnosti manipulacije in spreminjanja okoljskih dejavnikov je trend razvoja semenskih plantaž v prehodu na lončne plantaže v rastlinjakih (BONNET-MASIMBERT / WEBBER 1991). Taka je npr. plantaža hibridnega macesna (*Larix x eurolepis*) v Gozdnem raziskovalnem centru v Graupi blizu Dresdena, kjer je vsa plantaža lahko v času polinacije pokrita z mrežo, sicer pa je lahko bodisi izpostavljena zunanjim vplivom, ali pa so ti modificirani glede temperaturnega, svetlobnega in vodnega režima v nepokritem ali delno pokritem rastlinjaku.

Tehnologija proizvodnje semenskega materiala v semenskih plantažah je povezana s primernim izborom lokacije za semensko plantažo (glede rastišča in glede odsotnosti neselekcioniranih osebkov iste vrste v bližini plantaže), vzgojo primerne števila izbranih klonov v bodoči plantaži, lahko s kontrolirano opravitvijo, s spodbujanjem cvetenja in količine obroda, kar zahteva relativno visoke stroške zasnovanja in nege plantaž. Poleg tega obstaja v Sloveniji upravičen odpor do semenskih plantaž zaradi potencialnega ožanja genetske variabilnosti v neprimerno zasnovanih semenskih plantažah, zaradi negativnega predznaka žlahtnenja gozdnega drevja in velikih stroškov vzgoje in vzdrževanja plantaž.

Vendar je v diskusiji o primernosti vzdrževanja in snovanja semenskih plantaž potrebno upoštevati tudi pozitivne lastnosti: i) s semenskimi plantažami je mogoče doseči rednejši obrod in se tako izogniti težavnemu shranjevanju semena listavcev, ii) obiranje je enostavno in kontrola nad mestom in načinom obiranja je enostavna, iii) pri drevesnih vrstah, ki se v naših gozdnih ekosistemih pojavljajo posamič in na večjih razdaljah, je omogočena izmenjava genetskega materiala in s tem širjenje genetske variabilnosti semenskega materiala. Pri vsaki od obstoječih semenskih plantaž bi bilo potrebno preudariti vse njene negativne in pozitivne učinke; pri semenski plantaži sudetskega macesna v Markovcih poleg prilagojenosti na nižinska rastišča in hitre rasti tudi npr. potencialno večjo odpornost sudetskega macesna na macesnov rak, ki je relativno pogost pri nižinskem macesnu v Sloveniji (JURC / JURC 1996); pri semenskih plantažah jesena in jelše v Prekmurju prednosti pri kontroliranju nabiranja semena. Nekatere plantaže bi bilo primerno obdržati kot žive arhive drevesnih vrst, npr. primerno zasnovano semensko plantažo rdečega bora v Prekmurju.

Menimo, da so mnenja o neprimernosti semenskih plantaž za slovensko sonaravno usmerjeno gospodarjenje z gozdom preuranjena. Pri presoji upravičenosti vzdrževanja in snovanja semenskih plantaž menimo, da bo v nekaj letih zanimiva tudi ocena ekonomike trženja s semenom v Evropi. Glede na kakovostne razlike med posameznimi kategorijami, težavno shranjevanje semen listavcev in zelo omejen izbor semenskih sestojev za nekatere, predvsem minoritetne drevesne vrste, predlagamo kompleksno študijo ekonomske, genetske in fiziološke upravičenosti semenskih plantaž in drugih sestavin slovenske gozdne genske banke.

Zahvala: Kolegoma Marjanci Pavle z Gozdarskega inštituta Slovenije in Zoranu Greclu iz Zavoda za gozdove Slovenije se zahvaljujem za branje in nasvete za dodelavo besedila. Prispevek sta sofinancirala Ministrstvo za znanost in tehnologijo in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije v okviru projektov št. V9-6912-0404-95 Populacijsko-genetske in ekofiziološke raziskave gospodarsko pomembnih drevesnih vrst ter rasti in razvoja gozdnega semena in sadik (CRP B7) in 1841/2 Javna gozdarska služba - Gozdna genska banka.

6 SUMMARY

A proposal for the revision of the OECD scheme for the control of forest reproductive material (OECD, 1995) includes the following categories of forest seed material (with regard to all generative and vegetative parts of plants intended for the reproduction of forest trees):

1. **source identified:** wider provenance of seed material is known without any guarantee of its genetic quality;
2. **selected:** provenance of seed material is known, but the starting material (seed stand) was selected according to phenotypic characteristics; this category includes seed material produced by generative reproduction;
3. **qualified:** seed material from younger seed orchards, clone material and mixed-clone material; the starting material of this category was individually selected beforehand or grown by artificial insemination, but the reproductive material was not yet evaluated by genetical or comparative tests;
4. **tested:** either comparative tests of reproductive material or genetic potential of the starting material are known; possible genetically modified organisms are assigned to this category.

Because of differences in quality between individual categories, the difficulty in the storage of seeds of broadleaf species and a very restricted selection of seed stands for some tree species, especially minority species, discussion is suggested on the problems concerning seed orchards.

The technology of the production of seed material in seed orchards involves a number of factors, such as a suitable selection of location for a seed orchard (as to site and absence of non-selected subjects of the same species in the vicinity of the orchard), raising an appropriate number of selected clones for the future orchard, relatively high costs of starting and running such an orchard, and possibly also controlled pollination, and the enhancement of flowering and fructification.

From a physiological viewpoint, the enhancement of flowering and fructification is of particular interest. The beginning of fructification depends primarily on juvenility, hormonal regulation and environmental factors. Measures for the enhancement of flowering include pruning of crowns and roots, girdling, heat or drought stress, application of hormones by spraying or injecting hormones or their inhibitors and the application of different fertilisers. Because of different response of tree species, flowering may be enhanced by a combination of measures using hormones and environmental stress.

Seed orchards have a number of advantages: better fructification, which solves the problem of the storage of seeds of broadleaf species, easy seed collecting, and the possibility of the exchange of genetic material and the spreading of genetic variability of seed material for tree species that are to be found only individually and at longer distances in Slovenian forests.

7 VIRI

- BMLF, 1995. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über forstliches Vermehrungsgut. BGBl. Nr>/1995.
- BONNET-MASIMBERT, M. / WEBBER, J.E., 1995. From flower induction to seed production in forest tree orchards.- *Tree Physiology* 15, 419-426.
- BOŽIČ, G. / SKUBE, S. 1996. Register topolovih klonov v živem arhivu GIS.- Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana (v pripravi).
- BOŽIČ, G. 1994. Primerjalna analiza avstrijskega in slovenskega zakona o gozdnem semenu in sadikah.- Pripravniska naloga, Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, 15 pp.
- BRUS, R., 1995. Možnost ohranjanja genofonda minoritetnih drevesnih vrst.- V: Prezrte drevesne vrste (Ed. KOTAR, M.), Zbornik seminarja, 17. Gozdarski študijski dnevi, Dolenjske Toplice, Ljubljana, 93-108.
- GOZDNI zakon (Avstrija), Forstgesetz, XI. Abschnitt.- FSG, 1975, Nov.Nr.:576 v. 20.X.1987, čl.148-169.
- HARRINGTON, C.A. / DEBELL, D.S., 1995. Effects of irrigation, spacing and fertilization on flowering and growth in young *Alnus rubra*.- *Tree Physiology* 15, 427-432.
- HORVAT-MAROLT, S. / STEPHAN, S., 1990. Gene resources of forest tree species in Yugoslavia. Preservation of gene resources in forestry (Proceedings). Mitt. der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (Germany), 164, Kommissionsverlag Wiedebusch, Hamburg, 299-312. Uni. Ljubljana, BF, Ljubljana.
- HORVAT-MAROLT, S., 1986. Europas genreserven in den waeldern Jugoslawiens. In: 18th IUFRO World Congress. Div.2, vol.II, Forest plants and forest protection, Ljubljana, 525-535.
- IUCN Commission on National Parks and Protected Areas.- In: Parks for Life: Action for Protected Areas in Europe, IUCN, 1994, Gland,Switzerland and Cambridge, UK, 154 pp.
- JURC, D. / JURC, M., 1996. Sušenje čmuga bora, macesna in zelenega bora ter hiranje gradna v območni enoti Sežana.- Ekspertiza, Gozdarski inštitut Slovenije, 5 pp.
- JUS Jugoslovenski standard.- JUS D.ZI.100, Službeni list SFRJ št. 41, 1971.
- KOTAR, M., 1995. Bogastvo drevesnih vrst v gozdu in revščina drevesnih vrst pri ravnanju z gozdom.- V: Prezrte drevesne vrste (Ed. KOTAR, M.), Zbornik seminarja, 17. Gozdarski študijski dnevi, Dolenjske Toplice, Ljubljana, 7-24.
- KRAIGHER, H. / BOŽIČ, G. / BRUS, R. / GOLOB, A. / PAVLE, M. / VESELIČ, Ž., 1996. Forest genetic resources. - V: International conference and programme for plant genetic resources - ICPPGR, The Republic of Slovenia, Country report (Sestavili: ČERNE, M. / KRAIGHER, H.), The Republic of Slovenia, Ministry of Agriculture, Forestry and Food, Ljubljana, March 1996.
- KRAMER, P.J. / KOZLOWSKI, T.T., 1979. Physiology of Woody Plants.- Academic Press, New York.
- LETNO poročilo.- Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, 1995, 31-36.
- NICKELL, L.G., 1991. Use of Growth-Regulating Chemicals.- In: Physiology of Trees (Ed. RAGHAVENDRA, A.S.), Johj Wiley & Sons, New York, 467-488.
- OECD scheme for the control of forest reproductive material moving in international trade. Proposal for the revision of the scheme.- OECD, 1995, Directorate for food, agriculture, forestry, Paris, pp.1-48.
- OWENS, J.N., 1991. Flowering and Seed Set.- In: Physiology of Trees (Ed. RAGHAVENDRA, A.S.), Johj Wiley & Sons, New York, 247 - 272.

- PAVLE, M., 1993. Oblikovanje semenarskih enot na osnovi gozdnih združb, *GozdV* 51, 270-287.
- PAVLE, M., 1995. Determination of Norway spruce (*Picea abies* (L) Karst) germinability according to seed origin and to storage time in seed banks. *Acta pharmaceutica*, 2.suppl.1/95, 223-225.
- PAVLE, M., 1996. Semenski sestoji kot dejavnik kvalitetne obnove gozdov. - Zbornik gozdarstva in lesarstva 51, Tematska številka Kakovost v gozdarstvu. BF Oddelek za gozdarstvo & Oddelek za lesarstvo, Gozdarski inštitut Slovenije (v tisku).
- PROGRAM razvoja gozdov v Sloveniji (NPRG).- Ur.I.RS VI/14, 1996, 981-994.
- VERORDNUNG des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über forstliches Vermehrungsgut. - BMLF, 1995, pp. 1-35.
- WRABER, T. / SKOBERNE, P., 1989. Rdeči seznam ogroženih praprotnic in semenk SR Slovenije.- *Varstvo narave* 14-15, 1-430.
- ZAKON o gozdovih.- Ur.I.RS 30, 1993, 1677-1691.
- ZAKON o semenu in sadikah.- Ur.I.SRS 42, 1973, 1383-1390.
- ZAKON o šumskom sjemenu i šumskom sadnom materijalu.- *Narodne novine* 11, 1990, 192-199.