UNIVERZA V MARIBORU
FAKULTETA ZA KMETIJSTVO

Anastazija GSELMAN, Branko KRAMBERGER

ŽIVLJENSKA DOBA IN ALOKACIJA SEMENA V TRAVNIŠKIH TLEH

E-publikacije
Univerze v Mariboru

MARIBOR, *2008*

CIP – kataložni zapis o publikaciji
Univerzitetna knjižnica Maribor

633.2.03

GSELMAN, Anastazija
Življenjska doba in alokacija semena v travniških tleh [Elektronski vir] / Anastazija Gselman, Branko Kramberger. - Besedilni podatki. - Maribor : Fakulteta za kmetijstvo, 2008. - (E-publikacije Univerze v Mariboru)

Način dostopa (URL):

ISBN 978-961-6317-27-6

COBISS.SI-ID **60949761**

Izdajo znanstvene monografije kot e-publikacije je odobril Senat Fakultete za kmetijstvo Univerze v Mariboru na 35. redni seji z dne 27.09.2006.

Naslov:	Življenjska doba in alokacija semena v travniških tleh
Avtor:	Anastazija Gselman, Branko Kramberger
Strokovni recenzenti:	izr.prof.dr. Mitja KALIGARIČ, red.prof.dr. Anton IVANČIČ, dr. Stane KLEMENČIČ
Jezikovni recenzenti:	mag. Ksenija Škorjanc
Tehnični recenzenti:	doc.dr. Črtomir Rozman
Računalniški prelom:	mag. Anastazija Gselman
Oblikovanje slik:	mag. Anastazija Gselman
Oblikovanje ovitka:	izr. prof. dr. Branko Kramberger
Tipologija publikacije:	Znanstvena monografija
Založnik:	Fakulteta za kmetijstvo Univerze v Mariboru
Kraj založbe:	Maribor
Datum izida:	**06.06.2008**
Različica:	1
URL:	http://www.fk.uni-mb.si/index.php?id=243
Sistemske zahteve:	*Internetni dostop*
Programske zahteve:	*Program za pregledovanje datotek tipa PDF*

KAZALO VSEBINE

		Str.
	Kazalo vsebine	III
	Kazalo preglednic	VIII
	Kazalo slik	IX
1	**UVOD**	**1**
2	**TALNA SEMENSKA BANKA**	**3**
2.1	ALOKACIJA SEMENA V TLEH	3
2.1.1	**Aktivno širjenje semena**	**3**
2.1.2	**Pasivno širjenje semena**	**4**
2.2	IZGUBE SEMENA IZ TALNE SEMENSKE BANKE	5
2.3	VELIKOST TALNE SEMENSKE BANKE	6
2.4	ŽIVLJENJSKA DOBA SEMENA V TLEH	7
2.4.1	**Klasifikacija talne semenske banke**	**8**
2.4.2	**Kriteriji razvrščanja**	**9**
3	**KALITEV SEMENA V TLEH**	**11**
3.1	DORMANTNOST SEMENA	11
3.1.1	**Fiziološka ali embrionalna dormanca**	**12**
3.1.2	**Naravna ali ovojnična dormanca**	**13**
3.1.3	**Semena s kombinirano dormanco**	**13**
3.1.4	**Morfološka dormanca**	**13**

3.1.5 Morfološko-fiziološka dormanca 14

3.2 PREVLADUJOČE OBLIKE DORMANCE V RAZLIČNIH TIPIH SEMENSKE BANKE V TLEH 14

3.2.1 Tranzientna semenska banka 15

3.2.1.1 Tip I*a* 15

3.2.1.2 Tip I*b* 15

3.2.1.3 Tip I*c* 15

3.2.1.4 Tip I*d* 15

3.2.1.5 Tip II 16

3.2.2 Perzistentna semenska banka 16

3.2.2.1 Tip III*a* 16

3.2.2.2 Tip III*b* 16

3.2.2.3 Tip IV 16

4 POSTOPKI ANALIZIRANJA TALNE SEMENSKE BANKE 16

4.1 METODE LOČEVANJA SEMEN 17

4.1.1 Izločanje semen s plavitvijo 18

4.1.2 Izločanje semen s presejavanjem 18

4.2 METODE POJAVLJANJA, IDENTIFICIRANJA IN ODSTRANJEVANJA RASTLINIC 18

4.2.1 Čas vzorčenja 19

4.2.2 Velikost vzorca 19

4.2.3 Postopki kalitve vzorcev v kontroliranih pogojih 20

4.2.4 Perioda kalitve 21

5 UGOTAVLJANJE TALNE SEMENSKE BANKE NA PRIMERU NAVADNEGA REGRATA (*Taraxacum officinale* F. Weber.) IN VELIKEGA TRPOTCA (*Plantago major* L.) 22

5.1 NAVADNI REGRAT (*Taraxacum officinale* F. Weber.) 22
5.1.1 Botanična razvrstitev 23
5.1.2 Biološke značilnosti 24
5.1.2.1 Korenine 24
5.1.2.2 Steblo 24
5.1.2.3 Listi 24
5.1.2.4 Socvetje 25
5.1.2.5 Plod 26
5.1.3 Naravno okolje 27
5.1.3.1Podnebje 27
5.1.3.2 Tla 27
5.1.3.3 Rastlinska združba 27
5.1.4 Gospodarska vrednost 28
5.1.4.1 Škodljivost 28
5.1.4.2 Koristnost 29

5.2 VELIKI TRPOTEC (*Plantago major* L.) 30
5.2.1 Botanična razvrstitev 31
5.2.2 Biološke značilnosti 31
5.2.2.1 Korenine 32
5.2.2.2 Listi 32
5.2.2.3 Socvetje 33
5.2.2.4 Plod 34
5.2.3 Naravno okolje 34
5.2.3.1 Podnebje 34
5.2.3.2 Tla 34
5.2.3.3 Rastlinska združba 35
5.2.4 Gospodarska vrednost 35
5.2.4.1 Škodljivost 35
5.2.4.2 Koristnost 36

5.3 EKSPERIMENTALNO DELO 37

5.4 MATERIAL IN METODE DELA 37
5.4.1 EksperimentI 37
5.4.2 Eksperiment II 38
5.4.3 Fitocenološki popis travne ruše 38
5.4.4 Ugotavljanje količine in disperzije semena navadnega regrata in velikega trpotca v eksperimentih I in II 39
5.4.5 Eksperiment III 40
5.4.6 Statistične analize 41
5.4.7 Klimatske razmere v času izvajanja poskusov 43

6 REZULTATI Z RAZPRAVO 48

6.1 STRUKTURA SEMENSKE BANKE NAVADNEGA REGRATA IN VELIKEGA TRPOTCA V TRAVNIŠKIH TLEH V ODVISNOSTI OD OBSTOJEČE TRAVNE RUŠE 48
6.1.1 Vrstna sestava ruše na poskusnih površinah 48
6.1.2 Struktura talne semenske banke v travniških tleh 51
6.1.2.1 Struktura semenske banke navadnega regrata 53
6.1.2.2 Struktura semenske banke velikega trpotca 55
6.1.2.3 Struktura talne semenske banke v travniških tleh in nadzemna vegetacija 56

6.2 VPLIV GLOBINE TAL IN ČASA ZAKOPANOSTI NA KALIVOST SEMENA NAVADNEGA REGRATA IN VELIKEGA TRPOTCA 60
6.2.1 Navadni regrat 61
6.2.1.1 Kalivost semena pred zakopavanjem 61
6.2.1.2 Kalivost semena glede na globino in čas zakopanosti 62
6.2.2 Veliki trpotec 64
6.2.2.1 Kalivost semena pred zakopavanjem 64
6.2.2.2 Kalivost semena glede na globino in čas zakopanosti 65

7 ZAKLJUČKI 67

8 LITERATURA 68

8.1 CITIRANA 68

8.2 CITIRANI ELEKTRONSKI VIRI 77

KAZALO PREGLEDNIC

		Str.
Preglednica 1:	Vrste vzroki in značilnosti dormance semena (Baskin in Baskin, 1989).	12
Preglednica 2:	Odstopanja povprečne temperature zraka (°C) po mesecih v letih 2000, 2001 in 2002 od dolgoletnega povprečja 1961-1990 za Maribor in okolico.	45
Preglednica 3:	Odstopanje količine padavin (%) po mesecih v letih 2000, 2001 in 2002 od dolgoletnega povprečja 1961-1990 za Maribor in okolico.	46
Preglednica 4:	Število popisanih vrst, seznam in delež prevladujočih rastlinskih vrst v posamezni botanični skupini na območju izvajanja eksperimenta I in II ter Shanonov indeks rastlinske pestrosti (*H*).	48
Preglednica 5:	Skupno število semen in število semen navadnega regrata ter velikega trpotca v odvisnosti od globine in rastišča v eksperimentu I.	51
Preglednica 6:	Skupno število semen in število semen navadnega regrata ter velikega trpotca v odvisnosti od globine in rastišča v eksperimentu II.	52
Preglednica 7:	Velikost semenske banke, število rastlinskih vrst v nadzemni vegetaciji in v semenski banki ter korelacije med njimi za eksperiment I.	57
Preglednica 8:	Velikost semenske banke, število rastlinskih vrst v nadzemni vegetaciji in v semenski banki ter korelacije med njimi za eksperiment II.	58
Preglednica 9:	Vpliv globine in časa zakopanosti na kalivost semena (%) navadnega regrata in velikega trpotca v travniških tleh.	60

KAZALO SLIK

		Str.
Slika 1:	Ključ za razvrščanje semen v tri tipe semenske banke (Thompson s sod., 1997).	10
Slika 2:	Glavne biološke značilnosti navadnega regrata.	26
Slika 3:	Seme navadnega regrata.	26
Slika 4:	Regratova rožka.	27
Slika 5:	Navadni regrat v polnem cvetenju in v času semenitve.	29
Slika 6:	Glavne biološke značilnosti velikega trpotca.	33
Slika 7:	Plod velikega trpotca.	34
Slika 8:	Povprečne dekadne temperature zraka (°C) izmerjene na 2 m in dekadne padavine (mm) v letu 2000, 2001 in 2002 ter njuno dolgoletno povprečje (1961 do 1990) za Maribor.	44
Slika 9:	Povprečne dekadne temperature tal (°C) izmerjene na globini 5 cm v letu 2000, 2001 in 2002 in povprečna temperatura tal na globini 5 cm v času izvajanja poskusa (avgust 2000 o junij 2002) ter njihovo dolgoletno povprečje (1971 do 1996) za Maribor.	47
Slika 10:	Delež vzniklih semen navadnega regrata glede na čas zakopanosti na 5 in 10 cm v tleh.	62
Slika 11:	Delež vzniklih semen velikega trpotca glede na čas zakopanosti na 5 in 10 cm v tleh.	66

1 UVOD

V Sloveniji približno 60 % kmetijskih površin predstavlja travnati svet (Statistični letopis, 2002), ki prevladuje predvsem na reliefno manj ugodnih območjih za kmetijsko pridelavo. Manjši delež travnatega sveta je naravnega (nad gozdno mejo), večji del pa je sekundarnega, kjer je človek desetletja ali stoletja z redno košnjo ali pašo živali preprečeval, da bi te površine zarasel gozd.

Rušo omenjenega antropogenenega travnatega sveta tvorijo večinoma samonikle rastlinske vrste, katerih pestrost v ruši je, poleg izključne namembnosti teh površin za pridelavo krme, zelo pomembna iz vidika krajinske in biotske pestrosti ter ohranjanja naravne dediščine.

Za pestrost travnatega sveta je nadvse pomembno seme rastlin v tleh, torej talna semenska banka, ki je rezultat rastlinske sestave ruše tako v preteklosti, kot tudi danes (Vanasse in Leroux, 2000). Vendar je marsikje talna semenska banka danes zaradi intenzivne pridelave krme na teh travniških površinah že osiromašena.

Z intenzifikacijo kmetijstva se je marsikje način izkoriščanja travnatega sveta v zadnjih desetletjih popolnoma spremenil. Gnojenje in osuševanje tal, kot pomembna dejavnika intenziviranja sicer povečujeta vsebnost hranil in kisika v tleh, vendar pa hkrati vplivata na »skladiščne« pogoje semen v tleh (Howe in Chancellor, 1983). S povečevanjem pogostosti košnje ali intenzivnosti paše, ob hkratnih velikih količinah uporabljenih gnojil, se je po eni strani količinsko in kakovostno povečeval pridelek krme, po drugi strani pa se je drastično spremenila rastlinska sestava ruše. Nekatere rastline so pridobile s tekmovalnostjo, mnogo pa jih je iz ruše izginilo. Intenzivna raba travnikov in pašnikov (zelo pogosta košnja, trajna paša) mnogim rastlinam v ruši namreč preprečuje, da bi formirale cvetove in kasneje odvrgle tudi seme, saj jim odstranimo že liste še preden ustvarijo dovolj asimilatov za življenje. Tako rastline, ki imajo večino listov v območju, kjer jih odstranimo s košnjo ali pašo, iz rabe v rabo slabijo in v najslabšem primeru iz ruše tudi izginejo. V ruši ostanejo le rastline, ki imajo večino listne mase, kakor tudi generativne poganjke bliže tlom. Tem

rastlinam s košnjo ali pašo večinoma odstranimo le del listne površine, s preostalim delom pa sproti ustvarjajo asimilate potrebne za nadomeščanje odstranjene listne mase, tvorbo semena in prezimitev.

Pestrost rastlinskih vrst zastopanih v ruši se torej zmanjšuje predvsem zaradi inhibicije spolnega razmnoževanja občutljivejših vrst, obenem pa je drugim rastlinam omogočeno močno vegetativno širjenje. Na ta način se slabša predvsem genetska in vrstna diverziteta rastlin, ki se razmnožujejo s semeni. Ruša posledično postaja vedno bolj siromašna z rastlinskimi vrstami. Obstaja pa tudi potencialna nevarnost zaraščanja ruše z rastlinami, ki jih s stališča gospodarske pomembnosti prištevamo med manj zaželene, saj odvzemajo življenjski prostor, hranila in vlago kakovostnejšim in produktivnejšim rastlinskim vrstam.

Tudi načrtna ekstenzifikacija proizvodnje na travnatem svetu, z namenom ohraniti ali povečati rastlinsko pestrost in s tem obogatiti rezerve semen v tleh, lahko privede do neželenih učinkov. Število vrst v takšni hitro spreminjajoči se rastlinski združbi se lahko tudi zmanjša. Vzrok temu je postopna prevlada (ob zmanjševanju pogostnosti košnje) visokih rastlinskih vrst v združbi, ki izpodrinejo nizko rastoče vrste v tekmi za svetlobo. V takih primerih lahko pričakujemo, da bodo izgube tako v vegetaciji, kakor tudi v talni semenski banki (Bekker s sod., 1997).

Smernice evropske družbe enaindvajsetega stoletja določajo vedno večjo finančno podporo kmetijstvu, z namenom vzpodbujati več-namenskost kmetijske pridelave. Nova EU politika vodi kmete do tega, da upoštevajo tudi nove vidike gospodarjenja na trajnih travnikih in pašnikih, ki stimulirajo tudi biotsko pestrost. V luči tega pa ima seveda svoje pomembno mesto tudi talna semenska banka.

2 TALNA SEMENSKA BANKA[1]

Z izrazom »talna semenska banka« označujemo semena in plodove rastlin na površini in pod površino tal, ki ob ustreznih razmerah predstavljajo kalivo – življenjsko sposobno seme (Simpson s sod., 1989). Obravnavamo jo lahko tudi kot indikator obstoječe in minule rastlinske združbe, saj jo večinoma sestavljajo tako semena, ki so nedavno odpadla z rastlin, kakor tudi semena, ki so v tleh že daljše časovno obdobje.

2.1 ALOKACIJA[2] SEMENA V TLEH

Vnos semena v talno semensko banko je determiniran s količino odpadlega semena z rastlin, ki sestavljajo prisotno rastlinsko združbo, seme pa je lahko na neko lokacijo preneseno tudi od drugod. Na splošno v naravi pa se semena širijo (premeščajo) večinoma pasivno (alohorija), redkeje aktivno (autohorija) (Mihalić, 1988). Alokacija semena v talnem profilu je lahko horizontalna kot tudi vertikalna.

2.1.1 Aktivno širjenje semena

Pri aktivnem širjenju semena, rastline le tega odmetavajo s pomočjo posebnih mehanizmov. Razdalja, na katero lahko materinska rastlina odvrže semena, ni velika. V povprečju meri le od nekaj deset centimetrov do nekaj metrov.

Med rastlinskimi vrstami, za katere je značilna ta oblika odmetavanja semena, srečamo npr. navadno madronščico (*Linaria vulgaris* Miller) in navadni kokalj (*Agrostemma githago* L.). Posebno obliko autohorije pa srečamo pri podzemni detelji (*Trifolium subterraneum* L.), katere cvetovi večinoma ostanejo pri tleh, z ukrivljanjem cvetnega peclja pa socvetja s plodovi preidejo neposredno v tla.

---

[1] Izraz semenska banka pomeni seme in plodove rastlin na površini in pod površino tal, ki imajo ob ustreznih pogojih sposobnost kalitve.

[2] Alokacija semena v tleh pomeni razporeditev semena v tleh. Semena se lahko v tleh vertikalno in horizontalno tudi prerazporejajo.

2.1.2 Pasivno širjenje semena

Kot navaja Mihalić (1988) je pasivno premeščanje najpomembnejša oblika širjenja semena v naravi. Mediji premeščanja so najpogosteje veter, voda, živali (ptiči, mali sesalci, hrošči, mravlje in črvi) in človek (Borchert s sod., 1978; Baker, 1989; Simpson s sod., 1989; Willems s sod., 1994; Bakker s sod., 1996).

Širjenje semena z vetrom imenujemo anemohorija in je v naravi zelo razširjena. Semena, ki jih raznaša veter, so pogosto drobna in imajo največkrat že morfološko prilagojen sistem za letenje (npr. kodeljica pri navadnem regratu). Ta povečuje zračni upor in s tem omogoča prenos semena na večje razdalje ter upočasnjuje padanje semena proti tlom (Willson, 1992). Večja kot je jakost vetra in čim lažje je seme, izrazitejša je anemohorija.

Širjenje semena z vodo ali hidrohorija – voda s svojim premikanjem po površini tal in pronicanjem v tla (največ v obliki padavin - dež, sneg, ali poplavljanjem) prenaša velike količine semena. Pri tem znaten delež semena propade, kljub temu pa velik delež semena zaradi odpornosti na vodo ostane življenjsko sposobnega.

Širjenje semena z živalmi ali zoohorija – v primeru, ko gre za premeščanje semen s pomočjo živali je le to lahko:

- *zunanje ali epizoohorija* - semena se oprimejo telesa živali. Za oprijem jim najpogosteje služijo posebne oprijemalke ali lepilne snovi.
- *notranje ali endozoohorija* - semena živali zaužijejo. Ta prehajajo skozi njihova prebavila ter se ob iztrebljanju nepoškodovana izločajo iz telesa. Značilnosti prebavnega traku posameznih živalskih vrst lahko vplivajo na preživetje semen v gostiteljskem okolju (usta, prebavni trakt) (Stiles, 1992). Pri nekaterih živalih (črvi) prehod semena skozi prebavni trakt celo povečuje možnost kalitve tega semena, če ga žival skupaj z drugimi iztrebki izloči na površino tal (McRill s sod., 1973).
- *zbiranje semena ali sinzoohorjia* - k bogatenju talne semenske banke pogosto pripomorejo živali, ki prenašajo semena iz oddaljenejših virov (Simpson s sod., 1989). Mnogi mali sesalci in ptiči namreč zbirajo semena za zaloge hrane. Odbira semen je najpogosteje pogojena z maso in velikostjo semena. Semena, ki na ta

način ostanejo v tleh nedotaknjena, so skladiščena največkrat v območju tal, ki je najugodnejše za kalitev (Stiles, 1992).

Tudi človek pripomore k širjenju semen rastlinskih vrst, kar imenujemo antropohorija. Semena širi z obutvijo in obleko, največ pa s prodajo nečistega semenskega materiala gojenih vrst, s transportnimi sredstvi, s stroji in orodji, z aplikacijo nepreperelega hlevskega gnoja in komposta … (Mihalić, 1988).

Pasivno širjenje semena v tla je počasno (Bekker s sod., 1998), zaradi tega semena s kratko življenjsko dobo le redko zaidejo v večje globine, medtem ko semena z daljšo življenjsko dobo najdemo tako bliže površini tal, kakor tudi v večjih globinah tal (Warr s sod., 1993). S pasivnim širjenjem semena tako pogosteje ostanejo bližje površini tal (npr. kar 73 % semen iz talne semenske banke pašnika se nahaja do globine 3 cm, medtem ko je v enaki plasti njivskih tal le 19 % vseh semen (Bekker s sod., 1998)), čeprav nekatera srečamo tudi v večjih globinah ali enakomerno porazdeljena po vseh plasteh tal.

Številni avtorji (Bakker s sod., 1996; Bekker s sod., 1998 a, b; Akinola s sod., 1998) navajajo, da v globlje plasti tal lažje prehajajo manjša in drobnejša semena. Posledično s to ugotovitvijo lahko sklepamo, da z globino tal število semen upada, kar potrjuje tudi Warr s sod. (1993). S tem, ko seme prehaja globlje v tla, se izogne procesu takojšnje kalitve in predatorjem, kar lahko pomeni večjo možnost za ohranjanje kalivosti daljše obdobje. Tako so semena, ki so globlje v tleh, domnevno tudi starejša (Hill s sod., 1981).

2.2 IZGUBE SEMENA IZ TALNE SEMENSKE BANKE

Izgube semena iz talne semenske banke so večinoma posledica genetsko kontroliranih fizioloških reakcij na vplive okolja, ki vključujejo tako svetlobo, temperaturo, vodo in zrak, kakor tudi kemične spodbujevalce, ki so potrebni za kalitev semena. Semena, ki je kalilo, seveda ne moremo več prištevati k talni semenski banki. Količina semena v talni semenski banski pa se zmanjšuje tudi za semena, ki:

- so pregloboko v tleh, da bi ostala del efektivne talne semenske banke (Baker, 1989). V območje kalitve, bi jih lahko vrnili le povratni vodni tokovi ali živali (predvsem

deževniki in krti), saj na naravnem ali pol - naravnem travinju človek zemlje z obdelavo ne obrača tako kot to počne npr. na njivah (McRill s sod., 1973 in Jalloq, 1975);

- zaradi interakcije z živalmi in s patogeni odmrejo (Crawley, 1992) ali
- odmrejo zaradi naravnega staranja semena (Roberts, 1970).

2.3 VELIKOST TALNE SEMENSKE BANKE

Velikost talne semenske banke je v prvi vrsti odvisna od vnosov semena v talno semensko banko in izgub iz nje. Število semen v tleh (vključno s semeni, ki so padla na površino tal) se namreč močno poveča takoj po tistem, ko jih rastline odvržejo, če smo seveda z načinom rabe to rastlinam ruše tudi omogočili (Wiliams, 1984). Količina proizvedenega semena na rastlino in s tem potencialna količina vnosa v talno semensko banko pa je odvisna od:

- vremenskih pogojev v času oblikovanja socvetja in v času opraševanja,
- števila rastlin na kvadratni meter,
- strukture rastlinske populacije, ki sestavlja rastlinsko združbo,
- deleža oprašitve,
- časa in stopnje defoliacije (košnje ali paše) in nenazadnje tudi od
- evolucijskega razvoja rastline ter s tem povezane tvorbe semena (Crawley, 1992).

Da bi razumeli krogotok semena v talni semenski banki in njeno potencialno velikost, Silvertown (1992) navaja naslednje, če je vnos semen v talno semensko banko večji od izgub semena (odmiranje semen, kalitev, predatorji) iz nje, potem je nujno, da se življenjsko sposobna semena akumulirajo v tleh. V nasprotnem primeru pa, ko je število ustvarjenih semen enako izgubam, je talna semenska banka le začasna. Raziskave so pokazale, da relativno malo semena dejansko postane del talne semenske banke, saj na število semena v talni semenski banki vplivajo tudi:

- vrsta tal (v 20 cm plasti peščenih tal je v povprečju 40 000 semen m^{-2}, medtem ko je število semen v enaki plasti rjavih, srednje težki tal le 15 000 semen m^{-2} (Cavers s sod., 1989)),
- zakisanost, vlažnost in prezračenost tal,

- gnojenje ter založenost tal s hranili (Bakker s sod. (1996) navaja, da je v 10 cm plasti negnojenega pašnika do 13 000 semen m^{-2}, v enaki plasti gnojenih tal pa Poshold s sod. (1991) ugotavlja le 4000 semen m^{-2}),
- način in intenzivnost izkoriščanja ruše (McDonald s sod. (1996) poroča, da je talna semenska banka značilno manjša pod rušo pašeno z govedom, kot pa rušo, ki jo je pasla drobnica ali smo jo le kosili),
- predatorji (ptiči, mali sesalci, mravlje in hrošči - zanje so, kot vir hrane, zanimiva predvsem semena, ki ne vsebujejo škodljivih sestavin (Hendry s sod., 1995) in večja semena (Hulme, 1998)),
- delež pokritosti tal z rastjem,
- kakor tudi variabilnost genetske strukture semen, ki talno semensko banko sestavljajo (Sawicka s sod., 1990).

Talne semenske banke pod travnatim svetom so v Evropi in severni Ameriki v splošnem količinsko skromne (Bakker, 1989). Največji del talne semenske banke je pogosto lociran v zgornjih plasteh tal, največ do globine 25 cm (Willems s sod., 1994). Mnogo večje so le tam, kjer so bila tla predhodno v njivski obdelavi (Schenkeveld s sod., 1984). Cavers s sod. (1989) v slednjih ugotavlja od 250 do 40000 semenih m^{-2}. S pregledom 1189 objav o številu semen posameznih rastlinskih vrst v travniških tleh Thompson s sod. (1997) ugotavlja, da ima večina rastlinskih vrst majhno talno semensko banko ($\leq$500 semen m^{-2}), čeprav tudi vrste z več kot 5000 semeni m^{-2}, niso izjema.

2.4 ŽIVLJENJSKA DOBA SEMENA V TLEH

Tvorba semena in življenjska doba tega semena sta ključna dejavnika uspešne regeneracije rastlinskih združb. Seme, ki se z rastlin razširi v njihovo okolico, kali bodisi takoj, ali pa obogati talno banko semena. Iz baze podatkov po Thompson s sod. (1997) je razvidno, da je življenjsko dobo semena v tleh težko predvideti. Obdobje preživetja semena v tleh je namreč lastnost posameznih rastlinskih vrst, ki pa ga je zaradi variabilne genetske strukture, kakor tudi variabilnih talnih dejavnikov, težko določiti (Murdoch s sod., 1992; Bekker s sod., 1998 a, b). Tako Hill s sod. (1981) navaja, da so v šotnih tleh semena zaradi nepropustnosti bliže površini tal, kjer je zaradi manj ugodnih razmer, njihova življenjska

doba krajša. Tudi v tleh, ki jih pokriva ruša, raziskave kažejo, da je v vlažnih tleh življenjska sposobnost semena krajša (Warr s sod., 1993).

Williams (1984) navaja, da semena trav v tleh ne ostanejo življenjsko sposobna daljše obdobje. To potrjuje tudi ugotovitev, da med 100 rastlinskimi vrstami, ki jih Thompson s sod. (1997) v bazi podatkov razvršča po življenjski dobi, le 14 vrst presega obdobje 100 let. Vse izmed navedenih rastlinskih vrst sodijo med zelnate rastline. Med vrstami z daljšo življenjsko dobo semena v tleh zasledimo, po razmeroma starem viru iz leta 1946, le eno vrsto, ki sodi v družino trav. To je seme travniške latovke (*Poa pratensis* L.), ki je po tem viru ostala v tleh na globini 50 do 100 cm kaliva tudi več kot 39 let.

Osnovna domneva je, da večja semena ostanejo življenjsko sposobna dalj časa, kar je posledica večjih zalog hrane v endospermu semena. Kot ugotavlja Baker (1989) to domnevo podpira raziskava iz leta 1974, izvedena na semenu metuljnic, koščičastega sadja in vrbe. Vendar pa življenjska doba ni zmeraj odvisna od količine rezervnih snovi v semenu, ampak je le ta pogosto odvisna tudi od preskrbe semena z encimi, ki razgrajujejo škrobnati endosperm na enostavne sladkorje. Tako lahko tudi semena z manjšo absolutno maso ohranijo kalivost daljše časovno obdobje (Cook, 1980).

2.4.1 Klasifikacija talne semenske banke

Raziskave o povezavi med življenjsko dobo semena v tleh in fiziologijo kalitve semena segajo v leto 1949. Vendar pa sta šele leta 1979 Thompson in Grime na osnovi meritev sezonske variabilnosti v gostoti kalivih semen na desetih različnih rastiščih, predložila štiri osnovne skupine (tipe) semena glede na življenjsko dobo semena v tleh:

1. ***tip I:*** trave, ki kalijo v jeseni, ko se dan krajša (npr. visoka pahovka, trpežna ljuljka).
2. ***tip II:*** rastline, ki za kalitev semena potrebujejo predhodno obdobje nizkih temperatur. Sem sodi večina zelnatih rastlin (npr. navadni dežen, plezajoča lakota).
3. ***tip III* in *tip IV:*** semena teh rastlin so sposobna kaliti vse leto. Rastlinske vrste, ki sestavljajo ti dve skupini, se razlikujejo le po deležu letnega vnosa semen v talno

semensko banko. Količinsko je delež majhen za *tip III* in velik za *tip VI* vrste. V splošnem pa je kalitev semena rastlinskih vrst teh dveh skupin odvisna od količine svetlobe.

Na osnovi obstoječih raziskav je kasneje Thompson (1993) (Bakker s sod., 1991, Potschold s sod., 1993) definiral tri osnovne skupine rastlin glede na življenjsko dobo semena v talni semenski banki:

1. ***tranzientn (prehodna)***: semena rastlinskih vrst, ki so v tleh prisotna manj kot eno leto (običajno veliko manj);
2. ***kratko-dobno perzistentna (trajna):*** semena rastlinskih vrst, ki so v tleh prisotna vsaj eno leto, vendar manj kot pet let;
3. ***dolgo-dobno perzistentna (trajna):*** semena rastlinskih vrst, ki so v tleh prisotna vsaj pet let;
4. v literaturi (Bakker s sod., 1991) zasledimo še četrti skupino: ***prisotna:*** sem sodijo semena tistih rastlinskih vrst, ki so v tleh prisotna, vendar jih ne moremo razvrstiti v prve tri tipe.

Različna življenjska doba semena v talni semenski banki tako dopušča koeksistenco različnim rastlinskim vrstam v trajni rastlinski združbi. Semena rastlinskih vrst, ki po ohranjanju kalivosti sodijo npr. v skupino dolgo-dobno perzistentnih semen, imajo pomembno vlogo pri ohranjanju in obnavljanju vegetacije na poplavnih (McDonald s sod., 1996), apnenčastih (Poschold s sod., 1991) kakor tudi na barjanskih (Bakker, 1989) travnikih. Na sušnejših rastiščih, ki jih pokriva travna ruša, pa prevladujejo zlasti semena rastlinskih vrst, ki sodijo med tranzientna in kratko-dobno perzistentna (Bakker s sod., 1996).

2.4.2 Kriteriji razvrščanja

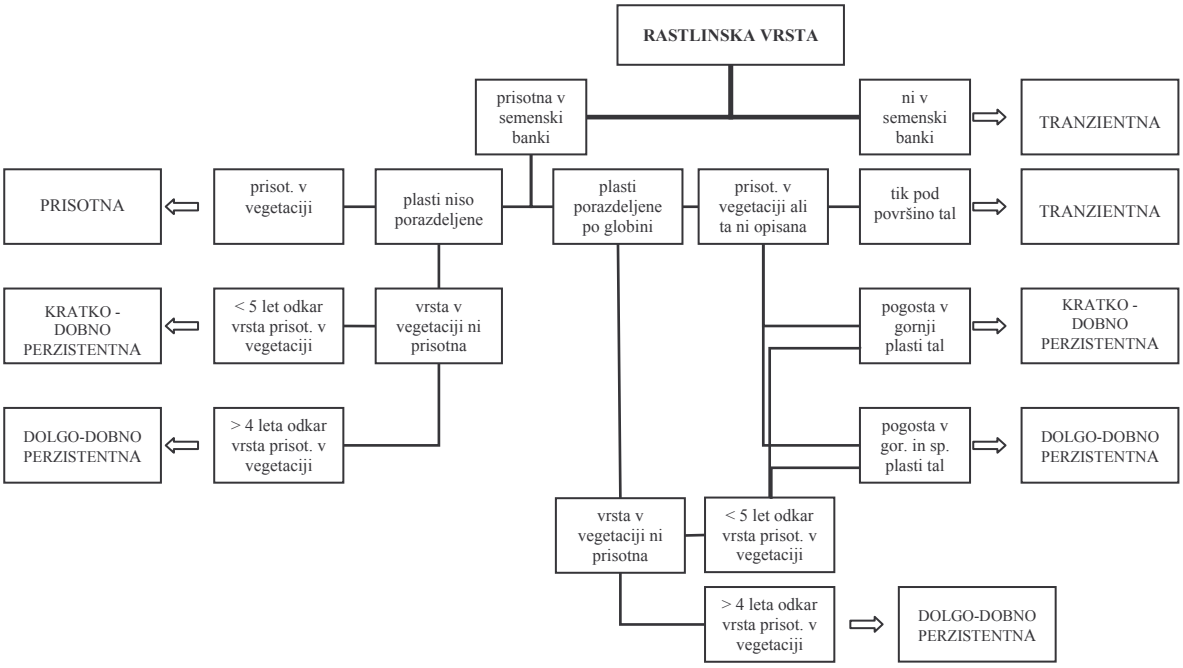
Proučevanje talne semenske banke je zelo kompleksno delo zaradi različnih tal, proučevanih globin in načina ter pogostnosti rabe ruše. Še posebej globina in izkoriščanje ruše lahko značilno vplivata na izid proučevanja. V glavnem semena, ki so globlje v tleh in

v tleh, katerih ruša je izkoriščana manj, ostanejo kaljiva dalj časa, kot tista bliže površini tal oziroma pod rušo, ki je v intenzivni rabi. Prav zaradi tega obstaja tudi veliko možnih načinov razvrščanja rastlinskih vrst v posamezno skupino (tip) talne semenske banke. Z namenom poenotiti kriterije razvrščanja, je že Thompson s sod. (1997) izdelal ključ, po katerih semena rastlinskih vrst razvrščamo v ustrezen tip semenske banke (slika 1).

Ključ upošteva tako neposredne kot tudi posredne dokaze o življenjski dobi semena, vendar večji pomen daje neposrednim. Kriteriji razvrščanja tako obsegajo:

- prisotnost ali odsotnost semena v talni semenski banki,
- vertikalno porazdelitev semen po plasteh tal in
- pogostnost pojavljanja le teh v posameznih plasteh tal.

Vključuje tudi podatke o prisotnosti rastlinske vrste v vegetaciji, vendar so le ti zaradi nepopolnosti pogosto nezadosten kriterij za razvrščanje semen v ustrezen tip talne semenske banke.



Slika 1: Ključ za razvrščanje semen v tri tipe semenske banke (modificirano po Thompson s sod., 1997).

3 KALITEV SEMENA V TLEH

Mnoge rastlinske vrste lahko akumulirajo večje število življenjsko sposobnega semena v tleh, druge težje ali sploh ne. Sposobnost oblikovanja perzistentne talne semenske banke v veliki meri odvisna od:

- števila proizvedenih semen na rastlino,
- oblike in velikosti semena, ki olajša in hkrati omogoča prodiranje semena v tla,
- odpornosti semena na mikrobiološke okužbe,
- mehanizmov, ki zmanjšajo verjetnost, da bodo seme uničili ali poškodovali predatorji in
- mehanizmov, ki kalitev tega semena odložijo na kasnejši čas (Pons, 1991).

Večina semen tako ne kali takoj po odpadu semena z rastline. Zanje je značilno, da po odpadu z rastline in potem, ko oddajo precejšen del vode, preidejo v fazo mirovanja. Ta semena ne bodo kalila, tudi če bodo izpolnjeni osnovni pogoji za kalitev (dovolj vlage, kisika in toplote). Še posebej to velja za semena zelnatih rastlin, ki bodo kalila le, če se inhibitorji kalitve inaktivirajo s pomočjo stratifikacije in stimulatorjev kalitve. Takšna semena imenujemo dormantna. Le ta so za življenje rastlin zelo pomembna, saj inhibitorji omogočajo, da se kalitev odloži iz neugodnega obdobja (jeseni) na temperaturno ugodnejše obdobje (pomlad).

3.1 DORMANTNOST SEMENA

V splošnem ločimo pet osnovnih oblik dormance (preglednica 1), ki se medsebojno ločijo po:

- prepustnosti semenske lupine (teste) za vodo,
- razvitosti kalčka in
- dormantnosti kalčka (Baskin in Baskin, 1989).

Talno semensko banko tvorijo semena, ki se potencialno lahko nahajajo v vseh oblikah dormance. Za večino semena v semenski banki zmernega klimatskega pasu je značilna fiziološka dormanca, pogosto pa srečamo tudi semena z naravno (ovojnično) dormanco (Baskin in Baskin, 1988).

Preglednica 1: Vrste, vzroki in značilnosti dormance semen (modificirano po Baskin in Baskin, 1989).

Vrste	Vzrok(i) dormance	Značilnosti kalčka
Fiziološka ali embrionalna	fiziološka inhibicija kalilnih mehanizmov v kalčku	kalček popolnoma razvit; dormanten
Naravna ali ovojnična	semenska lupina nepropustna za vodo	kalček popolnoma razvit; nedormanten
Kombinirana	nepropustna semenska lupina; fiziološka inhibicija kalilnih mehanizmov v kalčku	kalček popolnoma razvit; dormanten
Morfološka	nepopolno razvit kalček	nepopolno razvit kalček; nedormanten
Morfološko-fiziološka	nepopolno razvit kalček; fiziološka inhibicija kalilnih mehanizmov v kalčku	nepopolno razvit kalček; dormanten

3.1.1 Fiziološka ali embrionalna dormanca

Da bodo semena, ki so fiziološko dormantna uspešno kalila, morajo preiti cikel sprememb v dormanci (Karssen, 1982). Po odpadu z rastline je za ta semena, tako suha kot prepojena z vodo, značilna primarna dormanca (Pons, 1991). Za prekinitev dormance morajo biti semena izpostavljena ali nizkim temperaturam ali izpiranju z vodo ali termoperiodiki določen čas. Šele takrat bodo ta semena postala dovzetna za dejavnike, ki stimulirajo kalitev (voda, kisik, toplota). Kalitev bo:

- uspešna, če bodo izpolnjeni vsi pogoji za kalitev ali
- inhibirana, v primeru neizpolnjenih kalilnih ali neugodnih okoljskih razmer.

To imenujemo tudi obdobje mirovanja. V primeru, da je seme v fazi mirovanja daljše časovno obdobje, lahko preide v sekundarno obliko dormance, ki bo prekinjena le ob ugodnih okoljskih razmerah.

3.1.2 Naravna ali ovojnična dormanca

Kalitev ovojnično dormantnih semen (trda semena) je v veliki meri odvisna od propustnosti teste za vodo. Nepropustnost semenske lupine je pogojena s palisadno plastjo makrosklerid ali malpigijevih celic, prepojenih (nasičenih) s snovmi (suberin, kutin, lignin), ki so nepropustne za vodo (Baskin in Baskin, 1989). Najpomembnejši okoljski dejavnik, ki regulira propustnost teste je temperatura. Takoj, ko ta postane propustna za vodo in seme vpije vlago, se proces kalitve začne. Ta je za trda semena aktivnejši v vrhnjih plasteh tal do globine 10 oziroma 15 cm. Za razliko od fiziološko dormantnih semen, neugodni okoljski dejavniki pri teh semenih ne povzročajo sekundarne dormance (Baskin in Baskin, 1988), čeprav pri nekaterih metuljnicah semenska lupina lahko postane ponovno nepropustna (Hagon s sod., 1970).

3.1.3 Semena s kombinirano dormanco

V talni semenski banki srečamo, sicer redkeje, semena, ki imajo nepropustno semensko lupino in dormanten kalček (kombinacija embrionalne in ovojnične dormance). Za uspešno kalitev takih semen so potrebne visoke temperature, ki »mehčajo« trdo lupino in nizke zimske ali visoke poletne temperature, ki prekinjajo dormanco kalčka (Baskin in Baskin, 1989).

3.1.4 Morfološka dormanca

Za semena tropskih rastlin in nekatera semena rastlin zmernega pasu (družini zlatičnic in kobulnic) je značilna morfološka dormanca, kjer kalček ni popolnoma razvit in je nedormanten. Razvoj kalčka je pogojen s temperaturo in dnevno osvetlitvijo in se zaključi šele po odpadu semena z rastline. Ko je kalček popolnoma razvit, je seme sposobno normalne in takojšne kalitve (Baskin in Baskin, 1989).

3.1.5 Morfološko-fiziološka dormanca

Semena s to obliko dormance imajo nepopolno razvit kalček, ki se, tako kot pri semenih z morfološko dormanco, popolnoma razvije šele po odpadu semena z rastline. Seme bo kalilo, ko se prekine dormantnost kalčka (seme izpostavljeno visokim poletnim in/ali nizkim zimskim temperaturam). Takšna oblika dormance je značilna za semena večine rastlinskih družin zmernega pasu (Baskin in Baskin, 1989).

3.2 PREVLADUJOČE OBLIKE DORMANCE V RAZLIČNIH TIPIH TALNE SEMENSKE BANKE

V trenutku, ko seme pride v stik s tlemi, kalitev najpogosteje preprečujeta:

- primarna in
- sekundarna dormanca.

Obe sta lahko bodisi naravni ali pogojeni z okoljskimi dejavniki. Naravno dormantna semena ne bodo kalila, tudi če so izpolnjeni osnovni pogoji za kalitev. Semena, katerih dormanca pa je pogojena z enim ali večimi dejavniki bodo kalila le, ko bodo ti izpolnjeni (Silvertown, 1992). Pogosto je ta dormanca inducirana zaradi:

- pomanjkanja svetlobe in
- vsakodnevno spreminjajočega se temperaturnega toka v tleh.

Še posebej je za prekinitev dormance pri majhnih in drobnih semenih pomembna svetloba (Grime s sod., 1981).

Tako lahko vidne razlike v dormantnosti semena opazimo med tranzientnimi semeni, kjer semena v ugodnih okoljskih pogojih, ne ostanejo življenjsko sposobna več kot eno leto in perzistentnimi semeni, kjer večina semen ohrani kalivost več kot eno leto (Grime, 1981).

3.2.1 Tranzientna talna semenska banka

3.2.1.1 Tip I*a*

Ta oblika semenske banke je značilna za večino trav (*Poaceae*) npr. mišji ječmen (*Hordeum murinum* L.), jalovi glistnik (*Anisantha sterilis* L.) in mnogocvetno ljuljko (*Lolium multiflorum* Lam.), ter pokončno soklaso (*Bromus erectus* L.), trpežno ljuljko (*Lolium perenne* L.) in visoko pahovko (*Arrhenatherum elatius* L.). Te rastline odvržejo svoja semena v pozni pomladi ali zgodaj poleti. V jeseni, z nastopom hladnejšega in vlažnejšega obdobja, semena kalijo in na ta način se semenska banka izprazni do naslednjega vegetacijskega obdobja. Za semena teh rastlinskih vrst je značilno, da so velika, pogosto podaljšane strukture in z reso, ne-dormantna, kale v širokem temperaturnem razponu (tudi pri temperaturi < 5°C) ter neodvisno od svetlobe (tudi v temi).

3.2.1.2 Tip I*b*

Jesenska kalitev semen odpadlih z rastlin je nepopolna, zato semena, ki ostanejo na površini tal in so sposobna kalitve, klijejo tekom milejšega vremena pozimi ali na začetku prihodnje pomladi.

3.2.1.3 Tip I*c*

Sorazmerno velika semena, ki jih širi veter, kalijo in ohranijo kalivost tudi čez zimsko obdobje. Da jih, sicer v zmanjšanem številu, najdemo tudi poleti, je najverjetneje vzrok zmanjšana kalitev teh semen pri nizkih temperaturah.

3.2.1.4 Tip I*d*

V to skupino sodijo rastlinske vrste, ki tvorijo seme zelo zgodaj spomladi. Seme prenaša veter in le ta kalijo takoj ob stiku z vlažnimi tlemi, v širokem temperaturnem razponu ter neodvisno od osvetlitve (tudi v temi).

3.2.1.5 Tip II

V severnem in kontinentalnem delu Evrope mnoge rastlinske vrste, še posebej drevesa, grmovnice in zeli, odvržejo svoja semena šele v jeseni. Ta semena so relativno velika in dormantna, saj za kalitev potrebujejo obdobje nizkih temperatur (ovojnična dormanca). Kalijo pri dokaj nizkih temperaturah že konec zime ali zgodaj spomladi. Svetloba pa ne inhibira kalitve.

3.2.2 Perzistentna talna semenska banka

3.2.2.1 Tip III*a*

Sem prištevamo rastlinske vrste, katerih večina semen kali v jeseni, majhen delež semen pa prodre v tla, kjer se v obliki sekundarne dormance obdrže v tleh daljše časovno obdobje.

3.2.2.2 Tip III*b*

Semena nekaterih enoletnih rastlinskih vrst kale takoj po odpadu z rastline, nekatere pa prodrejo v tla, kjer kalitev inhibira pomanjkanje svetlobe.

3.2.2.3 Tip IV

Za rastlinske vrste, ki tvorijo semensko banko tega tipa, so značilna zelo majhna in drobna semena. Le ta zelo hitro prodrejo v tla (tudi na večje globine). Zanje je značilna sekundarna oblika dormance, ki jo pogojujeta temperatura in pomanjkanje svetlobe. Ta semena kalijo takoj, ko pridejo na površino tal.

4 POSTOPKI ANALIZIRANJA TALNE SEMENSKE BANKE

Za proučevanje talne semenske banke je v uporabi veliko metod, kjer s pomočjo ločevanja in izločanja semena iz talnega vzorca ter odkrivanja in identificiranja rastlinic analiziramo

velikost le te. Dobljene podatke različnih metod je medsebojno težko primerjati, saj te niso standardizirane (Warr s sod., 1993). Z namenom čim bolj poenotit metodologijo analiz talne semenske banke in omogočiti primerjavo med eksperimenti, Thompson s sod. (1997) razvršča posamezne postopke glede na skupne lastnosti jemanja talnih vzorcev in določanja količine semena v njih, v tri večje skupine:

a) talni vzorci odvzeti izpod naravne vegetacije, kjer semena izločujemo s spiranjem z vodo ali presejavanjem skozi sito;
b) talni vzorci odvzeti izpod naravne vegetacije, kjer semena v vzorcih pustimo kaliti bodisi na prostem ali v zavarovanem prostoru;
c) vzorce tal izkopljemo iz znane globine, razprostremo na polju in pustimo, da semena kalijo.

Razlike v karakteristikah posameznih metod pomenijo, da postopki in tehnike primerni za določanje velikosti semenske banke za eno rastlinsko vrsto ne ustrezajo za določanje druge. Zato prednosti in pomanjkljivosti teh metod določamo s številom ugotovljenih semen ter porabo časa in materiala za izvedbo poskusov (Graham s sod., 1988). V večini primerov (70 %) v preteklosti izvedenih raziskav so talne vzorce odvzeli izpod naravne vegetacije (brez predhodnega ekstrahiranja vzorcev), čemur so sledili kalilni poskusi bodisi v zavarovanem prostoru ali na polju (Thompson s sod., 1997).

4.1 METODE LOČEVANJA SEMEN

V splošnem sta v uporabi dve metodi ločevanja semen:

a) s plavitvijo in
b) s presejavanjem.

Obe metodi sta zelo učinkoviti pri določevanju rastlinskih vrst, ki tvorijo relativno velika semena (Malone, 1967; Fay s sod., 1978), vendar manj uspešni pri določanju vrst, katerih semena so drobna ter odkrivanju semen v vzorcih z veliko organskega materiala (Ter Herdt s sod., 1996).

4.1.1 Izločanje semen s plavitvijo

Po tej metodi vzorce tal spiramo z različnimi solnimi raztopinami, s točno določeno gostoto. Semena se tako ločijo od organskih in mineralnih delcev vzorca z lastno, vrstno značilno, specifično težo.

Metodo plavitve semen je uspešno uvedel Malone (1967) za poljske plevele in je primerna za določanje talne semenske banke ene rastlinske vrste. Če pa želimo določiti talno semensko banko kot del rastlinske združbe, ta metoda ne ustreza. Glavna pomanjkljivost je ta, da je gostota oziroma koncentracija soli, s katerimi ločujemo življenjsko sposobna semena, za različne rastlinske vrste različna. Da bi ločili vsa semena prisotna v talnem vzorcu, je potrebno večkratno pranje in izpiranje, kar pa povzroči precejšnjo izgubo vzorca (Gross, 1990).

4.1.2 Izločanje semen s presejavanjem

Semena v talnem vzorcu skoncentriramo s presejavnajem skozi sita z različno gostoto mreže. Najfinejše mreže, za prestrezanje najdrobnejših semen, so velike med 0.25 in 0.1 mm (Bernhard s sod., 1989; Gross, 1990; Ter Heerdt s sod., 1996). Tako presejan vzorec še zmeraj vsebuje delce tal, vendar je volumen talnega vzorca zmanjšan, kar je prednost te metode, saj olajša odkrivanje zelo majhnih semen. Ločevanje semen z različno gostoto mrež v situ, olajša tudi štetje in razvrščanje semen po velikosti (Gross, 1990).

4.2 METODE POJAVLJANJA, IDENTIFICIRANJA IN ODSTRANJEVANJA RASTLINIC

V literaturi v večini primerov zasledimo metode, ki temeljijo na vzorčenju tal naravne vegetacije brez ekstrahiranja semen in zmanjševanja volumnov vzorcev. Temu običajno sledi kalitev bodisi v kontroliranih pogojih ali na polju. Metode vključujejo problematiko izbire ustrezne(ga):

- časa vzorčenja,
- velikosti odvzetega talnega vzorca za optimalno določitev talne semenske banke,

- kalilnega postopka in
- dolžine trajanja kalilne periode.

4.2.1 Čas vzorčenja

Semena, ki sodijo v skupino tranzientnih semen in kale po odpadu iz rastline v jeseni, so v talnem vzorcu odsotna v času med zimo in zgodnjo pomladjo. Tudi prisotnost dormantnih semen, čeprav sodijo v to isto skupino, težko določimo razen v primeru, če vzorčenje sovpada s kalilno fazo teh semen (Warr s sod., 1993). Thompson (1993) ugotavlja, da se semena perzistentnih rastlinskih vrst nahajajo v nižjih plasteh tal, medtem ko so semena tranzientnih rastlinskih vrst tik pod površino tal. Tako se čas vzorčenja določa bolj po praktičnih kot pa po bioloških kriterijih. Semena večine rastlinskih vrst namreč kali v obdobju od maja do julija. Optimalni čas za odvzem talnih vzorcev je tako zgodaj spomladi, v času od marca do aprila. Zgodnejša vzorčenja zaradi zamrznjenih tal niso priporočljiva.

4.2.2 Velikost vzorca

Kadar vzorčimo, se običajno držimo načela, da je spodnja meja velikosti vzorca odvisna od velikosti proučevanega organizma in njegovih odzivov na spremembe (Begon s sod., 1999). Tako so lahko vzorci pri proučevanju talne semenske banke, zaradi zelo drobnih semen, teoretično zelo majhni (Bigwood s sod., 1988). Da bi zagotovili verodostojnost statističnih analiz, pa je število in velikost odvzetih vzorcev izjemnega pomena (Bakker s sod., 1996), saj z večanjem števila vzorcev, upada njihova statistična variabilnost. Benoit s sod. (1989) je ugotovil, da s podvojitvijo števila vzorcev, zmanjšamo variabilnost vzorca za polovico.

Z odvzetim talnim vzorcem želimo določiti največje možno število semen v semenski banki. Da bi le to zagotovili, Hutchings (1986) priporoča odvzem:

- s pionirskih rastišč 0,8 litra,
- s travnikov in pašnikov 1 – 1,2 litra in

- iz gozda 8 – 12 litrov vzorca, pri minimalni gostoti semena 0,24 semen l^{-1} vzorca oz. 24 semen m^{-2} površine.

Ter Herdt s sod. (1996) ugotavlja, da je možnost določitve prisotnosti semena neke vrste v koncentriranem vzorcu 10 – 50 % višja, kot pa v ne koncentriranem. Manjše kot je število semen na kvadratni meter, večji volumen vzorca potrebujemo za določitev vsaj večine prisotnih semen v njem. Povprečni vzorec tal odvzet s sondo premera 5 cm naj bo tako sestavljen iz:

- 200 – 300 vzorčkov, če predvidevamo < 500 semen m^{-2},
- 100 – 300 pri 500 – 2500 semen m^{-2},
- 50 – 100 pri 2500 – 5000 semen m^{-2} in
- do 50 vzorčkov v primeru, če je v tleh prisotnih > 5000 semen m^{-2}.

4.2.3 Postopki kalitve vzorcev v kontroliranih pogojih

Talne vzorce razprostremo na kalilne pladnje in jih, glede na znane oziroma predvidene kalilne pogoje, vzdržujemo tako, da omogočajo kalitev čim večjemu številu rastlinskih vrst. Običajno vzorce tal razprostremo v pladnjih na prehodno nameščeno plast sterilnega peska ali zemlje. Le ta predstavlja vir hranil za rast in razvoj vzniklih rastlinic. Ta ukrep ni potreben v primeru, kadar bomo rastlinice iz pladnja odstranili kmalu po kalitvi. Vznikle rastlinice v pladnjih preštejemo, če je mogoče identificiramo in odstranimo iz pladnja kolikor hitro je mogoče, da ne konkurirajo za svetlobo z nanovo vzniklimi. Običajno pa je za identifikacijo rastline potrebno, da se le ta v celoti razvije ali celo zacveti. Takrat še mlade, vznikle rastlinice iz pladnja odstranimo in presadimo v posebne lonce, kjer jih vzgajamo dokler ni možna identifikacija (Thompson s sod., 1979; Roberts, 1981; Bigwood s sod., 1988; Gross, 1990).

Thompson s sod. (1979) navaja, da ta metoda ne zagotavlja popolne slike prisotnih semen v talnem vzorcu, s precizno izvedbo pa da dovolj natančne rezultate. Po mnenju Majorja s sod. (1966) in Galinato s sod. (1986) se namreč rastlinske vrste glede na pogoje kalitve močno razlikujejo med seboj, tako da kontrolirani pogoji kalitve v rastlinjaku ne ustrezajo

vsem rastlinskim vrstam. Da bi prekinili dormantnost semena, nekateri avtorji priporočajo stratifikacijo semena:

- shranjevanje zbranih talnih vzorcev v hladilniku pri 5°C tri tedne ali izpostavitev le teh zunanjim zimskim temperaturam (Gross, 1990),
- odvzem vzorcev spomladi, ko so bila vsa semena izpostavljena naravni stratifikaciji tekom zime (Bakker s sod., 1996),
- postavitev pladnjev z vzorci izven pokritega prostora, zaščitene pred živalmi z odprtimi kletkami (Pfadenhauer s sod, 1987; Poshlod s sod., 1991).

4.2.4 Perioda kalitve

Obdobje trajanja in izvajanja metode pojavljanja, identificiranja in odstranjevanja rastlinic s pladnjev, je v veliki meri odvisno od debeline nanosa talnega vzorca na plast sterilnega peska v pladnju. Pogosto vzorce, ki smo jih očistili večjih teksturnih in vegetativnih delcev nanašamo v pladnje centimeter na debelo, čeprav različni avtorji poročajo tudi o 2 – 3 cm (Poschold s sod., 1993) ali celo 5 cm debeli plasti vzorca (Pfadenhauer s sod., 1987). Galinato s sod. (1986) pa ugotavlja, da pri takšni debelini plasti nanesenega vzorca v pladenj, kalijo prej tista semena, ki so bliže površini oziroma vrhnji plasti vzorca. Semena, ki so globlje v vzorcu, kalijo slabše ali sploh ne kalijo, saj je količina svetlobe potrebne za kalitev zmanjšana. Da bi se temu izognili in vzpodbudili ter omogočili kalitev tudi semenom v nižjih plasteh vzorca, avtor priporoča mešanje vzorca v času, ko opazimo, da je perioda kalitve večine semen zaključena. Tako se dolžina obdobja kalitve neizbežno podaljša in kot navaja Roberts (1981), lahko traja tudi do dve leti. Vendar pa je podaljšanje periode kalitve nemalokrat vzrok, da vzorce v pladnjih preraste mah, ki ovira preživetje, kalitev in vznik semen v vzorcih.

Koncentriranje vzorcev s presejavanjem ali s plavitvijo in nanašanje le teh v tanjši plasti v kalilne pladnje pa zagotavlja večini semen dovolj svetlobe in ustrezno temperaturo za kalitev (Ter Heerdt s sod., 1996). Tako je da pri volumsko zmanjšanih vzorcih s presejavanjem perioda kalitve v povprečju dolga 3 mesece, medtem ko v nekoncentriranih vzorcih, kalitev traja v povprečju eno leto ali več (Thompson s sod., 1997).

5 UGOTAVLJANJE TALNE SEMENSKE BANKE NA PRIMERU NAVADNEGA REGRATA (*Taraxacum officinale* G. H. Weber ex Wigg.) IN VELIKEGA TRPOTCA (*Plantago major* L.)

Sodobna raba travnatega sveta teži k načinom izkoriščanja ruše, ki ob sonaravni pridelavi omogočajo stabilne in kakovostne pridelke krme, obenem pa je zagotovljena primerna rastlinska pestrost ruše. Buchgraber s sod. (1994) navaja optimalno razmerje med travami, metuljnicami in drugimi zelnatimi rastlinami 50 : 20 : 30, pri čemer naj bo sestava drugih zelnatih rastlin čim bolj pestra. Zaradi omenjenega se v raziskave rastlin naravne in pol – naravne ruše poleg proučevanja trav in metuljnic za intenzivno izkoriščanje vedno bolj vključujejo tudi raziskave nekaterih do sedaj nekoliko zapostavljenih drugih zelnatih rastlin.

V botanično zelo raznoliki skupini 'drugih zelnatih rastlin ruše', ki so v naši in tuji strokovni literaturi že razdeljene v več skupin, srečamo rastline, ki so pri pridelovanju krme ta živali v malem deležu pogosto zelo zaželene, v večjem deležu pa postanejo nezaželene. Vendar pa te razdelitve niso nekaj dokončnega, saj v literaturi določeno rastlino v preteklosti srečamo med nekoliko manj cenjenimi (npr. ivanjščica), v novejšem času pa ta ista rastlina zaradi nove pomembne vloge v naravni ruši (npr. izgled krajine) postaja predmet podrobnejših študij tudi z vidika širjenja in pojavljanja v ruši ter hranilne vrednosti. Med zeli, ki so že v preteklosti bile uvrščene med koristne ali zdravilne rastline, sodita tudi navadni regrat (*Taraxacum officinale*) in veliki trpotec (*Plantago major*).

5.1 NAVADNI REGRAT (*Taraxacum officinale* G. H. Weber ex Wigg.)

V slovenskem ljudskem izrazoslovju srečamo najrazličnejša imena za navadni regrat. Najpogostejša so: aštevnica, faraška plata, jajčar, lederče, mlečec, otavčič, pljuščanec, pljuščankovina, regvat, rumena reva, smolika, vergrat, virgrat, žehtelnica, žeštelnica, žeštena, žoltenica. Najverjetneje je imen še veliko več, saj le ta večinoma izvirajo iz narečij (*http://www.orbitalis.com/...*).

Angleški naziv zanj je »dandelion«, v nemškem govornem področju pa se uporablja ime »Löwenzahn«. Obe imeni izvirata iz v trinajstem stoletju pogosto uporabljene fraze zanj, »dent de lion« oziroma »tooth of the lion«, kar pomeni »zobje leva«. Ime je najverjetneje v povezavi z močno nazobčanim listnim robom. Francosko ime za navadni regrat je »pissenlit«. Beseda ima izvor v besedi »pisser«, ki pomeni »urinirati«, navezuje pa se na njegovo diuretično delovanje (Holm s sod., 1997).

5.1.1 Botanična razvrstitev

Regrati (*Taraxacum* F.H. Wigg.) so taksonomsko kompleksen rod z več vrstami, ki se večinoma razmnožujejo apomiktično. Za določanje so pomembne zrele rožke, barva jezičastega dela venca in položaj zunanjih ovojkovih listov (Martinčič s sod., 1999).

Navadni regrat, ki sodi v red *Asterales* (košarnice) je do nedavnega sodil v družino *Asteraceae* [*Compositae* subfam. *Asteroideae*] (nebinovke). Z novejšo klasifikacijo navadni regrat uvrščamo med *Cichoriaceae* [*Compositae* subfam. *Cichorioideae*] (radičevke), ki poleg rodu *Taraxacum* obsegajo še 24 rodov (Martinčič s sod., 1999).

Prvo znanstveno klasifikacijo rastline je podal Linnè leta 1753 in ga poimenoval *Leontodon taraxacum*. Rod *Taraxacum* je opisal F.H. Wiggers (1746 – 1811), trenutno klasifikacijo in poimenovanje *Taraxacum officinale* pa je leta 1780 podal Georg Heinrich Weber (Stewart-Wade s sod., 2002).

Izvor imena *Taraxacum* je nezanesljiv. Jenniskens (1984) in Mitich (1989) v svojih raziskavah navajata, da ime izhaja iz:

- arabskega imena »tarakhshaqum«, kar pomeni »divji radič« ali iz besede »tarashqun«, ki pomeni »grenka zel«;
- grške besede »tarassen« ali »tarasos«, ki pomenita »bolečina«, »trogimon«, ki pomeni »užiten«, ali celo iz besed »akeomai« ali »akos«, ki pomenita »zdravljenje« ali »zdravilo«.

Vrstno ime *T. officinale* pa pomeni »zdravilen« ali »sposoben proizvesti zdravilo« (Holm s sod., 1997).

5.1.2 Biološke značilnosti

Navadni regrat sodi med zelnate trajnice. Po bioloških značilnostih pri rastlini ločimo:

- korenine,
- steblo,
- liste,
- socvetja in plodove.

5.1.2.1 Korenine

Debela, razvejana glavna korenina lahko v premeru doseže tudi 2 – 3 cm in sega v globino 1 – 2 metra. Številne stranske korenine (do 22 - število odvisno od starosti rastline in rastišča) so premenjalno nameščene po vsej dolžini glavne ali srčne korenine. Koreninski sistem ima sposobnost regeneracije rastline. V zelo kratkem času (1 – 2 tedna) se lahko iz zelo majhnih segmentov korenine razvije nova rastlina (Holm s sod., 1997).

Korenine intenzivno rastejo do cvetenja, ko se rast umiri ali celo popolnoma ustavi. Takrat tudi največ posameznih koreninskih fragmentov odmre. Preživetje korenin in njihova regeneracija pa sezonsko zelo variira (Mann in Cavers, 1979).

5.1.2.2 Steblo

Steblo je nerazraslo in se nahaja pod ali na sami površini tal. Dolgo je 1 – 2,5 cm in ima ekstremno kratke internodije (Holm s sod., 1997).

5.1.2.3 Listi

V osnovi listi tvorijo radialno listno rozeto, v kateri se vsaki šesti list prekriva. Po obliki listi različnih fenotipskih oblik navadnega regrata močno variirajo med seboj. Tako

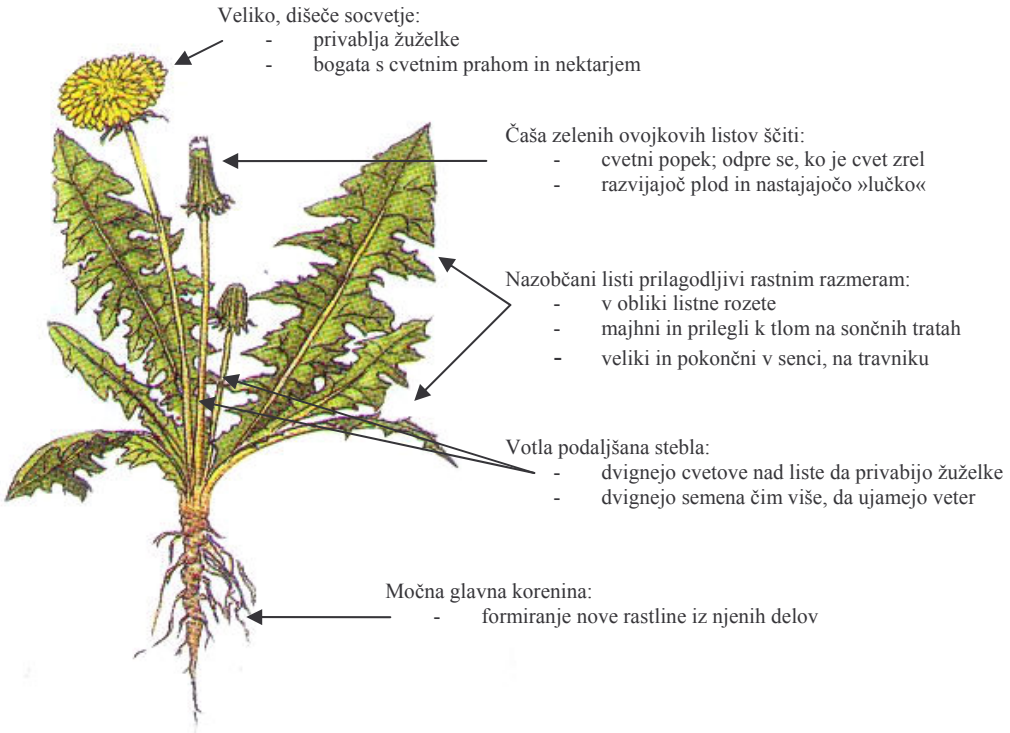
srečamo liste z malo ali močno navzdol žagastim listnim robom, ki v dolžino merijo od 5 do 40 cm in so široki od 0,7 do 15 cm (slika 9). Na razmerje med listno dolžino in širino vpliva število listov v rozeti kakor tudi količina sončnega sevanja (več listov in večje sevanje → manjši listi). Osrednja listna žila, ki jo imenujemo tudi rebro, je izrazita in se po barvi razlikuje od listne ploskve. Lahko je svetlo rumeno-zelena do temno rdeče-rjava (Holm s sod., 1997).

Fenotipska variabilnost omogoča navadnemu regratu, da poseljuje zelo različna rastišča. Tako je, v hladnih in suhih področjih, kakor tudi na pogosto košenih travnikih in pašnikih ter skrbno negovanih zelenicah, listna rozeta prilegla k tlom. Na rastiščih, ki so pokrita z visoko vegetacijo, pa listi oblikujejo bolj ali manj pokončen šop (Simon s sod., 1996).

5.1.2.4 Socvetje

Glavičasto socvetje ali košek (slika 2) se razvije na vrhu votlega in neolistanega cvetnega stebla. Obdaja ga skupen ovojek iz številnih zelenih ovojkovih listov in predstavlja eno opraševalno enoto, ki se čez noč in ob oblačnem vremenu zapre (Jenniskens, 1984). Košek sestavlja več kot 250 jezičastih, rumeno obarvanih cvetov. Vsak cvet ima cvetni venec iz petih, na eni strani podaljšanih cvetnih listov. Cvetovi so dvospolni. Vsak od njih ima pet prašnikov zraslih v cev in en pestič. Plodnica je podrasla, z eno semensko zasnovo (Holm s sod., 1997).

Cvetenje in odpiranje cvetnih koškov ovira visoka relativna vlažnost zraka in temperatura manj kot 9,4 °C, pospešuje pa jakost osvetlitve. Ob ugodnih vremenskih pogojih vsak košek cveti največ 2 dni. Navadni regrat oprašujejo žuželke, večinoma čebele, pogosto zanj pa je tudi apomiktično razmnoževanje, kjer se v seme razvije neoplojena jajčna celica. To omogoča nemoteno dedovanje lastnosti na potomce (Jenniskens, 1984).



Slika 2: Glavne biološke značilnosti navadnega regrata (*http://www.o-brinje* in *http://www.orbitalis.com*).

5.1.2.5 Plod

Rastlina tvori od 48 do 146 (v povprečju 93) cvetnih koškov. V vsakem se po uspešni oploditvi oblikuje povprečno 252 semen, kar predstavlja več kot 23000 semen na posamezno rastlino (Stewart-Wade s sod., 2002). Omenjeni podatki se nanašajo na celotno življenjsko dobo rastline, ki v zmernem klimatskem pasu traja v povprečju tri leta. Po cvetenju se cvetno steblo močno podaljša, da omogoči semenom nemoteno in čim boljše širjenje z vetrom.

Po oploditvi se v plodnici razvije eno, 3 – 4 mm veliko seme s 5 – 8 rebri in navzgor obrnjenimi ostrimi, na vrhu kljunastimi zobci

Slika 3: Seme navadnega regrata (*http://www.bioimages.org.uk...*).

Zrela semena so rjavkasta in se razvijejo v rožko, z dolgim in tankim kljuncem ter značilno lasasto, večinoma belo obarvano, kodeljico. Seme zadrži kalivost do 2,5 leti (Holm s sod., 1997).

Slika 4: Regratova rožka (*http://www.bioimages.org.uk...*).

5.1.3 Naravno okolje

5.1.3.1 Podnebje

Navadni regrat je razširjen po vsem svetu. Uspeva v različnih klimatskih razmerah, tako ga najdemo v zmernih kot tudi v tropskih klimatskih pasovih (Holm s sod., 1997). Odrasla rastlina je odporna na sušo, medtem ko so mlade, komaj vznikle rastlinice zelo občutljive na pomanjkanje vlage in hitro izsušitev tal. Za svetlobo je zelo prilagodljiv. Tako na močno osončenih površinah najdemo čvrste rastline s prileglo listno rozeto k tlom, medtem ko so v senci, kjer prevladuje predvsem difuzno sevanje, listi pokončni, tanki in nežni. Nahaja se tudi na različnih nadmorskih višinah od 0 do 3350 m, kjer je pogosto v asociaciji z alpskimi in subalpskimi rastlinskimi vrstami (Simon s sod., 1996). V Sloveniji je regrat pogost od nižin do subalpinskega pasu (Seliškar s sod., 1986).

5.1.3.2 Tla

Navadni regrat je zelnata trajnica, ki najbolje uspeva v svežih ali vlažnih, vendar dobro propustnih tleh. Za rast potrebuje veliko kalcija in dušika. Na reakcijo tal ni posebej občutljiv. Tako ga najdemo v rjavih tleh z zelo širokim razponom zakisanosti tal (pH od 4.8 do več kot 7.6) (Simon s sod., 1996).

5.1.3.3 Rastlinska združba

Prevladuje v tratah, vrtovih, neobdelanih zemljiščih, cestnih robovih, poljih, v kmetijskih posevkih (še posebej je pogost v čistih posevkih lucerne) in na površinah, kjer pridelujemo

poljščine z minimalno ali brez predhodne obdelave tal (Hamill, 1997). Najpogosteje ga srečamo v travniških združbah. Težišče pojavljanja je v redu *Arrhenatheretalia*. Tako ga najdemo bodisi v nižinskem visokem pahovkovju, gorskem rumenem ovsenkovju ali planinskih pašnikih dimka in rdeče bilnice. Pogost je tudi v združbah, kjer v tleh prevladujejo večje količine dušikovih spojin. Je spremljevalec razreda *Plantaginetea majoris* in ruderalnih združb razreda *Artemisietea* (Mucina s sod., 1993).

Rast in razvoj navadnega regrata v travniških združbah je v veliki meri odvisna od pogostnosti rabe ruše in od višine trav ter drugih rastlin, ki združbo sestavljajo (Molgaard, 1977). Avtor v svoji raziskavi ugotavlja, da višja kot je rastlinska odeja, redkeje se v nje pojavlja navadni regrat. Tudi Haugland (1993) podaja podobne zaključke in ugotavlja, da zasenčevanje pospešuje podaljševanje regratovih listov in povečuje njihovo listno površino.

5.1.4 Gospodarska vrednost

5.1.4.1 Škodljivost

Navadni regrat najdemo najpogosteje na pašnikih in travnikih, zelenicah, sadovnjakih ter površinah, na katerih se občasno ali kontinuirano vrše zemeljski posegi (rigolanje, oranje). Zaradi nemotenega generativnega in vegetativnega razmnoževanja je postal nadležen plevel na golf igriščih, mestnih parkih, zelenjavnih vrtovih, kmetijskih in vrtnarskih posevkih (Holm s sod., 1997). Če se v travni ruši pojavlja v zelo velikem deležu, tekom cvetenja in tvorbe semena ne predstavlja le estetskega problema, ampak v času košnje povzroča počasnejše sušenje krme, saj listi vsebujejo veliko količino vlage (Tardif, 1997). Po drugi strani pa se listne ploskve suše hitreje kot njihova stebla oziroma rebra, kar predstavlja izgube v pridelku suhe snovi tekom sušenja krme (Isselstein s sod., 1993).

Navadni regrat predstavlja vedno večji problem tudi v posevkih žit in oljnic v zahodni Kanadi (Derksen in Thomas, 1997), saj je uvrščen med šest najpomembnejših plevelov v koruzi, soji in ozimni pšenici. Prav tako ga v tej državi uvrščajo med šest najpogostejših plevelov na poljih z minimalno obdelavo oziroma na površinah, kjer sejejo poljščine brez

predhodne obdelave tal, ter med deset najpogostejših plevelov v konvencionalni pridelavi poljščin (Frick in Thomas, 1992).

Slika 5: Navadni regrat v polnem cvetenju in v času semenitve (*http://www.kocevska.com...*).

Je pogost gostitelj rastlinskih škodljivcev (kapusovega pedica, rilčkarjev, zelene breskove uši) in bolezni. V času cvetenja pa cvetni prah povzroča številne alergije (Stewart-Wade s sod., 2002).

V sadovnjakih, še posebej v jablanovih in hruškovih, velik delež navadnega regrata predstavlja v času cvetenja resen problem pri opraševanju teh dveh sadnih vrst, saj njegovi močno dišeči cvetovi, z veliko nektarja, močneje privabljajo žuželke (predvsem čebele) kot cvetovi jablane ali hruške (Benedek s sod., 1998).

5.1.4.2 Koristnost

Že stoletja se navadni regrat uporablja v ljudskem zdravilstvu za zdravljenje ali lajšanje številnih bolezni. Pomaga pri jetrnih obolenjih in obolenjih žolčnega mehurja, zniževanju telesne teže, holesterola in krvnega tlaka ter ima diuretično delovanje. Listi regrata v kombinaciji z drugimi zelišči pomagajo tudi pri zdravljenju ledvic (ledvični kamni), kožnih in celo rakastih obolenjih. Prav tako liste v obliki sveže solate uporabljamo tudi v ljudski prehrani. Le ti so bogati z vlaknino, železom, kalcijem, magnezijem, fosforjem in vitamini A, C in B ter proteini. Po hranilni vrednosti ga postavljajo ob bok brokoliju in špinači (Stewart-Wade s sod., 2002).

S stališča prehrane živali ima visoko krmno vrednost, z majhnim deležem eteričnih olj in tanina, ki bi lahko vplivala na kakovost in okusnost krme (Falkowski s sod., 1990). Rastlina lahko vsebuje prav toliko beljakovin kot bela detelja, ter je bogata z ogljikovimi hidrati (Spatz s sod., 1990). Krmna vrednost, po modificirani Ellenbergovi klasifikaciji, je tako v zelenem kot v suhem stanju dobra do zelo dobra (Ellenberg, 1952). Po Klappu (1958) je vrednostni indeks regrata 5, kar pomeni, da je rastlina dobra do zelo dobra, daje dobre pridelke in dobro regenerira. Sinkovič s sodelavci (1994) navaja, da je za krmo primernejša mlada in sveža rastlina, katere krmna vrednost je odlična, če je zastopanost rastline v ruši manjša kot 5 %, zelo dobra 5 – 15 %, dobra 15 – 20 % in slabša od srednje če je je več kot 20 %. V suhem stanju je njegova krmna vrednost dobra (če ga je v krmi do 3 %) do slaba (več kot 10 %).

Navadni regrat je dober indikator onesnaženja okolja in se kot indikatorska rastlina uporablja v »biomonitoringu«. Tako listi kot korenine akumulirajo težke kovine, še posebej brom, kadmij, kobalt, baker, krom, mangan, svinec, cink in selen (Simon s sod., 1996). Zaradi svoje razširjenosti in prepoznavnosti je navadni regrat pogosto uporabljena eksperimentalna rastlina, primerna za proučevanje kalivosti semena, vpliva avksinov na rast celic, strukture rastlinskih celic ter merjenje vodnega potenciala (Oxlade in Clifford, 1999). Z namenom proučevanja vpliva vremenskih dejavnikov na razvoj rastlin in živali je v okviru agrometeorologije navadni regrat tudi ena izmed opazovanih negojenih zelnatih rastlin, ki so vključene v fenološka opazovanja enainšestdesetih fenoloških postaj v Sloveniji (Agencija RS za okolje - *http://www.arso.gov.si/...*, *http://www.rzs-hm.si/…*).

5.2 VELIKI TRPOTEC (*Plantago major* L.)

Najpogostejši slovenski ljudski nazivi vrste *Plantago major* so: mačica, makovec, potnjak, potujate, pripot, pripotec, pripotnik, širokolistni trpotec, škripotec, tropotec, trpotnik in veliki trpotec. Po vsej verjetnosti je ljudskih imen še več, saj je večina njih povezana z obliko listov in socvetja ali pa z rastiščem, kjer širokolistni trpotec pogosteje najdemo (*http://www.orbitalis.com/…*).

V angleškem govornem področju zanj uporabljajo ime »common plantain« ali »greater plantain«, podobno zvenita tudi francoski imeni »grand plantain« in »plantain majeur«. Nemški naziv zanj je »Breitwegerich« (Rehm, 1994). Izvor vseh imen pa je, tako kot v slovenskem izrazoslovju, v povezavi z obliko listne ploskve.

5.2.1 Botanična razvrstitev

Prvo znanstveno klasifikacijo in poimenovanje rastline *Plantago major* je podal Linnaeus. Trpotci spadajo v red *Scrophulariales* (črnobinov), družino *Plantaginaceae* (trpotčevke) in rod *Plantago* L. (trpotec) (Martinčič s sod., 1999). Omenjeno družino sestavljajo pretežno enoletnice ali zelnate trajnice, ki so razširjene po zmernih območjih Evrope in Amerike. V rodu *Plantago* najdemo okrog 300 vrst (Hegi, 1995) od katerih je v Sloveniji poznanih 10 (Martinčič s sod., 1999). Med slednjimi je veliki trpotec, skupaj z ozkolistnim (*P. lanceolata* L.) in srednjim (*P. media* L.) trpotcem, predstavnik najbolj zastopanih vrst tega rodu v Sloveniji.

V novejši klasifikaciji (Martinčič s sod., 1999) pri velikemu trpotcu zasledimo še dve podvrsti:

- *P. major* L. subsp. *major* in
- *P. major* L. subsp. *intermedia* (Godr.) Lange [*P. intermedia* Godr.].

Ime »plantago« je latinskega izvora in pomeni »sole of the foot« - »podplat«. Tudi ameriški domorodci so veliki trpotec imenovali »white man´s footprint« ali »Englishman´s foot«, kar nakazuje, da so tudi oni v rastlini videli podobnost s človeškimi stopali (Hawthorn, 1974; *http://www.cloudnet.com/...*).

5.2.2 Biološke značilnosti

Veliki trpotec je trajna, redko enoletna, nizka do visokorasla zelnata vrsta, pri kateri po bioloških značilnostih ločimo:

- korenine,
- liste,
- socvetja in

- plodove.

5.2.2.1 Korenine

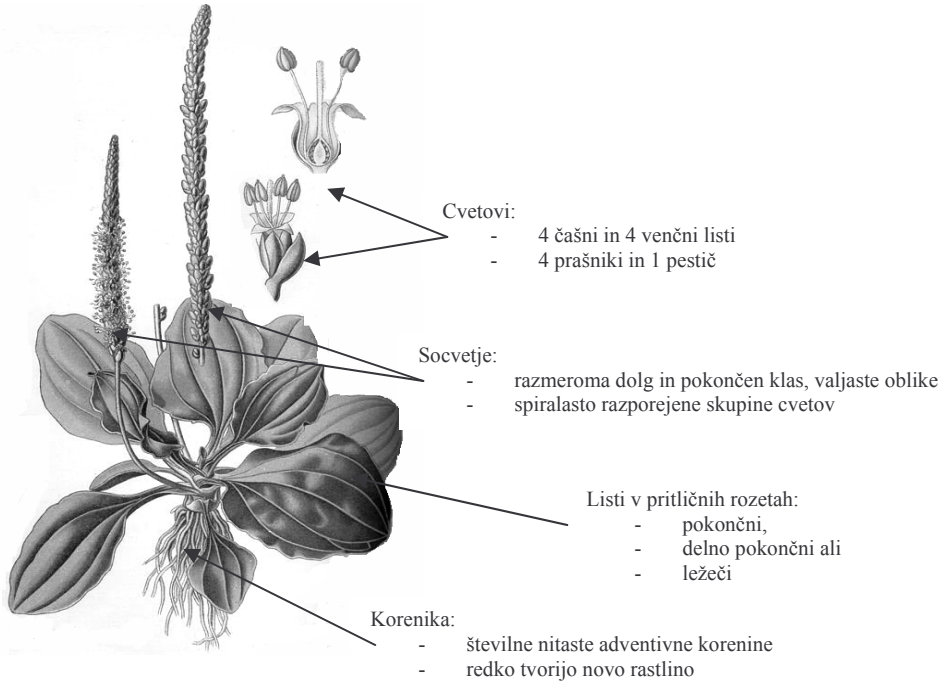
Primarna korenina, ki se razvije iz semena pri mladih rastlinah kmalu odmre. Številne nitaste adventivne korenine izraščajo iz kratke in odebeljene korenike ter tvorijo šopast koreninski sistem (slika 13). Nekatere stranske korenine so mnogo krajše od ostalih, s čimer omogočajo, da razrastišče ostane plitvo v tleh, ter je na ta način zavarovano pred pozebo. Pri odrasli rastlini in optimalnih rastnih pogojih pa lahko koreninski sistem doseže 80 cm v globino in 80 cm v širino, kar omogoča, da rastlina preživi tudi v neugodnih (predvsem sušnih) pogojih (Sagar in Harper, 1964; Hawthorn, 1974; Holm s sod., 1977).

Korenine intenzivno rastejo od sredine aprila do konca oktobra, ko se rast ustavi. Korenine oziroma njeni deli so sposobni tvoriti novo rastlino, vendar je vegetativni razvoj rastline iz koreninskih fragmentov pri velikem trpotcu zelo redek pojav (Sagar in Harper, 1964; Hawthorn, 1974; Holm s sod., 1977).

5.2.2.2 Listi

Pritlično listno rozeto sestavljajo spiralno ali nasprotno razmeščeni listi. Listi so bodisi goli (*P. major* L. subsp. *major*) ali dlakavi (*P. major* L. subsp. *intermedia*), listni rob pa gladek ali deljen na različne načine. Listna ploskev ima jajčasto do srčasto obliko, ki je na vrhu topa, pri dnu pa zaobljena. Na večjih nadmorskih višinah so listi velikega trpotca običajno bolj podolgovati in močneje dlakavi (Holm s sod., 1977). V povprečju pa je listna ploskev dolga od 2 do 20 cm in široka od 1 do 12 cm. Na listni ploskvi so jasno izražene listne žile, ki tečejo podolžno po listni ploskvi in peclju. Njihovo število se giblje od 3 do 9 (*P. major* L. subsp. *major* s 5 – 9 žilami; *P. major* L. subsp. *intermedia* s 3 – 5 žilami). Rastlina formira do 30 listov, ki so pecljati. Listni peclji lahko dosežejo dolžino tudi do 50 cm. Kjer pecelj prehaja v listno ploskev, je klinasto razširjen in raven, pri dnu pa dolgo trikotno razširjen. V tem predelu se pojavlja rjavkasta bazalna dlakavost, ki se, bolj ko gremo proti sredini rozete, spreminja v belo (Sagar in Harper, 1964; Hawthorn, 1974, Holm s sod., 1977).

5.2.2.3 Socvetje



Slika 6: Glavne biološke značilnosti velikega trpotca (*http://caliban.mpiz-koeln.mpg.de/...*).

Socvetje velikega trpotca je po zgradbi klas zelo različnih oblik. Socvetno steblo je skoraj povsem pokončno ali vijugasto vzpenjajoče in običajno krajše kot listi. Klas je sorazmerno dolg (do 25 cm), valjaste oblike in se proti vrhu oži. Po celotni dolžini klasnega vretena so spiralno nameščene skupine cvetov (cca. 16 cvetov na 1 cm klasnega vretena), le pri dnu klasa je nekaj ločenih skupin cvetov (Sagar in Harper, 1964; Hawthorn, 1974, Holm s sod., 1977).

Majhni cvetovi zvezdaste oblike (slika 6), ki se nahajajo v zalistju podpornih listov (braktej), so grajeni na osnovi števila štiri. Sestavljeni so iz:

- štirih čašnih in štirih venčnih listov, ki v spodnjem delu tvorijo dokaj široko venčno cev;
- štirih, v venčno cev priraslih prašnikov (redko dva ali trije) in
- enega pestiča, ki ima nadraslo, dvopredalasto plodnico. V vsakem predalu je ena ali več semenskih zasnov (Sagar in Harper, 1964; Hawthorn, 1974, Holm s sod., 1977).

Rastlina cveti od junija do septembra. Oprašuje se s pomočjo vetra in žuželk (mušice, mravlje).

5.2.2.5 Plod

Plod ima tanke elastične stene. Dolg je 4 do 5 mm in se odpira s polkrožno razpoko. V plodu je 5 do 22 semen. Posamezno seme je rahlo nagubano, dolgo 0,5 do 1,5 mm, temno-vijoličaste do vijoličasto-rjave barve in ima majhen popek (Sagar in Harper, 1964; Hawthorn, 1974, Holm s sod., 1977).

Slika 7: Plod velikega trpotca (*http://caliban.mpiz-koeln.mpg.de/...*).

Rastlina razvije v rastni dobi do 15 socvetij, kar predstavlja tudi do 14000 semen na rastlino letno (odvisno od števila semen v plodu).

5.2.3 Naravno okolje

5.2.3.1 Podnebje

Veliki trpotec uspeva v zelo različnih klimatskih razmerah. Razširjen je predvsem v Evropi in severni Ameriki. Čeprav mu za rast ustreza nekoliko hladnejša klima, je razširjen tudi v južni Ameriki, Avstraliji, Novi Zelandiji, Havajih, jugovzhodni Aziji in vzhodni Afriki, saj je zelo prilagodljiv in se na različnih območjih pojavlja v več ekotipskih inačicah (Kuiper, 1992; Lotz, 1990). Najdemo ga tudi na nadmorskih višinah nad 2000 m. V Sloveniji je podvrsta velikega trpotca subsp. *major* pogosta od nižin do alpinskega pasu, medtem ko podvrsto subsp. *intermedia* najdemo v alpskem, predalpskem, preddinarskem, submediteranskem in subpanonskem fitogeografskem območju Slovenije (Martinčič s sod., 1999).

5.2.3.2 Tla

Rastišča, kjer najpogosteje najdemo veliki trpotec, se med seboj precej razlikujejo. V osnovi jim je skupno, da so tla zbita in da je veliki trpotec bolj pogost na rastiščih, kjer so rastline redke in je dovolj praznega prostora. Tako je podvrsta *P. major* subsp. *major*

pogostejša na suhih in peščenih rastiščih, medtem ko je podvrsta *P. major* subsp. *intermedia* skupaj s kislico (*Rumex* sp.), ivanjščico (*Leucanthemum* sp.) in zlatico (*Ranunculus* sp.) indikator svežih, rodovitnih, težkih ilovnatih in glinenih tal. Pogosto to vrsto najdemo tudi na bregovih stoječih in počasi tekočih voda. Le na šotiščih velikega trpotca ne bomo našli. Uspeva v različnih tleh, z reakcijo od kisle do nevtralne (Hawthorn, 1974).

5.2.3.3 Rastlinska združba

Pogosto ga najdemo ob poteh, jarkih, netlakovanih dvoriščih, okrasnih tratah, sadovnjakih, travnikih in pašnikih ter čistih posevkih lucerne in drugih metuljnic (Holm s sod., 1977). Na travnikih in pašnikih raste predvsem tam, kjer se košnja in/ali paša redno izvajata. Zato ga v travniških združbah najpogosteje srečamo v redu *Potentillo-Polygonetalia*. Težišče pojavljanja pa je v združbi *Rumici crispi - Agrostietum stoloniferae* in združbi plazečega petoprstnika, kjer je veliki trpotec tudi značilni predstavnik združbe. Vrste, s katerimi si najpogosteje deli življenjski prostor so: trpežna ljuljka (*Lolium perenne* L.), enoletna latovka (*Poa annua* L.), navadna latovka (*Poa trivialis* L.), plazeča šopulja (*Agrostis stolonifera* L.), plazeča zlatica (*Ranunculus repens* L.), topolistna kislica (*Rumex obtusifolius* L.), plazeči petoprstnik (*Potentilla reptans* L.), navadni regrat (*Taraxacum officinale* F. Weber.) in ozkolistni trpotec (*Plantago lanceolata* L.) (Mucina s sod., 1993).

5.2.4 Gospodarska vrednost

5.2.4.1 Škodljivost

Veliki trpotec je nadležen plevel zelenic in vrtov, pogost pa je tudi na cestnih robovih in neobdelanih površinah. Najdemo ga tudi v redkejših gozdovih ter na travnikih in pašnikih. Na njivah v posevkih koruze in ovsa v zgodnjih stadijih zavira razvoj rastlin, vendar ni znano, če s tem, posledično zmanjšuje tudi njun pridelek. Je gostitelj različnih povzročiteljev bolezni kulturnih rastlin. Na primer:

- tobakovega mozaičnega virusa, ki povzroča notranje rjavenje plodov paradižnika;

- rumenic (fitoplazme), ki jih škržati prenašajo na gojene rastline. Zelo pereč problem v zadnjem času je rumenica tipa črni les na vinski trti, ki jo s plevelov (tudi z velikega trpotca) prenaša sklenokrili škržat (Maixner, 1998);
- verticilijske uvelosti lucerne, ki povzroča venenje in propad rastlin lucerne ter
- prehodni gostitelj fitoplazmoze odmiranja hrušk, ki jo s plevelov na hruške prenaša mala hruševa bolšica (Hawthorn, 1974).

Rastlina pri ljudeh in živalih ne povzroča zastrupitev. Velika količina cvetnega prahu v ozračju pa lahko povzroči pri ljudeh alergije, ki se izražajo z visoko telesno temperaturo (Hawthorn, 1974).

5.2.4.2 Koristnost

V literaturi o zdravilnih rastlinah pogosto omenjajo, da so veliki trpotec uporabljali že v pradavnini. Nekateri ga omenjajo tudi kot mater vseh zdravilnih rastlin. Od zdravilnih učinkovin so v listih zlasti glikozidi, tanini, fitoncidi, vitamin K in rudnine, ki učinkujejo kot lokalno zdravilo. Tako je zunanja uporaba namenjena predvsem zdravljenju kožnih vnetij zaradi ugrizov žuželk in površinskih ran nastalih zaradi opeklin ali odrgnin, saj učinkovine delujejo hladilno, stiskajo tkiva in strjujejo kri. Izvlečki iz listov so uporabni tudi pri lajšanju izkašljevanja, blažijo krče, čistijo kri in krepijo črevesno sluznico. Trpotčeva semena in pripravki iz njih delujejo pomirjevalno in odvajalno, delujejo proti bronhitisu in nastajanju ledvičnih kamnov, razkužujejo prebavila ter pomirjajo črevesna vnetja (Hawthorn, 1974).

Krmna vrednost je manj poznana. Po Ellenbergovi klasifikaciji (1952) je to rastlina, katere listi so tik nad tlemi, zato jih ob košnji le stežka odstranimo, pa tudi govedo jo težje popase, čeprav ga živali rade jedo, saj ima nekoliko sladek, slan in grenak okus. Vengris s sod. (1953) v svoji raziskavi ugotavlja, da rastlina lahko vsebuje do 2,55 % več kalcija in 0,46 % več magnezija kot pa so te količine v suhi snovi črne detelje (*Trifolium pratense* L.) ter tudi do 2,1 % več kalija kot je le tega v sušini mačjega repa (*Phleum pratense* L.). Vrednostni indeks izražen po Klappu (1958) je 2, kar pomeni, da veliki trpotec daje slabše pridelke, kakor tudi slabše regenerira kot navadni regrat.

Ker je veliki trpotec močno invazivna rastlina, hitro naseli oz. poraste degradirana rastišča in s tem preprečuje talno erozijo. Rdeči morfotip velikega trpotca (*P. major* var. *rosea*) pa ponekod uporabljajo tudi kot okrasno vrsto (Hawthorn, 1974).

5.3 EKSPERIMENTALNO DELO

Navadni regrat in veliki trpotec se v ruši širita predvsem generativno. Njuna prisotnost v ruši je torej dolgoročno odvisna predvsem od količine ustvarjenega semena, življenjske dobe in globine, na kateri se seme nahaja v tleh. Zaradi tega smo v raziskavi želeli proučiti trpežnost oziroma življenjsko dobo semena teh dveh rastlin, kakor tudi premikanje njunega semena v nižje plasti tal.

Če se seme premešča v nižje plasti tal, smo v nadaljevanju želeli ugotoviti:

a) kako se spreminja kalivost njunega semena glede na obdobje trajanja v tleh?
b) na kateri globini v tleh njuno seme zadrži večjo kalivost daljše obdobje?
c) ali glede na odstotek kalitve in obdobje trajanja semena v tleh, ti dve rastlini sodita v skupino transientnih, kratko-dobno perzistenznih ali dolgo-dobno perzistentnih rastlinskih vrst?

5.4 MATERIAL IN METODE DELA

Za določevanje talne semenske banke na primeru navadnega regrata in velikega trpotca smo izvedli tri ločene eksperimente. V eksperimentu 1 smo ugotavljali prisotnost semena teh dveh rastlin v tleh pod rušo sejanega travnika. V drugem eksperimentu smo raziskavo izvedli na naravnem travniku. V tretjem pa smo seme teh dveh rastlin vnesli v tla in kalivost semena ugotavljali v različnih obdobjih po vnosu semena v tla.

5.4.1 Eksperiment I

V Hočah pri Mariboru (46°30´45″S, 13°30´33″V, 400 m n.v.) smo odvzeli vzorce tal za prvi eksperiment iz površine, kjer se od leta 1996 na 6 ha razprostira sejani travnik. Približno polovica površine je bila zasejana s travno deteljno mešanico na osnovi lucerne

(*Medicago sativa* L.) – 65 %, visoke pahovke (*Arrhenatherum elatius* L.) – 20 %, pasje trave (*Dactylis glomerata* L.) – 15 %, druga polovica pa z mešanico, kjer je prevladovala črna detelja (*Trifolium pratense* L.) – 30 %, plazeča detelja (*Trifolium repens* L.) – 10 %, mnogocvetna ljuljka (*Lolium multiflorum* Lam.) – 5 %, trpežna ljuljka (*Lolium perenne* L.) – 15 %, pasja trava (*Dactylis glomerata* L.) – 10 %, mačji rep (*Phleum pratense* L.) – 15 %, travniška bilnica (*Festuca pratensis* L.) – 15 %. Celotna površina je v intenzivni 4 – 5 kratni (letno) kosni rabi, s prvo košnjo v začetku maja.

Pred prvo košnjo smo aprila leta 2000 iz obeh polovic odvzeli povprečne vzorce tal tako, da smo s sondo premera 5 cm odvzeli tla na 150 mestih iz dveh globin 0 – 10 cm in 10 – 20 cm. Tako pridobljen material iz posameznih globin smo pazljivo premešali in od povprečnega vzorca odvzeli 2.5 kg tal za posamezno ponovitev obeh sejanih delov travnika. Vzorce smo presejali skozi sito in jih očistili večjih vegetativnih ter teksturnih delcev.

5.4.2 Eksperiment II

Vzorce tal za drugi eksperiment smo odvzeli iz dveh polnaravnanih travnikov v Račah pri Mariboru (46°26´15″S, 15°32´46″V, 262 m n.v.). Prvi je v štiri kosni rabi, kjer je prva košnja izvedena do sredine maja, druga šest do sedem tednov po prvi, med drugo in tretjo ter tretjo in četrto košnjo pa ruša raste do osem tednov. Drugega kosijo največ dvakrat v letu, s prvo košnjo izvedeno v prvi dekadi meseca junija in drugo košnjo izvedeno do sredine avgusta.

S sondo premera 5 cm smo tudi v tem eksperimentu s travnate površine v aprilu leta 2000 na 150 mestih odvzeli povprečni talni vzorec s treh globin 0 – 5 cm, 5 – 10 cm in 10 – 15 cm. Na ta način smo pridobili vzorce po 15 litrov zemlje, ki ustreza 3000 cm^2 vzorčene površine tal.

5.4.3 Fitocenološki popis travne ruše

Fitocenološki popis proučevanih površin eksperimenotov 1 in 2 smo določili ob pričetku eksperimentov (april 2000) z namenom, da bi ugotovili prisotnost oziroma odsotnost

navadnega regrata in velikega trpotca v rastlinski združbi ter s tem posledično prisotnost/odsotnost njunega semena v tleh. Za popise smo uporabili, pri nas in v srednje-evropskem prostoru sploh, najpogosteje uporabljeno Braun-Blanquetovo kombinirano lestvico (Kovačević, 1971), ki združuje oceno obilnosti (abundance), pokrovnosti (dominance) in združnost (sociabilnost) vrst popisne površine.

Braun-Blanquetova lestvica za ocenjevanje obilnosti in pokrovnosti je odraz nadzemeljskih delov rastline v zelenem stanju na tla. Lestvica ima šest stopenj, kjer posamezna stopnja pomeni:

5 – vrsta ne glede na število osebkov pokriva več kot 75 % površine;
4 – vrsta ne glede na število osebkov pokriva 50 – 75 % površine;
3 – vrsta ne glede na število osebkov pokriva 25 – 50 % površine;
2 – vrsta zelo številna, ali pokriva 10 – 25 % površine:
1 – vrsta številna, ali pokriva 1 – 10 % površine;
+ – vrsta zelo redka, pokrovnost neznatna, ali pokriva manj kot 1 % površine.

Lestvica za ocenjevanje združnosti (sociabilnosti) posameznih vrst ima prav tako šest stopenj:

5 – rastlinska vrsta raste v velikih preprogah;
4 – rastlinska vrsta raste v velikih krpah;
3 – rastlinska vrsta raste v blazinah;
2 – rastlinska vrsta raste v šopih;
1 – rastlinska vrsta raste posamič;
+ – rastlinska vrsta je prisotna.

5.4.4 Ugotavljanje količine in disperzije semena navadnega regrata in velikega trpotca v eksperimentih I in II

Količino in disperzijo semena v tleh smo ugotavljali po Grossovi (1990) »metodi vzkaljenih semen« (»Seedling emergence methods«). To je metoda pojavljanja, identificiranja in odstranjevanja rastlinic. V ta namen smo vzorec tal, odvzet na določeni globini, v tankem sloju (1 cm) nanesli v pladenj in le tega namestili v od padavin in vetra zaščiten prostor z naravno osvetlitvijo in temperaturo. Pod sloj zemlje smo kot osnovo namestili sterilen sloj peska (5 cm). Vzorce tal v pladnjih smo po potrebi zalivali z vodo in z vodno raztopino hranil komercialnega pripravka *GREENPLANT* v sestavi NPK 13:8:24 + 3 (MgO) + mikroelementi (Fe, Mn, Mo, Zn) ter jih občasno premešali. Po kalitvi semen

smo vznikle rastlinice prešteli in kolikor hitro je mogoče identificirali ter odstranili iz pladnja, da niso konkurirale za svetlobo z na novo vzniklimi. Včasih je bilo potrebno vzniklo rastlinico pustiti da zacveti, preden jo je bilo mogoče identificirati. Takrat smo še mlade, neidentificirano rastlinice odstranili iz pladnja in jih presadili v posebne lonce ter jih v njih vzgajali tako dolgo, dokler niso zacvetele oziroma jih je bilo mogoče identificirati.

Ta metoda ne zagotovi celotne slike semen prisotnih rastlin na proučevanem območju, saj okoljske razmere v zaščitenem prostoru niso povsem enake naravnim in ne zagotavljajo zmeraj ustreznih pogojev za kalitev vseh semen. Da bi izboljšali rezultate metode, smo se pri izvajanju poskusov po tej metodi držali še nasveta Bakkerja s sod. (1996), ki ugotavlja, da je talne vzorce za določanje strukture banke semena primerno odvzeti spomladi, ko so bila vsa semena izpostavljena naravni stratifikaciji (nizkim zimskim temperaturam). K boljšim rezultatom pa pripomore tudi dolžina obdobja, v katerem ugotavljamo kalitev semen in vznik rastlinic. To je v našem primeru obsegalo obdobje 12 mesecev (od aprila 2000 do aprila 2001), tako da smo vsaj večini semen v talnih vzorcih zagotovili ustrezne pogoje za nemoteno kalitev

5.4.5 Eksperiment III

V času odpadanja semena z rastlin (junij 2000) navadnega regrata in velikega trpotca smo nabrali njuna semena ter ga določen čas (2 meseca) hranili pri zunanji naravni temperaturi. Za obe proučevani rastlinski vrsti smo avgusta 2000 pripravili po 20 mrežastih (vodo-propustnih) plastičnih vrečk, ki so vsebovale 100 semen pomešanih z 10 cm^3 zemlje in jih namestili v globino 5 cm in 10 cm pod rušo travnika (za vsako globino 10 vrečk). Za ugotavljanje kalivosti semena smo v posameznem roku odvzeli po dve vrečki za posamezno obravnavanje (ponovitve).

Zaradi prostorske ločitve med vrečkami, odvzemanje vzorcev za določevanje kalivosti ni vplivalo na pogoje v tleh pri vzorcih namenjenih za določevanje kalivosti v naslednjih terminih.

Kalivost semena v vzorcih smo ugotavljali pred zakopavanjem vzorcev semena v tla (avgust 2000), po enem mesecu (september 2000), po štirih mesecih (december 2000), po

sedmih mesecih (marec 2001), po desetih mesecih (junij 2001), po šestnajstih mesecih (december 2001) in dvaindvajsetih mesecih (junij 2002). Za določevanje kalivosti v laboratoriju smo 50 semen iz vsake ponovitve dali na sproti navlažen filter papir (Blue ribbon 589[3], S & S) v stekleno petrijevo posodo. Posode smo pokrite za 14 dni namestili v kalilno komoro s 16 urno dnevno osvetlitvijo ter temperaturo 25 °C čez dan in 15 °C ponoči. Po potrebi smo filtrirni papir v posodah oroševali. Kalivost semena smo določili po sedmih in štirinajstih dneh, glede na dolžino radikule. Smatrali smo, da je seme kalilo, če je bila radikula dolga ≥ 1 mm.

5.4.6 Statistične analize

Rezultate, pridobljene v poskusih o odstotku kalivosti semen navadnega regrata in velikega trpotca, smo pridobili iz zasnove poskusa v obliki naključnega bloka. Ta oblika poskusa predstavlja fleksibilno shemo, v kateri ni posebnih restrikcijskih faktorjev, razen pogoja, da mora biti vsako obravnavanje ponovljeno v istem številu. Analiza tako pridobljenih rezultatov v poskusu poteka po postopku, v katerem je mogoče iz skupne variabilnosti izločiti še variabilnost, ki nastane zaradi razlik v ponovitvah. Tako zasnova tega poskusa omogoča »dvosmerna ANOVA« (iz skupne variance se izdvoji varianca med obravnavanji, varianca med ponovitvami, nedefiniran ali nepojasnjen del pa predstavlja ostanek ali napako poskusa) (Vasilj, 2000).

Kjer smo v poskusu ugotavljali število kalivih semen na kvadratni meter in število kalivih semen v različnih globinah tal, pa smo kot zasnovo poskusa uporabili *split-plot* model. Samo ime split-plot pomeni deliti (split) ploskev (plot). Ta oblika modela je specifična shema za dvofaktorske poskuse, kjer se na večje ploskve v poskusu razporeja en - glavni faktor, na manjše ploskve znotraj večjih pa drugi – podfaktor. Pri tem morajo biti znotraj vsake ponovitve dejavniki naključno razporejeni. Analiza rezultatov poskusa je dokaj specifična, saj dejavnika (glavni in podfaktor) nista enakovredna. Najprej se oceni skupna variabilnost celotnega poskusa, ki se razčleni na variabilnost glavnega faktorja, pod-faktorja in interakcijo (Vasilj, 2000). Rezultat iz zasnove tega poskusa je bil število vzniklih rastlin na pladenj. Le tega je bilo pred statistično obdelavo podatkov potrebno spremeniti v število semen na kvadratni meter odvzete površine. V tem primeru smo za izračun uporabili formulo:

$$\text{št.semena } m^{-2} = \frac{\text{globina} \times \text{spec.teža tal} \times \text{št.semen v vzorcu}}{\text{teža vzorca}} \qquad \text{... (1)}$$

V obeh primerih (naključni blok in *split-plot* model) smo podatke pridobljene v poskusih analizirali in statistično obdelali s programi Microsoft Excel 2000 in SPSS. Statistično značilne razlike smo preverjali z LSD in Tukey HSD testom pri 5 % tveganju.

Za primerjavo stanja nadzemne vegetacije s stanjem banke semena v tleh smo izračunali korelacije. Z njimi odkrivamo, v kateri smeri in do katere stopnje dve spremenljivki variirata ali kovariirata skupaj. Korelacija je lahko pozitivna ali negativna. Pozitivna korelacija je tista, kjer se z večanjem ene spremenljivke, veča tudi vrednost druge spremenljivke, medtem ko pri negativni korelaciji z naraščanjem vrednosti ene spremenljivke vrednost druge pada. Vrsto korelacije in njeno moč pa ovrednotimo s Pearsonovim korelacijskim koeficientom (Vasilj, 2000) po formuli:

$$r = \frac{SP_{xy}}{\sqrt{SS_x \times SS_y}} \qquad \text{... (2)}$$

kjer je:

- SP_{xy} vsota produktov koreliranih spremenljik

$$SP_{xy} = \sum (x \times y) - \frac{\sum x \times \sum y}{n} \qquad \text{... (3)}$$

- SS_x vsota kvadratov odklonov za spremenljivko x

$$SS_x = \sum x^2 - \frac{\left(\sum x\right)^2}{n} \qquad \text{... (4)}$$

- SS_y vsota kvadratov odklonov za spremenljivko y

$$SS_y = \sum y^2 - \frac{\left(\sum y\right)^2}{n} \qquad \text{... (5)}$$

Moč korelacije med posameznima opazovanima paroma spremenljivk pa smo odčitali iz Roemerjevih in Orphalovih tablic (Vasilj, 2000).

Razmerje med skupnim številom vzniklih rastlin in časom kalitve ter med skupnim številom vzniklih rastlin in globino odvzetega vzorca smo ovrednotili z enostavnim linearnim regresijskim modelom.

Rastlinsko raznovrstnost smo določili z uporabo Shannonovega indeksa rastlinske pestrosti – *H* (Begon in sod., 1999) po formuli:

$$H = -\sum_{i=1}^{s} P_i \ln P_i \qquad \text{... (6)}$$

kjer je: *S* – celotno število rastlinskih vrst

P – delež za *i*-to rastlinsko vrsto.

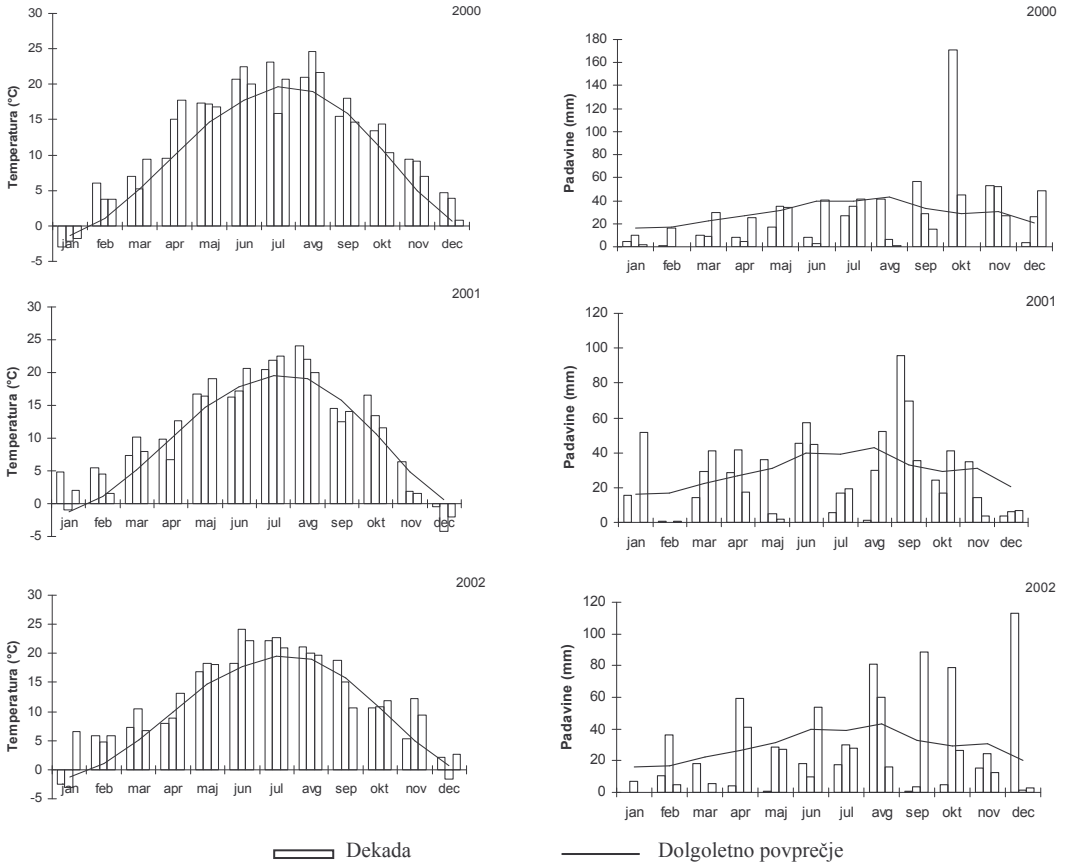
Deleže za posamezne rastlinske vrste smo pridobili z direktno oceno po Whalleyju in Hardyju (2000).

5.4.7 Klimatske razmere v času izvajanja poskusov

Klimatske razmere nekega območja opišemo kvantitativno z vrednostmi posameznih meteoroloških elementov oziroma z njihovimi dolgoletnimi povprečnimi vrednostmi ter razponi. Za kmetijstvo so še posebej pomembne njihove vrednosti v vegetacijskem obdobju. Na območju izvajanja poskusov nismo postavili nobene avtomatske aparature za spremljanje meteoroloških parametrov, temveč smo le te pridobili iz najbližje meteorološke postaje ter iz analize vremenskih dogajanj objavljenih v mesečnih biltenih Ministrstva za okolje in prostor, Agencije RS za okolje. Zanimale so nas predvsem spremembe v temperaturi zraka, temperaturi tal na globini 5 cm in količina padavin za obdobje izvajanja poskusa (leta 2000, 2001 in 2002). V preglednicah so navedene tudi vrednosti za odstopanja povprečne temperature zraka in količine padavin po mesecih v proučevanem obdobju 2000-2002 od dolgoletnega povprečja 1961-1990.

Na osnovi dolgoletnih opazovanj klimatološke mreže Slovenije (obdobje 1961 – 1990), na kateri leži tudi območje izvajanja poskusov (kraja Hoče in Rače), smo izbrali najbližjo meteorološko postajo, to je Maribor – letališče. Postaja se nahaja na nadmorski višini 175 m in je 3 km zračne linije oddaljena od obeh poskusnih območij.

Dolgoletna povprečna letna temperatura zraka znaša 9,8 °C. Najhladneje je meseca januarja, ko se dolgoletne povprečne temperature tega meseca gibljejo v povprečju okrog -1,3 °C. Najtoplejši mesec, s povprečno temperaturo zraka 19,6 °C, pa je julij.



Slika 8: Povprečne dekadne temperature zraka (°C) izmerjene na 2 m in dekadne padavine (mm) v letu 2000, 2001 in 2002 ter njuno dolgoletno povprečje (1961 do 1990) za Maribor (Mesečni bilten, 2000, 2001 in 2002).

Dolgoletna povprečna letna količina padavin (slika 8) znaša 1047 mm. Padavine so dokaj enakomerno razporejene preko celega leta. Največ, 129 mm, jih pade v mesecu avgustu. Le 49 - 50 mm padavin pa pade, glede na dolgoletno povprečje (1961 – 1990), v mesecu januarju in februarju. Območji izvajanja poskusov (Hoče in Rače) tako sodita po Köppenovi klasifikaciji (Köppen, 1936) v toplo, zmerno deževno klimo z milimi zimami.

Preglednica 2: Odstopanje povprečne temperature zraka (°C) po mesecih v letih 2000, 2001 in 2002 od dolgoletnega povprečja 1961-1990 za Maribor in okolico.

	jan	**feb**	**mar**	**apr**	**maj**	**jun**	**jul**	**avg**	**sep**	**okt**	**nov**	**dec**
2000	-1,0	3,3	2,2	4,1	2,5	3,1	0,3	3,6	0,8	2,4	4,1	2,9
2001	3,2	2,8	3,4	-0,3	2,8	0,2	2,1	3,2	-1,5	3,6	-1,2	-2,4
2002	1,8	4,3	3,0	0,0	3,2	3,6	2,3	1,5	-0,3	0,9	4,5	0,9

Iz preglednice 2 lahko vidimo, da so povprečne temperature zraka v letu 2000 v povprečju za 2,4 °C višje od dolgoletnega povprečja. Le v mesecu januarju, ki je osrednji zimski mesec, je bilo nadpovprečno hladno. Povprečna temperatura zraka (- 2,3 °C) je bila za stopinjo nižja od dolgoletnega povprečja, predvsem po zaslugi mrzle zadnje tretjine meseca (slika 15). Najtoplejši mesec v tem letu je mesec avgust, ki je bil toplejši od običajno osrednjega poletnega meseca julija. Povprečna mesečna temperatura zraka (22,4 °C) je bila za 3,6 °C višja od dolgoletnega povprečja.

V letu 2001 so odstopanja od dolgoletnega povprečja višja za 1,3 °C. Vse od januarja do maja so bili meseci nadpovprečno topli, razen aprilskih temperatur zraka, ki so bile v mejah povprečnih vrednosti. Tudi v tem letu je povprečna avgustovska temperatura zraka (22,0 °C) ta mesec zaznamovala kot najtoplejšega in bila občutno nad dolgoletnim povprečjem (3,2 °C). Glede na dolgoletno povprečje je najhladnejši mesec januar, vendar se je decembra živo srebro spustilo še nižje in negativni odklon od povprečja je bil še večji (- 2,4 °C).

Povprečne temperature zraka so bile v letu 2002 za 2,1 °C višje od povprečja obdobja 1961 – 1990. Najhladneje je bilo meseca januarja. Povprečna temperatura zraka je bila 0,3 °C. V prvi tretjini meseca je bila temperatura občutno pod dolgoletnim povprečjem, druga tretjina je bila temperaturno blizu običajnih januarskih razmer, v zadnji tretjini meseca pa se je temperatur močno dvignila. Prvi in edini vročinski val se je pojavil v drugi dekadi meseca junija, čeprav kot najtoplejši mesec s povprečno temperaturo nad dolgoletnim povprečjem, pripišemo mesecu juliju.

V vseh treh letih so povprečne temperature zraka v povprečju v vseh mesecih vegetacijskega obdobja v primerjavi z dolgoletnim povprečjem višje od 1,2 do 2,8 °C (preglednica 2), razen v mesecu septembru, ko je temperatura zraka za 1°C nižja.

Preglednica 3: Odstopanje količine padavin (%) po mesecih v letih 2000, 2001 in 2002 od dolgoletnega povprečja 1961-1990 za Maribor in okolico.

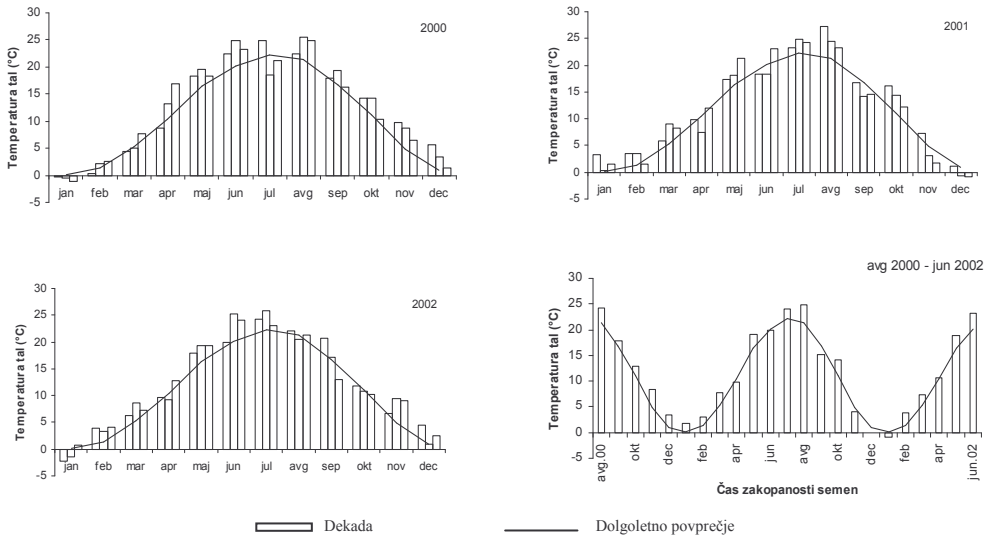
	jan	**feb**	**mar**	**apr**	**maj**	**jun**	**jul**	**avg**	**sep**	**okt**	**nov**	**dec**
2000	34	35	72	46	92	43	88	38	102	249	142	130
2001	137	3	124	109	45	124	35	65	204	47	57	28
2002	15	104	35	131	60	68	64	122	95	127	56	193

V letu 2000 je glede na primerjalno obdobje 1961 – 1990 padlo v povprečju 93 % padavin (preglednica 3). Iz slike 8 je razvidno, da so še posebej poletne padavine razporejene zelo neenakomerno, saj jih večinoma prinesejo le nevihte in plohe. Tako je sončno, suho in toplo vreme stopnjevalo sušo, ki je v tem letu, kljub večji količini padavin v juliju, ponekod dosegla katastrofalne razsežnosti. Visoke zračne temperature so pregrele tudi tla. Povprečna mesečna temperatura tal na globini 5 cm (slika 9) je bila za 2,6 °C višja od julijske, kar je še povečalo primanjkljaj vlage v tleh.

V letu 2001 je padlo le 81 % padavin glede na dolgoletno povprečje, ki pa so bile preko leta zelo neenakomerno razporejene. V tem letu tako ponovno beležimo kmetijsko sušo, saj sta le marčna in junijska količina padavin bili blizu dolgoletnemu povprečju, medtem ko je julijska količina padavin predstavljala le 35 % dolgoletnih povprečnih vrednosti. Primanjkljaj, kateremu so pripomogle tudi visoke poletne (junij, julij, avgust) mesečne temperature tal na globini 5 cm, je trajal vse do konca avgusta. S padavinami skromnemu oktobru in novembru je sledil še skromnejši december, ko je padlo le 17 mm padavin, kar je 28 % povprečja obdobja 1961 – 1990.

V primerjavi z dolgoletnim povprečjem je v letu 2002 padlo 89 % padavin (preglednica 3). Te so bile, glede na prejšnji dve leti, dokaj enakomerno porazdeljene preko celega leta. V mesecu januarju je padlo najmanj padavin (7,6 mm), kar predstavlja le 15 % dolgoletnega povprečja. Tla so bila do konca januarja zamrznjena, najgloblje do globine 40 cm.

Otoplitev je povzročila le površinsko odtajevanje. Največ padavin (157 mm), ki so bile tudi precej nad povprečjem, je bilo v mesecu avgustu.



Slika 9: Povprečne dekadne temperature tal (°C) izmerjene v globini 5 cm v letu 2000, 2001 in 2002 in povprečna temperatura tal na globini 5 cm v času izvajanja poskusa (avgust 2000 do junij 2002) ter njihovo dolgoletno povprečje (1971 do 1996) za Maribor (Mesečni bilten, 2000, 2001 in 2002).

6 REZULTATI RAZISKAVE Z RAZPRAVO

6.1 STRUKTURA SEMENSKE BANKE NAVADNEGA REGRATA IN VELIKEGA TRPOTCA V TRAVNIŠKIH TLEH V ODVISNOSTI OD OBSTOJEČE RASTLINSKE ZDRUŽBE

6.1.1 Vrstna sestava ruše na poskusnih površinah

Floristični pregled prisotnih rastlinskih vrst opazovanih poskusnih površin (eksperiment I in II) je podan v preglednici 4. Vrste so razdeljene v tri skupine: trave (*Poaceae*), metuljnice (*Fabaceae*) in druge zelnate rastline (vrste ostalih botaničnih družin). Za vsako botanično skupino je podano še število različnih vrst in delež prevladujočih vrst v skupini, ter Shanonov indeks rastlinske pestrosti (*H*). Vsaka izmed vrst je poimenovana s slovenskim in z latinskim imenom (Martinčič s sod., 1999).

Preglednica 4: Število popisanih vrst, seznam in delež prevladujočih rastlinskih vrst v posamezni botanični skupini na območju izvajanja eksperimenta I in II ter Shanonov indeks rastlinske pestrosti (*H*).

	Eksperiment I				Eksperiment II			
	a		*b*		*a*		*b*	
Trave (% ± s*)	**45±5**		**51±8,14**		**58±5**		**41±2,08**	
Število vrst	**11**		**11**		**16**		**14**	
Delež prevladujočih vrst (%) in pokrovnost po Braun-Blanquetu (ocena)	**%**	**ocena**	**%**	**ocena**	**%**	**ocena**	**%**	**ocena**
Dišeča boljka (*Anthoxanthum odoratum* L.)					+	+	+	+
Mačji rep (*Phleum pratense* L.)	10	1-2	15	2				
Mehka stoklasa (*Bromus mollis* L.)					+	+	+	+
Mnogocvetna ljuljka (*Lolium multiflorum* Lam.)			5	1				
Modra stožka (*Molinia caerulea* L. Moench)					+	+		
Navadna latovka (*Poa trivialis* L.)	1	1			3	1	2	1
Navadna migalica (*Briza media* L.)					+	+		
Pasja trava (*Dactylis glomerata* L.)	8	1	7	1	3	1	+	+
Pasji rep (*Cynosurus cristatus* L.)					+	+	+	+
Puhasta ovsika (*Helictotrichon pubescens* Huds.)					+	+	+	+
Rdeča bilnica (*Festuca rubra* L.)	+	+	+	+	5	+	8	1
Rumenkasti ovsenec (*Trisetum flavescens* L.)	+	+	+	+			5	1
Rušnata masnica (*Deschampsia caespitosa* L.)					+	+		
Travniška bilnica (*Festuca pratensis* Huds.)	11	2	10	1-2	10	1-2	+	+
Travniška latovka (*Poa pratensis* L.)	2	1	1	1	10	1-2	6	1
Travniški lisičji rep (*Alopecurus pratensis* L.)	2	1	1	1	10	1-2	8	1
Trpežna ljuljka (*Lolium perenne* L.)	7	1	10	1-2	5	1	+	+
Visoka pahovka (*Arrhenatherum elatius* L.)	3	1	+	+	8	1	+	+
Volnata medena trava (*Holcus lanatus* L.)	+	+	+	+	2	1	10	1-2

se nadaljuje

nadaljevanje

	Eksperiment I				Eksperiment II			
	a		*b*		*a*		*b*	
Metuljnice (% ± s*)	**40±3,61**		**29±4,04**		**11±1,53**		**25±2,47**	
Število vrst	**3**		**6**		**5**		**6**	
Delež prevladujočih vrst (%) in pokrovnost po Braun-Blanquetu (ocena)	**%**	**ocena**	**%**	**ocena**	**%**	**ocena**	**%**	**ocena**
Črna detelja (*Trifolium pratense* L.)	5	1	15	2	5	1	8	1
Hmeljna meteljka (*Medicago lupulina* L.)			1	1				
Lucerna (*Medicago sativa* L.)	25	2-3	1	1				
Navadna nokota (*Lotus corniculatus* L.)			+	+	+	+	+	+
Plazeča detelja (*Trifolium repens* L.)	10	1-2	12	2	4	1	10	1-2
Poljska detelja (*Trifolium campestre* Schreb.)							4	1
Ptičja grašica (*Vicia cracca* L.)			+	+	+	+	+	+
Travniški grahor (*Lathyrus pratensis* L.)					+	+	2	1
Druge zel. rastline (% ± s*)	**15±3,55**		**20±6,56**		**31±8,14**		**34±1,73**	
Število vrst	**15**		**17**		**25**		**36**	
Delež prevladujočih vrst (%) in pokrovnost po Braun-Blanquetu (ocena)	**%**	**ocena**	**%**	**ocena**	**%**	**ocena**	**%**	**ocena**
Bršljanasta grenkuljica (*Glechoma hederacea* L.)					+	+		
Jesenski otavčič (*Leontodon autumnalis* L.)					2	1		
Kukavičja lučca (*Lychnis flos-cuculi* L.)							+	+
Mala kislica (*Rumex acetosella* L.)							2	1
Mala marjetica (*Bellis perennis* L.)	1	1					+	+
Navadna lakota (*Galium mollugo* L.)	+	+	1	1	5	1	6	1
Navadni glavinec (*Centaurea jacea* L.)			+	+	+	+	+	+
Navadni jagodnjak (*Fragaria vesca* L.)					+	+		
Navadni regrat (*Taraxacum officinale* Weber)	5	1	8	1	6	1	3	1
Navadni rman (*Achillea millefolium* L.)	2	1	2	1			+	+
Navadno korenje (*Daucus carota* L.)	+	1	1	1	+	+	1	1
Njivsko grabljišče (*Knautia arvensis* L.)							+	+
Ozkolistni trpotec (*Plantago lanceolata* L.)	2	1	3	1	5	1	+	+
Perzijski jetičnik (*Veronica persica* Poir.)							+	+
Plazeča zlatica (*Ranunculus repens* L.)							+	+
Plazeči petoprstnik (*Potentilla reptans* L.)					1	1	+	+
Plazeči skrečnik (*Ajuga reptans* L.)			+	+	+	+	+	+
Pomladanski šaš (*Carex caryophyllea* Latour)					+	+		
Prava lakota (*Galium verum* L.)	+	1	+	+	7	1	10	1-2
Ripeča zlatica (*Ranunculuc acris* L.)	1	1	1	1	1	1	8	1
Sinjezeleni šaš (*Carex flacca* Schreb.)					+	+		
Studenčna smiljka (*Cerastium fontanum* Baumg.)			+	+	1	1	2	1
Topolistna kislica (*Rumex obtusifolius* L.)	1	1	2	1				
Veliki trpotec (*Plantago major* L.)	+	+	1	1			+	+
Skupno št. vrst (Number of all species)	**29**		**34**		**46**		**56**	
Shanonov indeks - *H* (Shanon diversity index - *H*)	**2,54**		**2,62**		**2,88**		**3,01**	

- eksp.Ia = sejano travinje na osnovi lucerne
- eksp.Ib = sejano travinje na osnovi črne detelje
- eksp.IIa = semi naravno travinje 4-košnje letno
- eksp.IIb = semi naravno travinje 2-košnje letno
- s = standardni odklon od povprečja

S fitocenološkim popisom sejane ruše (eksperiment I) smo na površini zasejani z mešanico na osnovi lucerne (Ia) določili 45 % trav, 40 % metuljnic in 15 % drugih zelnatih rastlin. Na popisnih ploskvah sta med travami prevladovali travniška bilnica in mačji rep (11 in 10

%), skoraj z enakovrednim utežnim deležem sta prisotni še pasja trava (8 %) in trpežna ljuljka (7 %). Med metuljnicami je prevladovala lucerna s 25 %. V skupini drugih zelnatih rastlin je prevladujoči delež pripadal navadnemu regratu s 5 %, navadnemu rmanu in ozkolistnemu trpotcu, obema s po 2 %. Na površini zasejani z mešanico na osnovi črne detelje (Ib) pa smo določili 51 % trav, 29 % metuljnic in 20 % zeli. Med travami je tudi tukaj prevladoval mačji rep (15 %), sledita mu travniška bilnica in trpežna ljuljka s po 10 % ter pasja trava s 7 %. S popisom metuljnic na proučevanem travinju smo največji delež pripisali črni detelji (15 %) in plazeči detelji (12 %), ter samoniklih metuljnic, kot so lucerna, hmeljna meteljka, navadna nokota in ptičja grašica. Največji delež med drugimi zelnatimi rastlinami ponovno pripada navadnemu regratu z 8 %, pogosta pa sta tudi ozkolistni trpotec s 3 % ter navadni rman in topolistna kislica s po 2 %.

Botanične analize polnaravnega travinja (eksperiment II) so pokazale, da je v ruši štirikosnega travnika (IIa) 58 % trav, 11 % metuljnic in 31 % drugih zelnatih rastlin. Med travami največji delež pripada travniški bilnici, travniški latovki in travniškemu lisičjemu repu, ki so bile zastopane vsaka s po 10 %. Sledijo visoka pahovka z 8 % ter rdeča bilnica in trpežna ljuljka s po 5 %. Med metuljnicami sta prevladovali črna in plazeča detelja (5 in 4 %). V skupini drugih zelnatih rastlin največji delež (7 %) pripada pravi lakoti, sledita mu navadni regrat s 6 % in ozkolistni trpotec s 5 %. Na površini, ki jo kosimo največ dvakrat v letu, pa smo določili 41 % trav, 25 % metuljnic in 34 % drugih zelnatih rastlin. Največji delež med travami pripada volnati medeni travi (10 %), ekvivalentni delež pa rdeči bilnici in travniškemu lisičjemu repu (8 %). Največji delež med metuljnicami je zavzemala plazeča detelja (10 %), med drugimi zelnatimi rastlinami pa ponovno prava lakota (10 %). V občutno večjem deležu se pojavita tudi ripeča zlatica in navadna lakota (8 in 6 %).

Na območju izvajanja eksperimenta I je bilo v ruši določeno 29 oziroma 34 različnih rastlinskih vrst, na območju eksperimenta II pa 46 oziroma 56 rastlinskih vrst (preglednica 4). Med njimi se pojavljata tudi proučevani rastlinski vrsti - navadni regrat in veliki trpotec. Na sejanem travniku (eksperiment I a in b) je navadnega regrata 5 % oz. 8 %, medtem ko ga je v semi naravni ruši (eksperiment II a in b) 6 % oz. 3 %. Veliki trpotec je le prisotna rastlinska vrsta oz. rastlinska vrsta, ki se v sejani ruši pojavi z 1 % deležem. Na semi

naravnem travniku, ki je v štirikosni rabi, ga ne zasledimo. Tam kjer košnjo izvajajo le dva krat v letu pa je vrsta v ruši prisotna z manj kot 1 % deležem.

6.1.2 Struktura talne semenske banke v travniških tleh

Skupno število vseh semen v eksperimentu I, ki smo jih določali v vzorcih tal odvzetih na dveh globinah (0-10 in 10-20 cm), je bilo statistično značilno različno (preglednica 5).

Preglednica 5: Skupno število semen in število semen navadnega regrata ter velikega trpotca v odvisnosti od globine in rastišča v eksperimentu I.

		Skupno št.sem. (m^{-2})	**Skupno št.sem. v vzorcu**	**Št.sem. NR* (m^{-2})**	**Št.sem. NR v vzorcu**	**Št.sem. VT* (m^{-2})**	**Št.sem. VT v vzorcu**
Globina		*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Sejano travinje		**	**	n.s.	n.s.	**	**
Interakcija		*	*	n.s.	n.s.	*	*
Obravnavanje	***Nivo***						
Globina (cm)	0-10	7914^{a}	$164,25^{a}$	402	8,38	282	5,88
	10-20	5676^{b}	$118,25^{b}$	336	7,00	234	4,88
Sejano travinje	mešanica A	9738^{a}	$202,88^{a}$	384	8,00	462^{a}	$9,62^{a}$
	mešanica B	3852^{b}	$80,25^{b}$	354	7,38	54^{b}	$1,13^{b}$
Globina (cm)	**Sejano travinje**						
0-10	mešanica A	11280^{a}	$235,00^{a}$	264	5,50	492^{a}	$10,25^{a}$
	mešanica B	8196^{a}	$170,75^{a}$	504	10,50	432^{a}	$9,00^{a}$
10-20	mešanica A	4548^{b}	$94,75^{b}$	540	11,25	72^{b}	$1,50^{b}$
	mešanica B	3156^{b}	$65,75^{b}$	168	3,50	36^{b}	$0,75^{b}$

- NR = navadni regrat VT = veliki trpotec
- n.s.: povprečja niso statistično značilna
- *, **: povp. so statistično značilno različna pri $p \leq 0,05$ in $p \leq 0,01$
- povprečja znotraj obravnavanj označena z isto malo črko se med seboj stat.značilno ne razlikujejo (Tukey HSD $p \leq 0,05$)

V globini tal 0 – 10 cm smo v vzorcu določili 164 semen, kar ustreza 7914 semenom m^{-2} površine, medtem ko je na globini 10 – 20 cm bilo prisotnih 118 semen ali 5676 semen m^{-2}. Rezultati analize variance kažejo, da ima na velikost banke semena v tleh velik vpliv tudi rastišče, čeprav bi za statistično reprezentativnost podatkov, bilo potrebno poskus večkrat ponoviti na različnih lokacijah. Tako lahko v našem primeru sicer z 99 % verjetnostjo trdimo, da med površino zasejano z mešanico na osnovi lucerne (mešanica A) in površino zasejano z mešanico na osnovi črne detelje (mešanica B) obstajajo statistično značilne razlike v velikosti semenske banke v tleh. Tako smo na slednji določili kar za 5886 manj

semen na m^{-2} (A-9738 semen m^{-2}, B-3852 semen m^{-2}). Iz analize variance razberemo tudi, da je medsebojni vpliv (interakcija) globine in zasejane mešanice na količino semen v tleh sorazmerno velik. Skupno največ semen različnih rastlinskih vrst, 11280 semen m^{-2}, smo določili na poskusni površini A v globini 0 – 10 cm, najmanj, 3156 semen m^{-2}, pa na poskusni površini B v globini 10 – 20 cm.

V eksperimentu II, kjer smo ugotavljali vpliv globine in načina rabe na skupno količino semena in količino semena navadnega regrata in velikega trpotca v tleh, analiza variance ter testiranje podatkov po Tukey HSD ni dala statistično podprtih rezultatov. Tako lahko iz preglednice 6 vidimo, da je največje skupno število semen na m^{-2} (14394 semen m^{-2}) sicer določeno na globini 10 – 15 cm, vendar se statistično značilno ne razlikuje od količine semen določenih na prvih dveh globinah (0 – 5 cm-11891 semen m^{-2} in 5 – 10 cm-13092 semen m^{-2}).

Preglednica 6: Skupno število semen in število semen navadnega regrata ter velikega trpotca v odvisnosti od globine in rastišča v eksperimentu II.

		Skupno št.sem. (m^{-2})	**Skupno št.sem. v vzorcu**	**Št.sem. NR* (m^{-2})**	**Št.sem. NR v vzorcu**	**Št.sem. VT* (m^{-2})**	**Št.sem. VT v vzorcu**
Globina		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Način rabe		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Interakcija		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Obravnavanje	***Nivo***						
Globina (cm)	0-5	11891	670,75	180	7,50	114	4,75
	5-10	13092	545,50	132	5,50	66	2,75
	10-15	14394	599,75	132	5,50	24	1,00
Način rabe	štirikosni	11215	584,18	168	7,00	48	2,00
	dvokosni	15036	626,50	128	5,30	88	3,67
Globina (cm)	**Način rabe**						
0-5	štirikosni	7594,50	667,00	144	10,00	72	3,00
	dvokosni	16188,00	674,50	120	5,00	156	6,50
5-10	štirikosni	14160,00	590,00	144	6,00	36	1,50
	dvokosni	12024,00	501,00	120	5,00	96	4,00
10-15	štirikosni	11892,00	495,50	120	5,00	36	1,50
	dvokosni	16896,00	704,00	144	6,00	12	0,50

- NR = navadni regrat; VT = veliki trpotec
- n.s.: povprečja niso statistično značilna
- *, **: povp. so statistično značilno različna pri $p \leq 0,05$ in $p \leq 0,01$
- povprečja znotraj obravnavanj označena z isto malo črko se med seboj stat.značilno ne razlikujejo (Tukey HSD $p \leq 0,05$)

Način rabe polnaravnega travnika dovoljuje domnevo, da je pod rušo dvo-kosnega travnika nekoliko več semen (15036 semen m^{-2}) različnih rastlinskih vrst, kot pa pod rušo štiri-

kosnega (11215 semn m^{-2}), vendar tudi te domneve ne moremo statistično utemeljiti, saj je tveganje preveliko. Interakcija (medsebojni vpliv globine in načina rabe) ni statistično značilna. Tudi tukaj rezultati dopuščajo domnevo, da je semenska banka v splošnem največja pod rušo dvo-kosnega travnika, kjer smo na globini 10 – 15 cm določili 16896 semen različnih rastlinskih vrst na kvadratni meter površine, najmanjša pa na globini 0 – 5 cm (7594 semen m^{-2}) travnika, ki je v štiri-kosni rabi.

Po načinu rabe travinja Wagner s sod. (2003) primerja intenzivno rabljeno rušo z ne košenim travnikom. Avtor ugotavlja na globini 0 – 12 cm pod rušo intenzivno rabljenega travnika od 4902 do 6517 semen m^{-2}, medtem ko se količina semen pod rušo ne-košenega travnika giblje med 10815 in 33948 semen m^{-2}. Večina pregledane literature različnih avtorjev pa temelji na primerjavi pašene ruše z različno intenzivnostjo rabe. Tako Williams (1984) v raziskavi vpliva intenzivnosti izkoriščanja travinja s pašo (pogostost paše, gnojenje) ugotavlja, da se v vrhnji 15 cm plasti tal nahaja več kot 12000 semen m^{-2} ter da se več kot 30 % teh semen nahaja v globini 0 – 4 cm, 40 % v naslednjih 8 cm (plast 4 – 12 cm), preostalih 30 % semen pa najdemo do globine 24 cm. Te ugotovitve so primerljive z rezultati naše raziskave (čeprav gre za travnik v kosni rabi), kjer količine semen v plasti tal od 5 do 15 cm dajejo slutiti, da se večji delež semen nahaja prav na tej globini. Tudi v raziskavi Jutila in Heli (1998) so rezultati primerljivi našim. Avtorja navajata, da se na globini 0 – 10 cm nahaja povprečno 13669 semen m^{-2}, kar se ujema s povprečno količino semena določenega na isti globini v našem poskusu. Medtem ko sta Conolly in Naylor (1999) na globini 0 – 5 cm določila neprimerno manj semen, kot mi v našem eksperimentu in sicer le 1750 semen m^{-2}.

6.1.2.1 Struktura semenske banke navadnega regrata

Količini semena navadnega regrata se po globini v eksperimentu I nista statistično značilno razlikovali (preglednica 5), čeprav je glede na število semen m^{-2} mogoče sklepati, da je le tega nekoliko več bliže zemeljski površini, torej na globini 0 – 10 cm (402 semen m^{-2}), kot pa globlje v tleh (336 semen m^{-2}). Tudi rastišče posejano z različnima mešanicama (mešanica A in B) ni imelo posebnega vpliva na število regratovih semen v tleh. Tam, kjer je bila zasejana mešanica na osnovi lucerne, smo v poskusu določili 384 semen m^{-2}, na

površini zasejani z mešanico na osnovi črne detelje pa 354 semen m^{-2}. Razlike v količini semen navadnega regrata na kvadratni meter površine glede na globino in rastišče (interakcija) prav tako niso bile značilne. Nekoliko večji vpliv interakcije je občutiti na globini 10 – 20 cm površine zasejane z mešanico A, kjer smo določili 540 semen m^{-2}. Prav tako smo na tej isti globini, vendar pod rušo mešanice B, ugotovili najmanj kalečih semen (168 semen m^{-2}).

Rezultati eksperimenta II (preglednica 6) nakazujejo, da je največ semen navadnega regrata na globini 0 – 5 cm, kjer smo določili 180 semen m^{-2} – torej bliže površini tal, čeprav tudi te domneve ne moremo statistično podpreti. Zanimiva sta rezultata količine semena navadnega regrata pod rušo štiri-kosnega in dvo-kosnega travnika, ki pa se statistično ponovno ne razlikujeta med seboj. Pod intenzivneje izkoriščano rušo smo določili 168 semen navadnega regrata na m^{-2}, pod rušo, ki jo kosimo le dva krat v letu, pa 128 semen m^{-2}. Medsebojni vpliv globine in načina rabe (interakcija) ni statistično značilen. Tako se število semen na vseh treh globinah in obeh travnikih pri navadnem regratu giblje od 120 do 144 semen m^{-2}, kar predstavlja 5 – 6 % delež vseh semen v banki semena. S stališča želenega deleža (5 – 15 % (Sinkovič s sod., 1994) – glej poglavje 2.1.4 Gospodarska vrednost navadnega regrata) prisotnosti navadnega regrata v ruši travnika ali pašnika, je delež semen v banki semena ugoden, saj ta semena predstavljajo zalogo rastlin v nadzemni vegetaciji.

Primerljivost strukture semenske banke navadnega regrata v naših izsledkih z rezultati drugih avtorjev je relativno majhna, saj se specifičnost in narava raziskave od poskusa do poskusa močno razlikuje. V semenski banki pod rušo pašnika Williams (1984) na globini 0 – 15 cm ugotavlja le 24 semen m^{-2} navadnega regrata, kar je neprimerno manj, kot smo ga določili v obeh naših eksperimentih. Količina semena navadnega regrata določena v našem drugem eksperimentu pa je primerljiva z rezultati Jutila in Heli (1998), Kalamees in Zobel (1998) ter Tracy in Sanderson (2000), ki v 0 – 10 cm plasti tal pašnika navajajo 110, 123 oziroma 150 semen m^{-2}.

6.1.2.2 Struktura semenske banke velikega trpotca

Razlike v količini semena velikega trpotca na dveh globinah niso bile statistično značilne. V obeh plasteh tal smo določili primerljivo število semen in sicer na globini 0 – 10 cm 282 semen m^{-2} in na globini 10 – 20 cm 234 semen m^{-2}. So pa razlike statistično značilne v količini semena glede na rastišče. Ugotovili smo, da največ semena velikega trpotca (462 semen m^{-2}) zasledimo v tleh poskusne površine A, najmanj (le 54 semen m^{-2}) pa na poskusni površini B. Statistično značilna je tudi interakcija (medsebojni vpliv globine in rastišča). Največ semena na kvadratni meter površine (492 semen m^{-2}) smo določili prav tako na poskusni površini A in najmanj (36 semen m^{-2}) na poskusni površini B.

Rezultati eksperimenta II (preglednica 6) sicer nakazujejo, da je največ semen velikega trpotca na globini 0 – 5 cm (114 semen m^{-2}) – torej bliže površini tal, vendar te domneve ne moremo statistično podpreti. Struktura banke semena velikega trpotca kaže, da je le ta nekoliko večja pod ekstenzivneje izkoriščano rušo (88 semen m^{-2}), kot pa pod rušo košeno vsaj štiri krat v letu (48 semen m^{-2}), čeprav tudi teh rezultatov ne moremo statistično podkrepiti. Prav tako tudi medsebojni vpliv globine in načina rabe pri semenu velikega trpotca ni statistično značilen. Tako se število semen na vseh treh globinah in obeh travnikih giblje od 12 do 156 semen m^{-2}. Ta semena pa v ugodnih okoljskih razmerah, ob uspešni kalitvi in vzniku, predstavljajo zalogo rastlin v ruši. Želen delež rastlin velikega trpotca v ruši pa je s stališča škodljivosti ali koristnosti zelo različen (glej poglavje 2.2.4 Gospodarska vrednost velikega trpotca).

Našima raziskavama primerljivo količino semena velikega trpotca najdemo pri avtorjih:

- Williams (1984), ki v 0 – 15 cm plasti tal pašnika ugotavlja v povprečju 84 semen m^{-2}, ter
- Tracy in Sanderson (2000), ki prav tako na pašniku v globini do 10 cm navajata 78 semen m^{-2},
- pod rušo travnika, prav tako na globini 0 – 10 cm, pa sta Kalamees in Zobel (1998) določila 66 semen m^{-2}, ki so pripadala velikemu trpotcu,
- le 21 semen m^{-2} pa zasledimo v pašeni ruši do 10 cm globine po Jutila in Heli (1998).

Tudi v tem primeru je potrebno poudariti, da je primerljivost količine semena velikega trpotca na kvadratni meter površine z drugimi avtorji relativna, saj raziskave temelje na različnih ključnih vprašanjih.

6.1.2.3 Struktura talne semenske banke v travniških tleh in nadzemna vegetacija

V večini pregledanih študij avtorji poročajo bodisi o podobnosti ali različnosti med vrstno sestavo nadzemne vegetacije in semensko banko v tleh, vendar pa zmeraj ni povsem jasno izraženo, kaj avtorji smatrajo pod podobnost. Nekateri za ugotavljanje podobnosti ali različnosti, uporabljajo Simpsonov ali Sörensov indeks podobnosti (Levassor s sod., 1990;Navie s sod., 1996), ali pa kakšen drug indeks (Looney in Gibson, 1995), nekateri pa primerjajo le skupno število vrst med prisotno vegetacijo in banko semena (Thompson in Grime, 1979; Wisheu in Keddy, 1991). V naši raziskavi smo za primerjavo nadzemne vegetacije in banke semena v tleh uporabili za vsak eksperiment posebej korelacijski koeficient (r), s katerim izražamo, v kateri smeri in do katere stopnje dve spremenljivki variirata ali kovariirata skupaj. Rezultati so podani v preglednicah 7 in 8, v obliki korelacijskih matrik.

V preglednici 7 je podan Pearsonov korelacijski koeficient (r) za vsak par proučevanih spremenljivk (skupno število semen v banki semena, število semen navadnega regrata in velikega trpotca m^{-2} ter nadzemno vegetacijo) v eksperimentu I.

Iz korelacijske matrike je razvidno, da obstaja:

- zelo močna pozitivna korelacija med skupnim številom semen v semenski banki in številom semen velikega trpotca m^{-2} (0,8466) in obratno,
- zelo močna obojestranska negativna korelacija (-0,8556) med skupnim številom semen v semenski banki in nadzemno vegetacijo,
- popolna negativna korelacija (-0,9333) med vegetacijo in številom semen velikega trpotca m^{-2}.

Med ostalimi pari proučevanih spremenljivk korelacije ni, saj je korelacijski koeficient manjši od 0,1.

Preglednica 7: Velikost semenske banke, število rastlinskih vrst v nadzemni vegetaciji in v semenski banki ter korelacije med njimi za eksperiment I.

	Eksperiment I	
	a	**b**
Nadzemna vegetacija		
Skupno število rastlinskih vrst	29	34
Banka semena		
Skupno število rastlinskih vrst	36	34
Skupno št.semen m^{-2} 0-10 cm	11280	8196
Skupno št.semen m^{-2} 0-20 cm	4548	3156
∑ vseh semen m^{-2}	***15828***	***11352***
Št.semen NR m^{-2} 0-10 cm	264	504
Št.semen NR m^{-2} 0-20 cm	540	168
∑ vseh semen NR m^{-2} (% v banki semena)	***804 (5)***	***672 (6)***
Št.semen VT m^{-2} 0-10 cm	492	432
Št.semen VT m^{-2} 0-20 cm	72	36
∑ vseh semen VT m^{-2} (% v banki semena)	***564 (4)***	***468 (4)***
Delež nadzemne vegetacije v banki semena (%)	81	100

	∑ sem. v banki sem.		št. sem. NR m^{-2}	št. sem. VT m^{-2}	vegetacija
∑sem. v banki sem.		r	-0,0680	0,8466	-0,8556
		* n	(16)	(16)	(16)
		p	0,8025	0,0000	0,0000
št. sem. NR m^{-2}	-0,0680			0,0114	-0,0671
	(16)			(16)	(16)
	0,8025			0,9665	0,8051
št. sem. VT m^{-2}	0,8466		0,0114		-0,9333
	(16)		(16)		(16)
	0,0000		0,9665		0,0000
vegetacija	-0,8556		-0,0671	-0,9333	
	(16)		(16)	(16)	
	0,0000		0,8051	0,0000	

- eksp.Ia = sejano travinje na osnovi lucerne
- eksp.Ib = sejano travinje na osnovi črne detelje
- NR = navadni regrat; VT = veliki trpotec
-*r = Pearsonov korelacijski koeficient
- n = velikost vzorca
- p – vrednost ($p \leq 0,05$)

Primerljivost deleža zastopanosti navadnega regrata v ruši in v semenski banki je v eksperimentu I sorazmerno velika. V vegetaciji regrat predstavlja 5 % (Ia) in 8 % (Ib) delež medtem ko ga je v semenski banki 5 % (Ia) in 6 % (Ib), vendar nam te primerljivosti korelacijska matrika ne potrdi. Delež semena velikega trpotca pa je v semenski banki

neprimerno večji od zastopanosti te rastline v nadzemni vegetaciji. Na obeh poskusnih površinah predstavlja veliki trpotec 4 % delež skupne semenske banke v tleh, medtem ko je v sejani ruši to le prisotna vrsta oziroma vrsta, ki se pojavi z manj kot 1 % deležem. To nam potrdi tudi izračunan korelacijski koeficient med številom semen v semenski banki in nadzemno vegetacijo, ki je negativen (negativna korelacija).

Preglednica 8: Velikost semenske banke, število rastlinskih vrst v nadzemni vegetaciji in v semenski banki ter korelacije med njimi za eksperiment II.

	Eksperiment II	
	a	**b**
Nadzemna vegetacija		
Skupno število rastlinskih vrst	46	56
Banka semena		
Skupno število rastlinskih vrst	49	62
Skupno št.semen m^{-2} 0-5 cm	7594	16188
Skupno št.semen m^{-2} 5-10 cm	14160	12024
Skupno št.semen m^{-2} 10-15 cm	11892	16896
∑ vseh semen m^{-2}	***33646***	***45108***
Št.semen NR m^{-2} 0-5 cm	144	120
Št.semen NR m^{-2} 5-10 cm	144	120
Št.semen NR m^{-2} 10-15 cm	120	144
∑ semen NR m^{-2} (% v banki semena)	***408 (1,2)***	***384 (0,8)***
Št.semen VT m^{-2} 0-5 cm	72	156
Št.semen VT m^{-2} 5-10 cm	36	96
Št.semen VT m^{-2} 10-15 cm	36	12
∑ semen VT m^{-2} (% v banki semena)	***144 (0,4)***	***264 (0,6)***
Delež nadzemne vegetacije v banki semena (%)	94	90

	∑ sem. v banki sem.	št. sem. NR m^{-2}	št. sem. VT m^{-2}	vegetacija
∑sem. v banki sem.	* r	0,2242	-0,1071	0,1471
	* n	(12)	(12)	(12)
	* p	0,4837	0,7403	0,6482
št. sem. NR m^{-2}	0,2242		-0,3714	-0,2216
	(12)		(12)	(12)
	0,4837		0,2345	0,4888
št. sem. VT m^{-2}	-0,1071	-0,3714		0,2555
	(12)	(12)		(12)
	0,7403	0,2345		0,4229
vegetacija	0,1471	-0,2216	0,2555	
	(12)	(12)	(12)	
	0,6482	0,4888	0,4229	

- eksp.IIa = semi naravno travinje 4-košnje letno
- eksp.IIb = semi naravno travinje 2-košnje letno
- NR = navadni regrat; VT = veliki trpotec

*r = Pearsonov korelacijski koeficient
n = velikost vzorca
p – vrednost ($p \leq 0,05$)

Pearsonov korelacijski koeficient, izračunan med spremenljivkami (skupno število semen v semenski banki, številom semen navadnega regrata in velikega trpotca m^{-2} ter stanjem nadzemne vegetacije) za eksperiment II, je podan v preglednici 8. Primerjava deleža zastopanosti navadnega regata v vegetaciji in v semenski banki polnaravnega travinja kaže, da je le tega več v vegetaciji (6 % (Ia) in 3 % (Ib)), kot pa v semenski banki. V slednji navadni regrat predstavlja le 1,2 (Ia) oziroma 0,8 (Ib) % delež. Velikega trpotca v štirikosni ruši nismo zasledili, v dvokosnem travinju pa ga je manj kot 1 %. Tudi v semenski banki je ta delež dokaj nizek in sicer 0,4 in 0,6 %. Iz *p*-vrednosti, s katero ocenjujemo statistično značilnost korelacije za posamezen par spremenljivk v eksperimentu, je razvidno, da imajo vsi pari *p*-vrednost večjo od 0,05. Tako lahko s 95 % stopnjo zaupanja trdimo, da med posameznimi pari korelacije ni.

Če primerjamo delež vrst nadzemne vegetacije v semenski banki v obeh eksperimentih, je le ta nekoliko večji na površinah, ki so pogosto košene (4 – 5 košenj eksperiment Ib, 4 košnje eksperiment IIa), kar se ujema z navedki Henderson s sod. (1988). Avtorji v svoji raziskavi navajajo, da je podobnost med semensko banko in nadzemno vegetacijo večja na intenzivneje, kot pa na redkeje izkoriščanih travnikih in pašnikih, čeprav Jutila in Heli (1998) postavljata ravno nasprotne trditve. Ungar in Woodell (1993) pa ugotavljata dokaj visoko podobnost med stanjem vegetacije in semensko banko pod rušo sejanih travnikov, medtem ko je podobnost na trajnih travnikih veliko manjša.

Iz statistično ovrednotenih rezultatov obeh eksperimentov in korelacij je mogoče razbrati, da za primerjavo med nadzemno vegetacijo in semensko banko v tleh, izbrano število semen verjetno ni najboljša osnova za korelacije. Vzroke za to je moč iskati ali obrazložiti s tem, da so možnosti za tvorbo semena pri različnih rastlinskih vrstah različne in da s tem posledično posamezne rastlinske vrste, kakor tudi predstavniki iste rastlinske vrste, ne dajo enakega števila semena na rastlino ter tako v tla prehajajo različne količine semena. Zato nam, kot je razvidno iz rezultatov prikazanih v preglednicah 7 in 8, korelacijske matrike ne podajo povsem verodostojne podobnosti oziroma različnosti med nadzemno vegetacijo in semensko banko v tleh.

6.2 VPLIV GLOBINE TAL IN TRAJANJA ZAKOPANOSTI NA KALIVOST SEMENA NAVADNEGA REGRATA IN VELIKEGA TRPOTCA

V preglednici 9 so zbrani in statistično obdelani rezultati laboratorijskih kalilnih poskusov, kjer smo proučevali vpliv globine in trajanja zakopanosti na kalivost semena navadnega regrata in velikega trpotca v travniških tleh. S slik 10 in 11 pa lahko, poleg deleža vzniklih semen za obe rastlinski vrsti v posameznem proučevanem obdobju in globini, razberemo še odvisnost le tega od trajanja zakopanosti (enostavna linearna regresija).

Preglednica 9: Vpliv globine in časa zakopanosti na kalivost semena (%) navadnega regrata (*Taraxacum officinale* F. Weber.) in velikega trpotca (*Plantago major L.*) v travniških tleh.

		kalivost navadnega regrata (%)	**kalivost velikega trpotca (%)**
Globina		n.s.	n.s.
Čas		**	**
Interakcija		*	**
Obravnavanje	***Nivo***		
Globina (cm)	5	53,67	33,33
	10	49,17	34,67
Čas (meseci)	1	56,00^{a}	4,00^{d}
	4	71,50^{a}	55,50^{b}
	7	50,00^{bc}	25,00^{c}
	10	60,50^{ab}	15,00^{cd}
	16	42,00^{cd}	6,00^{d}
	22	28,50^{d}	98,50^{a}
Globina (cm)	**Čas (meseci)**		
5	1	57,00^{abcd}	4,00^{d}
	4	73,00^{a}	58,00^{b}
	7	63,00^{a}	5,00^{d}
	10	60,00^{abc}	27,00^{cd}
	16	50,00^{abcd}	8,00^{d}
	22	19,00^{f}	98,00^{a}
10	1	55,00^{abcde}	4,00^{d}
	4	70,00^{a}	53,00^{b}
	7	37,00^{def}	45,00^{bc}
	10	61,00^{ab}	3,00^{d}
	16	34,00^{ef}	4,00^{d}
	22	38,00^{cdef}	99,00^{a}

- n.s.: povprečja niso statistično značilna
- *, **: povprečja so statistično značilno različna pri $p \leq 0,05$ in $p \leq 0,01$
- povprečja znotraj obravnavanj označena z isto malo črko se med seboj stat.značilno ne razlikujejo (Tukey HSD $p \leq 0,05$)

6.2.1 Navadni regrat

6.2.1.1 Kalivost semena pred zakopavanjem

Kalivost semena navadnega regrata je 60 dni po nabiranju, tik pred zakopavanjem pod rušo travnika (avgust 2000), variirala med 74 % do več kot 82 % (slika 17), kar se sklada z ugotovitvami Falkowski s sod. (1989) ter Martinková in Honěk (1997), ki navajajo, da je bila kalivost semena navadnega regrata v 28 dneh po nabiranju 80 % do 90 % oziroma 94 %. Za dozorela semena navadnega regrata po odpadu z rastline namreč ni značilna primarna dormanca, zato so ta semena zmožna takojšnje kalitve (Martinková in Honěk, 1997).

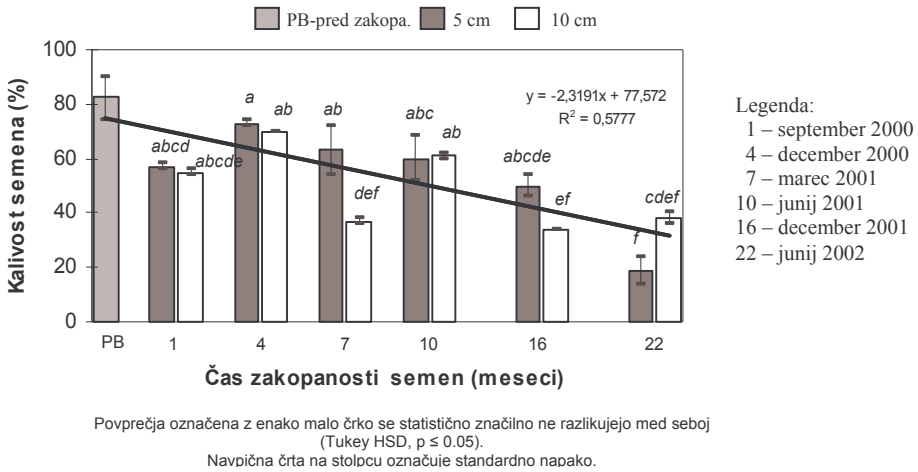
Relativno majhna odstopanja v našem primeru od primerljivih raziskav omenjenih avtorjev je mogoče pojasniti s tem, da je odstotek kalitve regratovih semen v naravi odvisen tudi od gostote oziroma neposredne bližine semen iste vrste, kakor tudi semen drugih rastlinskih vrst. Tako Linhart (1976) v svoji raziskavi, kjer je proučeval kalivost posameznega regratovega semena in semen v skupinah (po 5, 10 in 25) navaja, da je z večanjem števila semen na površinsko enoto (m^{-2}), kalivost semen statistično značilno padala od 68 % do 41 %. Avtor ta pojav označuje kot mehanizme populacijske regulacije. Tweney in Mogie (1999) ugotavljata, da je kalivost semena navadnega regrata pogojena tudi s težo posameznega semena. Kljub temu, da so se semena razvila in dozorela v istem cvetu so različno težka. Avtorja tako v raziskavi ugotavljata, da z večjo verjetnostjo kalijo tista semena, ki so težja.

Prav tako na delež kalečih semen vplivata tudi temperatura in svetloba. Semena navadnega regrata kalijo v zelo širokem temperaturnem razponu od 5 do 35 °C (Washitani, 1984), čeprav je delež kalečih semen pri višjih temperaturah manjši (Martinková in Honěk 1997). Letchamo in Gosselin (1996) poudarjata, da je kalitev semena navadnega regrata veliko večja, hitrejša in bolj izenačena, če semena kalijo na svetlobi kot pa v temi. V naši raziskavi so kalitve potekale pri temperaturi 25 °C čez dan in 15 °C ponoči ter 16 urni dnevni osvetlitvi, saj je večina raziskav (Washitani, 1984; Martinková in Honěk 1997) pokazala, da semena navadnega regrata kalijo bolje pod spremenljivimi temperaturnimi in

svetlobnimi pogoji. Tudi Collins (2000) to potrjuje v svoji raziskavi. Ugotovil je, da pod spremenljivimi pogoji (15 °C/5 °C in 9 h osvetlitev; 25 °C/10 °C in 14 h osvetlitev; 35 °C/20 °C in 15 h osvetlitev; 25 °C/10 °C in popolna tema) vzkali od 85 do 94 % regratovih semen. Mezynski in Cole (1974) pa pri temperaturi 20 °C podnevi in 15 °C ponoči s 16 urno osvetlitvijo (naši raziskavi primerljivimi pogoji) navajata 80 % kalivost regratovega semena, v poskusu izvedenem 30 dni po nabiranju svežega semena z rastline.

6.2.1.2 Kalivost semena glede na globino in trajanje zakopanosti

Semena navadnega regrata, ki smo jih namestili pod rušo travnika na dveh globinah (5 in 10 cm), niso pokazala statistično značilnih razlik v deležu kalečih semen (preglednica 9). Na globini 5 cm je kalilo 54 %, na globini 10 cm pa 49 % regratovih semen. Letchamo in Gosselin (1996) sta z laboratorijskimi raziskavami ugotovila, da je seme navadnega regrata posejano na globino 4 cm ohranilo 75 % kalivost, medtem ko je največji delež - 92 % - kalečih semen, določen pri setvi semena 1 cm globoko.



Slika 10: Delež vzniklih semen navadnega regrata (*Taraxacum officinale*) glede na trajanje zakopanosti na 5 ali 10 cm v tleh.

Večji vpliv na kalivost semen kot globina pa ima v našem primeru trajanje zakopanosti, kjer lahko z 99 % verjetnostjo trdimo, da med posameznimi časi zakopanosti, obstajajo statistično značilne razlike (preglednica 9). Tako smo v mesecu decembru leta 2000, ko so bila semena 4 mesece pod rušo travnika, ugotovili najvišji odstotek kalečih semen (72 %). Ta je s časom zakopanosti konstantno upadal. Po 22 mesecih (junij 2002) smo ugotovili le

še 29 % življenjsko sposobnih semen. V literaturi zasledimo pri različnih avtorjih različno življenjsko dobo semen navadnega regrata v tleh. Med njimi Burnside s sod. (1996) navaja, da je po več kot devetih letih zakopanosti vzkalil le 1 % regratovih semen. Roberts in Nielson (1981) pa v svoji raziskavi poročata o 1 do 6 % kalečih semen, ki so bila pod rušo travnika zakopana štiri leta. Po petih letih zakopanosti ta ista avtorja ugotavljata le še neznaten delež življenjsko sposobnih semen.

Najmočnejši vpliv na kalivost semena navadnega regrata pa ima kombinacija globine in trajanja zakopanosti (interakcija med tema dvema dejavnikoma; preglednica 9, slika 10). Največ semen 73 % in 70 % je kalilo na globini 5 in 10 cm, ko so bila zakopana 4 mesece (december 2000). Najmanj kalivih semen, le 19 %, pa smo ugotovili po 22 mesecih (junij 2002) zakopanosti semena na 5 cm globine. Z enostavno linearno regresijo (slika 10) smo želeli dokazati odvisnost deleža kalečih semen od časa zakopanosti. Zveza med spremenljivkama je negativna (z daljšanjem trajanja zakopanosti se življenjska sposobnost semena manjša). Te rezultate potrjuje tudi teza Bostock in Benton (1983), da je globina, na kateri se nahaja seme navadnega regrata, v negativni korelaciji z deležem kalečih semen. Determinacijski koeficient (R^2) ima vrednost 0,5777, kar pomeni, da je 57,77 % variabilnosti odvisne spremenljivke (delež kalivih semen) pojasnjenih s tem modelom.

V podatkovni bazi Thompsona s sod. (1997) najdemo daleč največ podatkov o življenjski dobi regratovega semena v odvisnosti od globine in trajanja zakopanosti:

- 38 referenc različnih avtorjev uvršča seme navadnega regrata v tranzientno talno banko semena, torej v skupino semen, ki ostanejo v tleh življenjsko sposobna manj kot eno leto;
- v tej isti bazi zasledimo tudi podatek, da je seme navadnega regrata na globini 7 cm ostalo kalivo 4 leta, ter je na podlagi te ugotovitve in ugotovitev še 25 drugih avtorjev uvrščeno v skupino kratko-dobno perzistentnih semen;
- med dolgo-dobno perzistentna semena uvršča navadni regrat osem avtorjev, od katerih eden ugotavlja, da je seme navadnega regrata ostalo živo na globini 50 in 55 cm več kot 660 let;
- v četrti tip banke semena – prisotna – pa regrat uvršča 24 avtorjev.

6.2.2 Veliki trpotec

6.2.2.1 Kalivost semena pred zakopavanjem

Kalilni poskusi, ki smo jih opravili 8 tednov po nabiranju semena z rastline in tik pred zakopavanjem semena pod rušo travnika, so pokazali, da je seme velikega trpotca, pri temperaturi 25 °C čez dan in 15 °C ponoči ter 16 urni dnevni osvetlitvi, kalivo le v 8 do 10 % (slika 18). Primerljivost izsledkov naše raziskave z opravljenimi kalilnimi poskusi s svežim semenom in spremenljivimi temperaturnimi in svetlobnimi pogoji, povzetih po različnih avtorjih, ki jih v pregledu bioloških karakteristik velikega trpotca podajata Sagar in Harper (1964) je relativno velika:

- pri 15 °C in na svetlobi so določili 2 % delež kalivih semen,
- pri 20 °C in na svetlobi je ta delež znašal 13 %,
- pri 25 °C in v temi pa je kalilo le 8 % semen velikega trpotca.

Iz navedenih rezultatov lahko sklepamo, da seme velikega trpotca, ki smo ga določen čas hranili pri sobni temperaturi, bolje kali pri višjih temperaturah ter da je uspeh kalitve v veliki meri odvisen tudi od osvetlitve. To potrjujeta tudi Hawthorn (1974) in Pons (1991), ki še navajata, da le majhen delež semen kali v popolni temi.

Dobljeni rezultati naših kalilnih poskusov so prav tako primerljivi tudi z izsledki Saruhan s sod. (2002), ki navaja 10 % kalivost semena, prav tako kot v našem primeru, po dveh mesecih skladiščenja svežega semena na sobni temperaturi. Tako nizek delež kalivih semen je posledica naravne dormance, ki je lastna semenom, ki dozorijo v jeseni in po odpadu z rastline kalijo še le naslednjo pomlad (Sagar in Harper, 1964). Večina semen, ki se formira v zgodnjih poletnih mesecih pa je primarno dormantnih (Hawthorn, 1974).

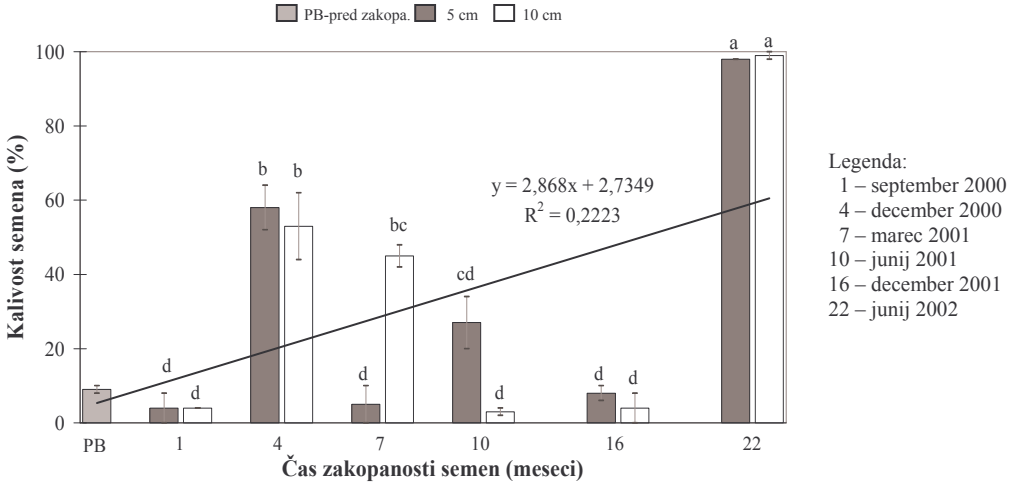
Saruhan s sod. (2002) v raziskavi še ugotavlja, da je za prekinitev primarne dormance zelo učinkovita stratifikacija semena pri 4 °C. Z upoštevanjem tega dejstva v poskusu avtor navaja kar 100 % kalivost, medtem ko je Froud-Williams s sod. (1984) pri enakih pogojih ugotovil nekoliko nižjo - 76 % - kalivost semena velikega trpotca.

6.2.2.2 Kalivost semena glede na globino in trajanje zakopanosti

Povprečni delež kalečih semen velikega trpotca, ki smo jih namestili na globino 5 cm pod rušo travnika, je znašal 33 % in se statistično značilno ni razlikoval od povprečnega deleža kalečih semen (35 %), ki so bila nameščena na globini 10 cm (preglednica 9). V laboratorijskih in poljskih poskusih Froud-Williams s sod. (1984) navaja, da je seme velikega trpotca posejano na površino tal kalilo v 91 %, medtem ko je na globini 2,5 cm kalilo le 10 % semen. Globina, na kateri se nahaja seme velikega trpotca, je torej v negativni korelaciji z deležem kalečih semen (Bostock in Benton, 1983), česar pa z našo raziskavo ne moremo potrditi.

Močan vpliv na kalivost semena ima predvsem trajanje zakopanosti. Kot je razvidno iz preglednice 4, lahko z 99 % gotovostjo trdimo, da med obdobji, ko so bila semena pod rušo travnika, obstajajo statistično značilne razlike. Po enem mesecu zakopanosti (september 2000) je kalil zelo majhen delež semen (4 %), medtem ko smo v kalilnem poskusu s semeni zakopanimi 4 mesece (december 2000) določili 56 % kalivost (slika 11). Vzrok za tako različna deleža kalečih semen je primarna dormanca, ki je značilna za sveža semena velikega trpotca (Hawthorn, 1974). Po 4 mesecih zakopanosti (december 2000), ko je bilo seme izpostavljeno naravni stratifikaciji (povprečna mesečna temperatura tal na globini 5 cm je v decembru 2000 znašala 4 °C – slika 16), pa je bila le ta prekinjena. Od tod tudi sorazmerno velik delež kalečih semen v tem obdobju.

Iz slike 11 lahko tudi vidimo, da je seme, ki je bliže površini tal (na globini 5 cm), v naslednjih mesecih hitreje prešlo v fazo mirovanja in s tem posledično pridobilo sekundarno dormanco. Enako se dogaja z deležem kalečih semen na globini 10 cm, vendar je tu prehod nekoliko počasnejši zaradi manj občutnih temperaturnih sprememb na večji globini v tleh. V povprečju tako po 7, 10 in 16 mesecih beležimo konstantno upadanje deleža kalečih semen iz 25 % na 6 % (preglednica 9). Po 22 mesecih (junij 2002) pa je delež kalečih semen ponovno zelo visok (99 %), saj je seme, kot navajata Karssen in Hilhorst (1992), po daljšem obdobju mirovanja in še enem stratifikacijskem obdobju ter ugodnih okoljskih pogojih, zmožno uspešne kalitve.



Povprečja označena z enako malo črko se statistično značilno ne razlikujejo med seboj (Tukey HSD, $p \leq 0.05$).
Navpična črta na stolpcu označuje standardno napako.

Slika 11: Delež vzniklih semen velikega trpotca (*Plantago major*) glede na trajanje zakopanosti na 5 ali 10 cm v tleh.

S proučevanjem medsebojnega vpliva globine in trajanja zakopanosti (interakcije) na delež kalečih trpotčevih semen ugotavljamo, da ima le ta močan vpliv (preglednica 9, slika 18). Največ semen 98 % in 99 % je kalilo po 22 mesečnem obdobju zakopanosti na globini 5 in 10 cm. Najmanjši delež semen le 3 % pa je kalil po 10 mesecih zakopanosti na globini 10 cm v tleh. Enostavni linearni regresijski model (slika 11) nam kaže, da je zveza med deležem kalečih semen in časom zakopanosti pozitivna. Vendar je determinacijski koeficient (R^2) dokaj nizek (0,2223). Z njim lahko pojasnimo le 22,23 % variabilnosti deleža kalečih semen. S tem modelom torej ne moremo potrditi zveze, da se z daljšanjem trajanja zakopanosti, življenjska doba semena velikega trpotca daljša, saj je le ta, kot je omenjeno že v prejšnjem odstavku, odvisna od fiziološke ali embrionalne dormance semena in okoljskih pogojev.

Številni avtorji v svojih raziskavah poročajo o različni življenjski dobi velikega trpotca v tleh. Tako po Sagar in Harper (1964), Hawthorn (1974) ter podatkovni bazi Thompsona s sod. (1997) zasledimo:

- da je maksimalna življenjska doba velikega trpotca od 50 do 60 let ter
- da seme zadrži po 20 letih zakopanosti 84 % kalivost, po 40 letih pa je delež kalečih semen le še 10 %.

Vsi pa to vrsto uvrščajo v dolgo-dobno perzistentno semensko banko.

7 ZAKLJUČKI

Semena navadnega regrata in velikega trpotca so bila zakopana v tleh 22 mesecev (od avgusta 2000 do konec junija 2002). Opravljena raziskava potrjuje trditev, da je seme navadnega regrata kalivo takoj po odpadu z rastline. Določanje kalilnih sposobnosti semena navadnega regrata v tem času je pokazalo, da je odstotek kalečih semen konstantno upadal s časom zakopanosti iz 80 % ob začetku, na manj kot 29 % ob koncu poskusa. Delež kalečih semen velikega trpotca pa je s časom zakopanosti močno variiral, kar je posledica dormantnosti tega semena. Sveža semena velikega trpotca so namreč po odpadu z rastline primarno dormantna. Dormaca se prekine s stratifikacijo semena pri nizkih temperaturah. Kalivost trpotčevega semena je po naravni stratifikaciji narasla za več kot 50 %.

Enostavna linearna regresija med deležem kalečih semen in globino ter časom zakopanosti za obe proučevani rastlinski vrsti je pokazala, da ima kombinacija slednjih dveh najmočnejši vpliv na kalivost semen. Zveza med obema spremenljivkama je za navadni regrat negativna, kar pomeni, da se z daljšanjem časa zakopanosti življenjska sposobnost semena manjša. Izračunan linearni regresijski model za veliki trpotec pa kaže, da je zveza v tem primeru sicer pozitivna (z daljšanjem časa zakopanosti se delež kalečih semen veča), vendar je determinacijski koeficient prenizek, da bi to zvezo lahko potrdili. Življenjska sposobnost semena velikega trpotca je v veliki meri odvisna od fiziološke ali embrionalne dormance semena in okoljskih pogojev.

Glede na pričujoče rezultate kalivosti semena navadnega regrata in velikega trpotca, lahko obe vrsti uvrstimo v skupino kratko-dobno pezistentnih rastlinskih vrst, kjer seme ostane v tleh življenjsko sposobno vsaj eno in manj kot pet let. Seme velikega trpotca pa bi, glede na zelo visok delež kalitve semena v zadnjem obdobju poskusa, deloma že smeli uvrstiti v skupino dolgo-dobno perzistentnih rastlinskih vrst (semena ohranijo kalivost vsaj pet let), vendar je samo trajanje poskusa prekratko, da bi lahko to trditev brez previsokega tveganja tudi potrdili.

8 LITERATURA

8.1 CITIRANA

Akinola, M.O., Thompson, K., Buckland, S.M., 1998. Soil seed bank of an upland calcareous grassland after 6 years of climate and management manipulations. Journal of Applied Ecology, 35, 544 – 552.

Akinola, M.O., Thompson, K., Hiller, S.H., 1998. Development of soil seed banks beneath synthesized meadow communities after seven years of climate manipulations. Seed Science Research, 8, 493 – 500.

Baker, H.G., 1989. Some Aspects of the Natural History of Seed Banks. V: *Ecology of Soil Seed Banks*. Leck, M.A., Parker, V.T, Simpson, R.L. (ed.), London, Academic Press, 9 – 22.

Bakker, J.P., 1989. Nature Management by Grazing and Cutting. Geobotany 14, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 397 s.

Bakker, J.P., Bakker, E.S., Rosen, E., Verweij, G.L., Bekker, R.M., 1996. Soil seed bank composition along a gradient from dry alvar grassland to *Juniperus* shrub land. Journal of Vegetation Science, 7, 165 – 176.

Bakker, J.P., Boss, A.F., Hoogveld, J., Muller, H.J., 1991. The role of the seed bank in restoration management of semi-natural grassland. V: *Terrestrial and aquatic ecosystems; perturbation end recovery*. Ravera, O. (ed.), New York, Ellis Horwood, 449 – 455.

Baskin, C.C., Baskin, J.M., 1988. Studies on the germination ecophysiology of herbaceous plant species in temperate region. American Journal of Botany, 75, 285 – 305.

Baskin, J.M., Baskin, C.C., 1989. Physiology of dormancy and germination in elation to seed bank ecology. V: *Ecology of Soil Seed Banks*. Leck, M.A., Parker, V.T, Simpson, R.L. (ed.), London, Academic Press, 53 – 66.

Begon, M, Harper, J.L., Townsend, C.R., 1999. Ecology: individuals, populations and communities. The Blackwell Science, UK, 1068 s.

Bekker, R.M., Bakker, J.P., Grandin, U., Kalamees, R., Milberg, P., Poschlod, P., Thompson, K., Willems, J.H., 1998 a. Seed size, shape and vertical distribution in the soil: indicators of seed longevity. Functional Ecology, 12, 834 – 842.

Bekker, R.M., Knevel, I.C., Tallowin, J.B.R., Troost, E.M.L., Bakker, J.P. 1998 b. Soil nutrient input effects on seed longevity: a burial experiment with fen-meadow species. Functional Ecology, 12, 673 – 682.

Bekker, R.M., Verweij, G.L., Smith, R.E.N., Reine, R., Bakker, J.P., Schneider, S., 1997. Soil seed banks in European grassland: does land use affect regeneration perspectives? Journal of Applied Ecology, 34, 1293 – 1310.

Benedek, P., Béres, I., Nyéki, J., 1998. Competition between pear flowers, flowering weeds and other fruit trees for honeybee pollination. Acta Horticultura, 475, 417 – 426.

Benoit, D.L., Kenkel, N.C., Cavers, P.B., 1989. Factors influencing the precision of soil seed bank estimates. Canadian Journal of Botany, 67, 2833 – 2840.

Bernhard, K.G., Hurka, H., 1989. Dynamik des Semenspeichers in einigen Mediterranen Kulturböden. Weed Research, 29, 247 – 254.

Bigwood, D.W., Inouye, D.W., 1988. Spatial pattern analysis of seed banks: an improved method and optimized sampling. Ecology, 69, 487 – 507.

Borchert, M.I., Jain, S.K., 1978. The effect of rodent seed predation on four species of California annual grasses. Oecologia, 33, 101 – 113.

Bostock, S.J. in Benton, R.A., 1983. Dry weight costs and establishment of seeds and vegetative propagules. Acta Ecologica, 4, 61 – 69.

Buchgraber, K., Deutsch, A., Gindl, G.. 1994. Zetgemässe Grünland Bewirtschaftung. Stocker Verlag, Graz in Stuttgart, 194 s.

Burnside, O.C., Wilson, R.G., Weisberg, S., Hubbard, K.G., 1996. Seed longevity of 41 weed species buried 17 years in eastern and western Nebraska. Weed Science, 44, 74 – 86.

Cavers, P.B., Benoit, D.L., 1989. Seed Banks in Arable Land. V: *Ecology of Soil Seed Banks*. Leck, M.A., Parker, V.T, Simpson, R.L. (eds.), London, Academic Press, 309 – 328.

Chapness, S.S. in Morris, K., 1948. The population of buried viable seeds in relation to contrasting pasture and soil types. Journal of Ecology, 36, 149 – 1973.

Collins, L.L., 2000. The effects of date of seed maturation and seed size on seed germination and seedling emergence of the dandelion, *Taraxacum officinale* Weber. M.Sc. Thesis, University of Western Ontario, London, 96 s.

Connolly, H. in Naylor, R.E.L., 1999. Biodiversity of the seed bank of herb-rich meadow and an adjacent field. The 1999 Brighton Conference – Weeds, 811 – 816.

Cook, R.E., 1980. The biology of seeds in the soil. V: *Demography and Evolution in Plant Populations*. Solbrig, O.T. (ed.), Barkeley, University of California Press, 107 – 129.

Crawley, M.J., 1992. Seed predators and plant population dynamic. V: *Seeds, the ecology of regeneration in plant communities*. Fenner, M. (ed.), Wallingford, CAB International, 157 – 191.

Derksen, D.A., Thomas, A.G., 1997. Dandelion control in cereal and oilseed crop. V: *Expert Committee on Weeds.* Proceedings of the 1996 National Meeting, Canada, 63 – 69.

Ellenberg, H., 1952. Wiesen und Weiden und ihre standörtl Bewertung. Stuttgart.

Falkowski, M., Kukulka, I. and Kozlowski, S., 1989. Characterisation of biological properties and fodder value of dandelion (*Taraxacum officinale* F. Weber.). V: *Proceedings of the XVI International Grassland Congress*, Nice, France, 775 – 776.

Fay, P.K., Olsen, W.A., 1978. Technique for separating weed seeds from soil. Weed Science, 26, 530 – 533.

Frick, B., Thomas, A.G., 1992. Weed surveys in different tillage systems in south-western Ontario field crops. Canadian Journal of Plant Science, 72, 1337 – 1347.

Froud-Williams, R.J., Chancellor, R.J., Drennan, D.S.H., 1984. The effects of seed burial and soil disturbance on emergence and survival of arable weeds in relation to minimal cultivation. Journal of Applied Ecology, 21, 629 – 694.

Galinato, M.I., Van der Valk, A.G., 1986. Seed germination traits of annuals and emergents recruited during drawdowns in the Delta Marsh, Manitoba, Canada. Aquatic Botany, 26, 89 – 102.

Graham, D.J. in Hutchings, M.J., 1988. A field investigation of germination from the seed bank of a chalk grassland ley on former arable land. Journal of Applied Ecology, 25, 253 – 263.

Grim, J.P., 1981. The role of seed dormancy in vegetation dynamics. Annals of Applied Biology, 98/3, 555 – 558.

Grim, J.P., Mason, G., Curtis, A.V., Rodman, J., Band, S.R., Mowforth, M.A.G., Neal, A.M., Shaw, S., 1981. A comparative study of germination characteristics in a local flora. Journal of Ecolog, 69, 1017 – 1059.

Gross, K.L., 1990. A comparison of methods for estimating seed numbers in the soil. Journal of Ecology, 78, 1079 – 1093.

Hagon, M.W, Ballard, L.A.T., 1970. Reversibility of strophiolar permeability to water in seeds of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.). Australian Journal of Biological Science, 23, 519 – 528.

Hamil, A.S., 1997. Dandelion control in corn and soybean. V: *Expert Committee on Weeds.* Proceedings of the 1996 National Meeting, Canada, 70 – 76.

Haugland, E., 1993. Competition between an established grass sward and seedlings of *Rumex longifolius* DC. and *Taraxacum officinale*. Marss. Norw. Journal of Agriculture Science, 7, 409 – 420.

Hawthorn, W.R., 1974. The biology of Canadian weeds. 4. *Plantago major* and *P. rugelii*. Canadian Journal of Plant Science, 54, 383 – 396.

Hegi, G., 1995. Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Blackwell Wiessenchafts-Verlag, Berlin, 542 s.

Henderson, C.B., Petersen, K.E., Redak, R.A., 1988. Spatial and temporal patterns in seed bank and vegetation of a desert grassland community. Journal of Ecology, 76, 717 – 728.

Hendry, G.A.F., Thompson, K., Band, S.R., 1995. Seed survival and persistence on a calcareous land surface after a 32-years burial. Journal of Vegetation Science, 6, 153 – 156.

Hill, M.O., Stevens, P.A., 1981. The density of viable seed in soils of forest plantations in upland Britain. Journal of Ecology, 69, 693 – 709.

Holm, L., Doll, J., Holm, E., Pancho, J., Barnett, L.C., 1997. World weeds: natural histories and distribution. John Wiley and Sons, New York, 1129 s.

Holm, L., Plucknett, D., Pancho, J., Herberger, J., 1977. The world´s worst weed: distribution and biology. University Press of Hawaii, Honolulu, 609 s.

Howe, C.D., Chancellor, R.J., 1983. Factors affecting the viable seed content of soils beneath lowland pastures. Journal of Applied Ecology, 20, 915 – 922.

Hulme, P.E., 1998. Post-dispersal seed predation and seed bank persistence. Seed Science Research, 8, 513 – 519.

Hutchings, M.J., 1986. Plant population biology. V: *Methods in plant ecology*. Moore, P.D., Champman, S.B. (eds.), Oxford, Blackwell, 377 – 435.

Isselstein, J., Ridder, P., 1993. Untersuchungen zum Trocknungsverlauf ausgewaehlter Grunlandkraeuter unter kontrollierten Bedingungen. Wirtschaftseigene Futter, 39, 136 – 145.

Jalloq, M.C., 1975. The invasion of molehills by weeds as a possible factor in the degeneration of reseeded pasture. I. The buried viable seed population of molehills from four reseeded pasture in West Wales. Journal of Applied Ecology, 12, 643 – 657.

Jenniskens, M.J.P.J., 1984. General introduction. V: *Aspects of the biosystematics of Taraxacum section Taraxacum.* Jenniskens, M.J.P.J. (ed.), Amsterdam, Academic press, 13 – 19.

Jutila, E.B., Heli, M., 1998. Seed banks of grazed and ungrazed Baltic seashore meadows. Journal of Vegetation Science, 9, 395 – 408.

Kalamees, R. in Zobel, M, 1998. Soil seed bank composition in different successional stages of a species rich wooded meadow in Laelatu, western Estonia. Acta Oecologica, 19, 175 – 180.

Karseen, C.M., Hilhorst, H.W.M., 1992. Effects of chemical environment on seed germination. V: *Seeds, the ecology of regeneration in plant communities*. Fenner, M. (ed.), Wallingford, CAB International, 327 – 348.

Karssen, C.M., 1982. Seasonal patterns of dormancy in weed seeds. V: *The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination*. Khan, A.A. (ed.), Amsterdam, Elsevier Biomedicinal Press, 243 – 270.

Klapp, E., 1958. Grünlandkreüter. Berlin, 276 s.

Kovačević, J., 1971. Poljoprivredna fitocenologija. Nakladni zavod Znanje, Zagreb, 269 s.

Köppen, W., 1936. Das geographische System der Klimate. V: *Handbuch der Klimatologie.* Köppen, G. (ed.), Berlin, I.C. Verlag von Gebrüder Borntraeger, 43 s.

Kuiper, P., 1992. Phenotypic plasticity in *Plantago* species. V: *Ecological Studies: Analysis and Synthesis, N_o89*. Kuiper, P. in Bos, M. (ed.), 169 – 183.

Letchamo, W. in Gosselin, A., 1996. Light, temperature and duration of storage govern the germination and emergence of *Taraxacum officinale* seed. Journal of Horticultural Science, 71, 373 – 377.

Levassor, C., Ortega, M., Peco, B., 1990. Seed bank dynamics of Mediteranea pastures subjected to mechanical disturbance. Journal of Vegetation Science, 1, 339 – 344.

Linhart, Y.B., 1976. Density dependent seed germination strategies in colonizing versus non-colonising plant species. Journal of Ecology, 64, 375 – 380.

Looney, P.B. in Gibson, D.J., 1995. The relationship between the soil seed bank and above-ground vegetation of a costal barrier island. Journal of Vegetation Science, 6, 825 – 836.

Lotz, L., 1990. The relation between age and size at first flowering of *Plantago major* in various habitats. Journal of Ecology, 78, 757 – 771.

Maixner, M., 1998. Survey of population of planthopper Hyalesthes obsoletus Sign. (Auchenorrhyncha, Cixiidae) for infection with the phytoplasma causing grapevine yellows in Germany. Journal of Applied Entomology, 122/7, 375 – 381.

Major, J., Pyott, W.T., 1966. Buried viable seeds in two California bunchgrass sites and their bearing on the definition of a flora. Vegetatio, 13, 253 – 282.

Malone, C.R., 1967. A rapid method for enumeration of viable seeds in soil. Weeds, 15, 381 – 382.

Mann, H, Cavers, P.B., 1979. The regenerative capacity of root cuttings of *Taraxacum officinale* under natural conditions. Canadian Journal of Botany, 57, 1783 – 1791.

Martinčič, A., Wraber, T., Ravnik, N., Podobnik, A., Turk, B., Vreš, B., 1999. Mala flora Slovenije. 3. dopol. in sprem. izd. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, 845 s.

Martinková, Z., Honěk, A., 1997. Germination and seed viability in a dandelion, *Taraxacum officinale* Agg. Ochr. Rostl., 33, 125 – 133.

McDonald, A.W., Bakker, J.P., Vegelin, K., 1996. Seed bank classification and its importance for the restoration of species-rich flood-meadows. Journal of Vegetation Science, 7, 157 – 164.

McRill, M., Sagar, G.R., 1973. Earthworms and seeds. Nature, London, 243, 482 s.

Mesečni bilten za leto 2000, 2000. Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje, Ljubljana, 7 (1 – 12).

Mesečni bilten za leto 2001, 2001. Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje, Ljubljana, 8 (1 – 12).

Mesečni bilten za leto 2002, 2002. Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje, Ljubljana, 9 (1 – 12).

Mezynski, P.R., Cole, D.F., 1974. Germination of dandelion seed on thermo-gradient plate. Weed Science, 22, 506 – 507.

Mihalić, V., 1988. Opća proizvodnja bilja. III. dopunjeno izdanje. Školska knjiga, Zagreb, 395 s.

Mitich, L.W., 1989. Common dandelion – the lion´s tooth. Weed Technology, 3, 537 – 539.

Molgaard, P., 1977. Competitive effect of grass on establishment and performance of Taraxacum officinale. Oikos, 29, 376 – 382.

Mucina, L., Grabher, G., Ellmauer, T., 1993. Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil I. Anthropogene Vegetation. Gustav Fisher Verlag, Jena, Stuttgart, 580 s.

Murdoch, A.J., Ellis, R.H., 1992. Longevity, viability and dormancy. V: *Seeds, the ecology of regeneration in plant communities*. Fenner, M. (ed.), Wallingford, CAB International, 193 – 230.

Navie, S.C., Cowley, R.A., Rogers, R.W., 1996. The relationship between distance from water and the soil seed bank in a grazed semi-arid subtropical rangeland. Australian Journal of Botany, 44, 421-431.

Oxlade, E.L., Clifford, P.E., 1999. The versatile dandelion. Journal of Biological Education, 33, 125 – 129.

Pfadenhauer, J., Maas, D., 1987. Samenpotential in Niedermoorböden des Alpenvorlandes bei Grünlandnutzung unterschiedlicher Intensität. Flora, 179, 85 – 97.

Pons, T.L., 1991. Induction of dark dormancy in seeds: its importance for the seed bank in the soil. Functional Ecology, 5, 669 – 675.

Poschold, P., Deffner, A., Beier, B., Grunicke, U., 1991. Untersuchungen zur Diasporenbank von Samenpflanzen auf beweideten, gemähten, Brachgefallenen und aufgeforsteten Kalkmagerrasenstandorten. Verhandlungen Gesellschaft für Ökologie, 20, 893 – 904.

Poschold, P., Jackel, A.K., 1993. Untersuchungen zur Dynamik von generativen Diasporenbanken von Samenpflanzen in Kalkmagerrasen. I. Jahreszeitliche Dynamik des Diasporenregens und der Diasporenbank auf zwei Kalkmagerrasenstandorten der Schwäbischen Alp. Flora, 188, 49 – 71.

Rehm, S., 1994. Multilingual Dictionary of Agronomic Plants. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 205 s.

Roberts, H.A. in Nielson, J.E., 1981. Seed survival and periodicity of seedling emergence in twelve weedy species of Compositae. Annual of Applied Biology, 97, 325 – 334.

Roberts, H.A., 1970. Viable weed seeds in cultivated soils. Annual Report, National Vegetable Research Station, Wellesbourne, 25 – 38 .

Roberts, H.A., 1981. Seed banks in soil. V: *Advances in Applied Biology 6*. Coaker, T.H. (ed.), London, Academic Press, 1 – 55.

Sagar, G.R., Harper, J.L., 1964. Biological flora of the Britsh Isles: Plantago major L., Plantago media L. and Plantago lanceolata L. Journal of Ecology, 52, 189 – 221.

Sagar, G.R., Harper, J.L., 1960. Factors affecting the germination and early establishment of Plantains (Plantago lanceolata, P.media, P.major). V: *Biology of Weeds*. Harper, J. (ed.), Oxford, Blackwell Scientific, 236 – 245.

Saruhan, N., Kadioglu, A., Durmuş, N., 2002. Alleviation of seed dormancy in Plantago major. Israel Journal of Plant Sciences, 50, 177 – 179.

Sawicka, E.J., Sadowska, A., 1990. Relationship between chromosomal aberrations and long-term seed storage of rye (*Secale cereale* L.) cultivar Dankowskie Zlote. Genet. Pol., 31, 89 – 98.

Schenkeveld, A.J., Verkaar, H.J., 1984. The ecology of short-lived forbs in chalk grassland: distribution of generative seeds and its significance for seedling emergence. Journal of Biogeography, 11, 251 – 260.

Seliškar, A., Wraber, T., 1986. Travniške rastline na slovenskem. Prešernova družba, Ljubljana, 229 s.

Silvertown, J., 1992. Seeds in natural populations: their significance for plant conservation. V: *Conservation biology: a training manual for biological diversity and genetic resources*. Kapoor-Vijay, P., White, J. (eds.), London, UK, Commonwealth Science Council, 133 – 145.

Simon, L., Martin, H.W., Adriano, D.C., 1996. Chicory (*Cichorium intybus* L.) and dandelion (*Taraxacum officinale* F. Weber.) as phytoindicators of cadmium contamination. Water Air Soil Pollution, 91, 351 – 362.

Simpson, R.L., Leck, M.A., Parker, V.T., 1989. Seed banks: General Concepts and Metodological Issues. V: *Ecology of Soil Seed Banks*. Leck, M.A., Parker, V.T, Simpson, R.L. (eds.), London, Academic Press, 3 – 21.

Sinkovič, T., Batič, F., Šuštar, F., 1994. Seznam pomembnejših rastlin in navodila za računanje krmne vrednosti travne ruše. BF, Oddelek za agronomijo, Ljubljana, 47 s.

Spatz, G., Baumgartner, A., 1990. Zur Bewertung der Gruenlandkraeuter als Futterpflanzen. Wirtschaftseigene Futter, 36, 79 – 91.

Statistični letopis Republike Slovenije 2002. 2002. 16, 606 s.

Stewart-Wade, S.M., Neumann, S., Collins, L.L., Boland, G.J., 2002. The biology of Canadian weeds. 117. *Taraxacum officinale* G.H. Weber ex Wiggers. Canadian Journal of Plant Science, 82 (4), 825 – 853.

Stiles, E.W., 1992. Animals as seed dispersers. V: *Seeds, the ecology of regeneration in plant communities*. Fenner, M. (ed.), Wallingford, CAB International, 87 – 104.

Tardif, F.J., 1997. Dandelion control in forages. V: *Expert Committee on Weeds.* Proceedings of the 1996 National Meeting, Canada, 59 – 62.

Ter Herdt, G.N.J., Verweij, G.L., Bekker, R.M., Bakker, J.P., 1996. An improved method for seed bank analysis: seedling emergence after removing the soil by sieving. Functional Ecology, 10, 144 – 151.

Thompson, K., 1993. Seed persistence in soil. V: *Methods in comparative plant ecology*. Hendry, G.A.F., Grime, J.P. (eds.), London, Chapman and Hall, 199 – 202.

Thompson, K., Bakker, J.P., Bekke, R.M., 1997. The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity. Cambridge University Press, UK, 276 s.

Thompson, K., Grime, J.P., 1979. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. Journal of Ecology, 67, 893 – 921.

Tracy, B.F. in Sanderson, M.A., 2000. Seedbank diversity in grazing lands of the Northeast Unatid States. J. Range Manage, 114 – 118.

Tweney, J., Mogie, M., 1999. The relationship between achene weight, embryo weight and germination in *Taraxacum* apomicts. Annual Review of Botany, 83, 45 – 50.

Ungar, I. in Woodell, S.R.J., 1993. The relationship between the seed bank and species composition of plant communities in two British salt marshes. Journal of Vegetation Science, 4, 531 – 536.

Vanasse, A., Leroux, G.D., 2000. Floristic diversity, size, and vertical distribution of weed seedbank in ridge and conventional tilage systems. Weed Science, 48, 454 – 460.

Vasilj, Đ., 2000. Biometrika i eksperimentiranje v bilnogojstvu. 1.izd. Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb, 320 s.

Vengris, J., Drake, M., Colby, W.G., Bart, J., 1953. Chemical composition of weeds and accompanying crop plants. Agronomy Journal, 45, 213 – 218.

Wagner, M., Poschold, P., Setchfield, R.P., 2003. Soil seed bank in managed and abandoned semi-natural meadows in Soomaa National Park, Estonia. Ann. Bot. Fennici, 40, 87 – 100.

Warr, S.J., Thompson, K., Kent, M., 1993. Seed banks as a neglected area of biogeographic research: a review of literature and sampling techniques. Progress in Physical Geography 17, 3, 329 – 347.

Washitani, I., 1984. Germination response of a seed population of Taraxacum officinale Weber to constant temperatures including the supra-optimal range. Plant Cell Environment, 7, 655 – 659.

Whalley, R. D. B., Hardy, M. B., 2000. Measuring botanical composition of grassland. V: *Field and Laboratory methods for grassland and animal production research*. Mannetje, L., Jones, R.M (eds.), CABI Publishing, 103 – 122.

Willems, J.H., Hujismans, K.G.A., 1994. Vertical seed dispersal by earthworms: a quantitative approach. Ecography, 17, 124 - 130.

Williams, E.D., 1984. Changes during 3 years in the size and composition of the seed bank beneath a long-term pasture as influenced by defoliation and fertilizer regime. Journal of Applied Ecology, 21, 603 – 615.

Willson, M.F., 1992. The ecology of seed dispersal. V: *Seeds, the ecology of regeneration in plant communities*. Fenner, M. (ed.), Wallingford, CAB International, 61 – 85.

Wisheu, I.C in Keddy, P.A., 1991. Seed banks of rare wetland plant community: distribution patterns and effects of human-induced disturbance. Journal of Vegetation Science, 2, 181 – 188.

8.2 CITIRANI ELEKTRONSKI VIRI

http://caliban.mpiz-koeln.mpg.de/~stueber/thome/band4/tafel_072.html (22.jan.2004)

http://www.arso.gov.si/podro~cja/vreme_in_podnebje/poro~cila_in_publikacije (18.dec.2003)

http://www.bioimages.org.uk/HTML/T106031.HTM (19.dec.2003)

http://www.cloudnet.com/~djeans/FlwPlant/CPlantain.htm (21.jan.2004)

http://www.kocevska.com/regrat/sregrat.htm (17.dec.2003)

http://www.o-brinje.lj.edus.si/kd/rastline/regrat.jpg (15.dec.2003)

http://www.orbitalis.com/art/Rastlinstvo/RegratNavadni/NavadniRegrat.html (15.dec.2003)
http://www.orbitalis.com/art/Rastlinstvo/TrpotecVeliki/VelikiTrpotec.html (20.jan.2004)
http://www.rzs-hm.si/projekti/feno/rastline.html (18.dec.2003)