

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Marko PERIC

ŽIVLJENJSKA SPOSOBNOST SEMENA KONOPLJE
(Cannabis sativa L. var. sativa)

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2007

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Marko PERIC

ŽIVLJENJSKA SPOSOBNOST SEMENA KONOPLJE
(Cannabis sativa L. var. sativa)

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

VIABILITY OF HEMP SEED
(Cannabis sativa L. var. sativa)

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2007

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega strokovnega študija agronomije. Opravljeno je bilo na Katedri za poljedelstvo in sonaravno kmetijstvo Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, kjer je bil izveden poskus življenjske sposobnosti semena konoplje.

Študijska komisija Oddelka za Agronomijo je za mentorico diplomskega dela imenovala viš. pred. Darjo Kocjan Ačko, za somentorico pa prof. dr. Deo Baričevič.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Ivan KREFT
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Članica: viš. pred. Darja KOCJAN AČKO
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Članica: izr. prof. dr. Dea BARIČEVIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Franc BATIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Spodaj podpisani Marko Peric se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Marko Peric

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	VS
DK	UDK 633.522:633.88: 631.53.011.2(043.2)
KG	konoplja/ <i>Cannabis sativa</i> /sorta/semе/kalivost/življenjska sposobnost/temperatura shranjevanja semena
KK	AGRIS F01/F02
AV	PERIC, Marko
SA	KOCJAN AČKO, Darja (mentor)/BARIČEVIČ, Dea (somentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2007
IN	ŽIVLJENJSKA SPOSOBNOST SEMENA KONOPLJE (<i>Cannabis sativa</i> L. var. <i>sativa</i>)
TD	Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
OP	VIII, 27 str., 7 tab., 6 sl., 23 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Velika sposobnost kalitve je temeljnega pomena za semensko blago. V laboratorijskem poskusu z navadno konopljo (<i>Cannabis sativa</i> L. var. <i>sativa</i>) so bili po metodiki ISTA opravljeni testi energije kalivosti in kalivost svežega deklariranega semena sort Novosadska konoplja, Bialobrzeskie in Beniko, shranjenega pri sobni temperaturi (20 do 25 °C), in semena, ogretega v laboratorijski pečici pri temperaturi približno 37 °C, za sedem, štirinajst in enaindvajset dni. Na enak način je bilo testirano seme sort Novosadska konoplja, Bialobrzeskie, Beniko, Juso-11 in Unico-B, ki je bilo shranjeno šest let pri temperaturi -20 °C. V primerjavi s 96,1 % kalivostjo deklariranega semena konoplje, je bila povprečna kalivost semena, shranjenega pri sobni temperaturi 87,6 %, kalivost semena ogretega pri temperaturi 37 °C je bila po enaindvajsetih dneh 72 %, kalivost šest let starega semena petih sort pa le še 52,2 %. Ugotovljeno je bilo, da seme konoplje izgublja kalilno sposobnost pri povečani temperaturi in daljšem shranjevanju. Ker deklarirano seme ni poceni, bi ga morali pridelovalci hraniti v hladilnih prostorih, kjer lahko ohrani življenjsko sposobnost dlje časa.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	VS
DC	UDC 633.522:633.88: 631.53.011.2(043.2)
CX	hemp/ <i>Cannabis sativa</i> /varieties/seed viability/vigor/viability test/seed storage temperature
CC	AGRIS F01/F02
AU	PERIC, Marko
AA	KOCJAN AČKO, Darja (supervisor)/BARIČEVIČ, Dea (co-supervisor)
PP	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB	University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY	2007
TI	VIABILITY OF HEMP SEED (<i>Cannabis sativa</i> L. var. <i>sativa</i>)
DT	Graduation Thesis (Higher professional studies)
OP	VIII, 27 p., 7 tab., 6 fig., 23 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	<p>High viability is an important characteristic of seeds. In the laboratory trial the germination energy and final germination of freshly declared hemp seed (<i>Cannabis sativa</i> L. var. <i>sativa</i>), stored under different conditions were tested according to the ISTA methodology. The hemp seed samples included freshly declared seeds of varieties Novosadska konoplja, Bialobrzeskie and Beniko, stored at room temperature (20-25°C), or heated in a laboratory oven at temperature 37 °C for seven, fourteen and twenty-one days. The same tests were performed on six years old seeds of hemp varieties (Novosadska konoplja, Bialobrzeskie, Beniko, Juso-11 and Unico-B), stored at -20 °C. In comparison with the average germination percentage (96.1 %) of declared hemp seed, the average germination percentage of seeds stored at room temperature was 87.6 %. The germination percentage of seeds heated at temperature of 37 °C, for twenty-one days was 72 % and the germination of six years old seeds (Novosadska konoplja, Bialobrzeskie, Beniko, Juso-11 and Unico-B) was only 52.2 %. Our results indicate that hemp seeds lose their viability in a short period of time. Furthermore, temperature was proven to be an essential factor for seed germination. Because the high costs of declared seeds, producers should store the hemp seed in cooled storage rooms, where it could preserve its viability.</p>

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija	III
Key words documentation	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 IZVOR IN ZGODOVINA	2
2.1.1 Poizkusi ponovne uveljavitve konoplje v Sloveniji	3
2.1.2 Izdelki iz konoplje v Sloveniji	4
2.2 MORFOLOŠKA ZGRADBA RASTLINE	4
2.2.1 Seme	5
2.2.2 Zgradba semena	6
2.2.3 Tipi semen	6
2.2.4 Ohranjanje kalivosti semena	7
2.2.4.1 Genske banke	8
2.3 VIDEZ, SESTAVA IN UPORABA SEMENA KONOPLJE	8
2.3.1 Uporaba semena v prehrani	10
2.4 ŽIVLJENJSKA SPOSOBNOST IN VIGOR SEMENA TER NJUNA POVEZAVA	11
2.4.1 Definicija življenjske sposobnosti	11
2.4.2 Dormanca semena in življenjska sposobnost	11
2.4.3 Vigor semena	11

2.4.4	Povezava med vigorjem in življenjsko sposobnostjo semena	12
2.4.5	Življenjska sposobnost in kalivost v nasprotju z vigorjem	12
2.5	METODE ZA TESTIRANJE ŽIVLJENJSKE SPOSOBNOSTI IN VIGORJA	13
2.5.1	Testi življenjske sposobnosti	13
2.5.2	Potrebe za test življenjske sposobnosti	14
2.5.3	Predvidljiva kompatibilnost za vigor test in poljski vznik	15
2.5.3.1	Stres testi	14
3	MATERIAL IN METODE DELA	15
3.1	PREDSTAVITEV POIZKUSA	15
4	REZULTATI	17
4.1	ENERGIJA KALIVOSTI IN KALIVOST SVEŽEGA SEMENA NAVADNE KONOPLJE HRANJENEGA PRI SOBNI TEMPERATURI, SEMENA IZPOSTAVLJENEGA TEMPERATURNEMU STRESU IN ŠEST LET STAREGA SEMENA HRANJENEGA PRI TEMPERATURI -20 °C	17
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	22
5.1	RAZPRAVA	22
5.2	SKLEPI	23
6	POVZETEK	24
7	VIRI	26
	ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Pregl. 1: Energija kalivosti svežega navadne semena konoplje (pri sortah Novosadska konoplja, Bialobrazeskie in Beniko).	17
Pregl. 2: Kalivost svežega semena navadne konoplje (pri sortah Novosadska konoplja, Bialobrazeskie in Beniko).	18
Pregl. 3: Energija kalivosti šest let starega semena shranjenega pri temperaturi -20 °C, sort: Novosadska konoplja, Unico-B, Bialobrazeskie, Uso-11 in Beniko (brez okužbe s plesnijo ob ugotavljanju energije kalivosti).	18
Pregl. 4: Energija kalivosti šest let starega semena shranjenega pri temperaturi -20 °C, sort: Novosadska konoplja, Unico-B, Bialobrazeskie, Uso-11 in Beniko (brez okužbe s plesnijo ob ugotavljanju energije kalivosti).	19
Pregl. 5: Kalivost svežega semena navadne konoplje, sedem dni izpostavljenega temperaturnemu stresu (pri sortah Novosadska konoplja, Bialobrzeskie in Beniko).	20
Pregl. 6: Kalivost svežega semena navadne konoplje, štirinajst dni izpostavljenega temperaturnemu stresu (pri sortah Novosadska konoplja, Bialobrzeskie in Beniko).	20
Pregl. 7: Kalivost svežega semena navadne konoplje, enaindvajset dni izpostavljenega temperaturnemu stresu (pri sortah Novosadska konoplja, Bialobrzeskie in Beniko).	21

KAZALO SLIK

	str.
Sl. 1: Žensko socvetje konoplje	5
Sl. 2: Moško socvetje konoplje	5
Sl. 3: Primer shranjevanja v genski banki pri temperaturi 4 °C	8
Sl. 4: Primer shranjevanja v genski banki pri temperaturi -20 °C	8
Sl. 5: Plodič (seme) navadne konoplje	9
Sl. 6: Vzklito seme konoplje sorte Unico-B	16

1 UVOD

Zaradi vsebnosti kanabinoidov, zlasti Δ^9 -THC v smoli ženskih in dvospolnih cvetov je večina svetovnih vlad v 20. stoletju z zakoni omejila ali prepovedala gojenje konoplje za vse namene predelave (Kocjan Ačko, 1999). Tudi pri nas je v zadnjih desetletjih skoraj nismo več pridelovali, najprej zaradi specializacije kmetovanja, pozneje zaradi neustrezne zakonodaje (Rengeo, 1999). V tem obdobju ni prišlo le do generacijskega odmika od pridelave konoplje za predivo in seme, ampak tudi ni bilo raziskav, ki bi obogatile znanje iz semenarstva te poljščine (Kocjan Ačko, 1999). Pri semenu za setev je zaželjena čim večja in dolgoletna kalivost. Pri shranjevanju semen vplivajo nanje toplota, vlaga in dostop kisika, torej razmere v prostoru, kjer seme shranjujemo (Petrič, 1977). Glede na trajanje je obdobje shranjevanja pri različnih rastlinskih vrstah lahko: kratko, srednje dolgo ali dolgo (Hong in Ellis, 1996). Kalivost semena konoplje se po letih hitro zmanjšuje, zato spada seme konoplje med srednje živa semena (Milošević in sod., 1996).

Namen diplomskega dela je bil ugotoviti življenjsko sposobnost in vigor svežega deklariranega semena ter globoko zamrznjenega, šest let starega semena konoplje, pri petih sortah konoplje. Sveže seme, shranjeno pri sobni temperaturi in šest let staro seme shranjeno pri $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ smo analizirali po metodiki, ki jo predpisuje mednarodna zveza za testiranje semen ISTA¹ – International Seed Testing Association (International..., 2001). Uporabili smo tudi test pospešenega staranja, kjer so bila semena sedem, štirinajst in enaindvajset dni izpostavljena temperaturi $37\text{ }^{\circ}\text{C}$. Domnevam, da bodo testi pokazali, da je temperatura glavni dejavnik ohranjanja kalivosti in življenjske sposobnosti semena konoplje.

¹ Glavna naloga organizacije ISTA je razvoj, sprejemanje in publiciranje standardnih postopkov za jemanje vzorcev, preučevanje semena in širjenje enake metodike postopkov ter organiziranje seminarjev, tečajev in specializacij za strokovnjake, ki v laboratorijih delajo. Pravila ISTA upoštevajo v pooblaščenih laboratorijih po celem svetu, kajti nobeno seme brez tega certifikata ne sme v mednarodni promet.

2 PREGLED OBJAV

2.1 IZVOR IN ZGODOVINA

V družini konopljevok (*Cannabaceae* = *Cannabinaceae*) je poleg nam bolj znanega hmelja (*Humulus lupulus* L.) tudi navadna konoplja (*Cannabis sativa* L.). Proti koncu 20. stoletja se je navadna konoplja v svetu ponovno uveljavljala kot gospodarsko privlačna poljščina. Konoplja izhaja z območja severozahodnega dela Himalaje do Aralskega jezera in Kaspijskega morja. Gojene oblike so nastale iz samorasle konoplje *Cannabis sativa* L. ssp. *spontanea* z odbiro in prenosom v druga geografsko-ekološka območja. Proti jugo- in severozahodu so se razširili in oblikovali različni tipi konoplje (ekotipi), ki se ločijo po morfoloških, zlasti pa po kemijskih lastnostih (kemotipi) in namenu uporabe. Čeprav znanstveniki niso enotni pri odgovoru na vprašanje, koliko vrst je v rodu *Cannabis*, prevladuje v literaturi mnenje, da gre za eno vrsto z dvema zvrstema ali kvečjemu podvrstama. Predilno rastlino imenujejo navadna konoplja (*Cannabis sativa* L. var. *sativa*), njeno sorodnico za pridobivanje droge pa indijska konoplja (*Cannabis sativa* L. var. *indica*) in prav zaradi te je za pridelavo problematična vsa konoplja oziroma ves rod *Cannabis* (Kocjan Ačko, 1999).

V četrtem tisočletju pred našim štetjem so Kitajci iz stebel izdelovali papir, potem ko so že nekaj tisočletij prej znali iz stebelnih vlaken spresti niti in stkati blago za oblačila. V Indiji in na Bližnjem vzhodu so nabirali smolo, ki jo izločajo žleze stebelnih in cvetnih listov, za hašiš - snov z omamljajočim delovanjem. Ob zatonu rimskega cesarstva se je lanu na njivah pridružila tudi konoplja, vendar je lan ostal najbolj razširjen. Od Rimljanov so konopljo dobili Slovani, Germani in Franki. Do vzhodnih Slovanov je prišla že veliko prej po severni poti čez Sibirijo. V srednjem veku se je pridelovanje konoplje za vlakna razširilo v hladnejša območja proti severu Evrope. Kmalu po Kolumbovem odkritju Novega sveta so jo začeli pridelovati v Ameriki - Španci v Čilu, Škoti v ZDA, kjer je postala pomembna predivnica (Kocjan Ačko, 1999).

Osvajanje tujih ozemelj je pospešilo razvoj konopljarstva, saj so se povečale potrebe po platnih za jadra. Pridelovanje konoplje za vlakna je v 17. stoletju pripomoglo k vzponu in bogastvu italijanskih mestnih držav Benetk, Genove in San Marina, ki so pridobile monopol nad prodajo platna. V naslednjem stoletju, ko so vlogo v pomorstvu prevzele Nizozemska, Francija in Anglija, se je konoplja selila k njim in konopljarstvo je postalo pomembna gospodarska dejavnost. Sočasno se je širilo predelovanje konoplje v Rusiji, ki je z vlakni, prejo in platnom oskrbovala tudi zahodno Evropo (Kocjan Ačko, 1999).

Še v 19. stoletju je konoplja v Franciji zavzemala približno 100.000 ha njiv. Kljub več kot tisočletni uporabi konoplje za vlakna, seme, olje in zdravila, so jo v začetku 20. stoletja izrinila cenejša vlakna tropskih predivnic - bombaževca, jutovca, manile, sisala, za papir pa celuloza iz lesa. Med preprostim ljudstvom se je razširilo industrijsko bombažno blago,

tkanine iz umetnih vlaken in konfekcijska oblačila. K izrinjanju navadne konoplje pa je največ prispevala indijska konoplja, v državah Južne Amerike znana kot marihuana.

Čeprav je konoplja s kmetijskega in splošno človeškega vidika pomembna predivnica, je zaradi vsebnosti THC že od začetka tega stoletja na zatožni klopi. Širjenje narkomanije med mladimi, zlasti iz bogatejših družbenih slojev, je spodbudilo boj proti konoplji svetovnih razsežnosti. Da bi čim več zaslužili z novo razvijajočimi se industrijami (naftno, kemijsko, farmacevtsko, lesno idr.), predvsem s prodajo tekstila iz poceni tropskih predivnic in umetnih vlaken, so se ameriški gospodarstveniki v začetku 20. stoletja oprijeli škodljivosti konoplje kot droge in uspešno prepričali politike, da so ti leta 1938 izdali zakon, s katerim je bilo v ZDA prepovedano pridelovanje vseh vrst konoplje (Kocjan Ačko, 1999).

Konopljo za vlakna so obdržale na njivah le še Madžarska, Poljska, Češkoslovaška, Romunija, Bolgarija, Rusija in Jugoslavija, kjer zakoni niso prepovedovali pridelovanja. V Jugoslaviji se je konoplja razširila zlasti v Vojvodini in Slavoniji, takoj po vojni na približno 70.000 ha, pozneje pa so se površine močno zmanjšale. V zadnjih časih prihaja do oživljanja interesa za navadno konopljo (*Cannabis sativa* L.), predvsem kot vir za vlaknino, papir in izdelavo oblačil (Kocjan Ačko, 1999). Študije v povezavi s količino pridelka in možnostjo uporabe pridelka konoplje, bi zasnovali s simulacijskimi modeli, ki zajemajo rast in razvoj rastlin glede na genotip, tla in podnebje. Tak model bi ustrezal tradicionalnemu načinu pridelovanja oziroma ekološki pridelavi. To bi dosegli s postavitvijo poskusov, na podlagi katerih bi dobili rezultate v poljskih razmerah (Lissan in sod., 2000).

2.1.1 Poskusi ponovne uveljavitve konoplje v Sloveniji

V začetku devetdesetih let 20. stoletja so začeli konopljo ponovno sejati po Evropi, kar je povzročilo veliko medijsko pozornost. Leta 1994 se je z našim kmetijskim ministrstvom pogajala komisija EU o možnosti pridelave konoplje na velikih površinah. Na žalost ponujene cene in pogoji niso bili dovolj zanimivi, da bi se naše ministrstvo za kmetijstvo resneje zavzelo za pridelavo. Tako so se proizvodnje lotili nekateri posamezniki. (Robinson, 2000).

Konopljo so posejali tudi člani kulturno-turističnega društva Bujraš iz Ižakovcev, ker so hoteli iz nje presti predivo in tkati platno ter tako obuditi stare običaje. V začetku policija ni kazala večjega zanimanja za "staro" poljščino. Potem pa se je policija odločila, da je konoplja za njih mamilo in so pričeli veliko medijsko akcijo. Odločnosti pridelovalcev ni moglo ustaviti niti Ministrstvo za kmetijstvo, pa tudi ne Ministrstvo za zdravstvo, ki sta bili od začetka konoplji naklonjena (Robinson, 2000).

Sledila so dolgotrajna pogajanja in usklajevanja, ki pa še danes niso končana. Številni poskusi setve in neuspešne žetve, pogajanja, uredbe, pritožbe, sodniki za prekrške, sodišča, ustavno sodišče, vsi so se prej ali slej morali začeti ukvarjati se s konopljo. Po petih letih je trdovratno nasprotovanje le nekoliko popustilo in v letu 2000 je pod okriljem Biotehniške fakultete, Splošni kmetijski zadrugi Murska Sobota uspelo pridelati prvi hektar konoplje, katerega žetve se ni lotila policija (Robinson, 2000).

2.1.2 Izdelki iz konoplje v Sloveniji

Nekaterim poskusom uporabe konoplje kot surovine pri proizvodnji različnih proizvodov smo bili pri nas priča v preteklih letih, vendar so ti, delno tudi zaradi gonje proti ponovnemu uvajanju konoplje, propadli. Tu velja omeniti kozmetično kolekcijo Extravaganja, ki je vključevala šampon za lase, čistilno mleko za telo, kremo za roke, masažno olje in penečo kopel, vsebovala pa je tako konopljinu olje, kot tudi eterična olja iz cvetov konoplje. Drug izdelek, ki je precej bolj razburkal javno mnenje, je tako imenovani hmeljni napitek s konopljo, oziroma konopljeno pivo Mary Jane, katerega proizvodnjo je sanitarna inšpekcija zaradi domnevne vsebnosti THC prepovedala. In to kljub temu, da je proizvajalec najprej pridobil vsa potrebna dovoljenja, opravil analizo pri Zavodu za varovanje zdravja in dobil zeleno luč Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (Robinson, 2000). Poleg raznih kozmetičnih izdelkov je v Ljubljani po raznih trgovinah možno v zadnjih letih dobiti tudi razna oblačila in obutev, narejena iz konopljinih vlaken.

2.2 MORFOLOŠKA ZGRADBA RASTLINE

Konoplja ima vretenasto korenino, ki oblikuje nekaj stranskih korenin. Pokončno, zelzato in odlakano steblo se lahko razveji ter glede na ekotip (južni, srednji, severni) doseže višino 0,5 do 5 m. S starostjo rastline se steblo odebeli, pri južnih ekotipih tja do 6 cm v premeru in oleseni. Steblo sestavlja 5 do 20 členkov, ki so pri dnu kratki, proti sredini in vrhu pa vse daljši. Po obliki prereza je steblo spodaj okroglo, na sredini šesterokotno, zgoraj kvadratno in izpolnjeno. Višina, debelina in razrast stebela so odvisni ne le od ekotipa in sorte, ampak tudi od gostote setve, torej namena pridelave - za vlakna ali seme. Pecljati listi so dlanasti, s 3 do 13 kopjastimi, po robovih nazobčanimi in živo zelenimi lističi. Večina sort ima liste sestavljene iz 7 do 9 lističev. Večje število lističev imajo listi v sredini rastline. Peclji in listne žile nekaterih sort so obarvani rdeče (Kocjan Ačko, 1999).

Podobno kot hmelj je tudi konoplja dvodomna rastlina, kar pomeni, da imajo ene rastline moško latasto, druge žensko klasasto socvetje. Moške prašne rastline (belice) so 30 do 40 cm višje od ženskih ali semenic (črnic). Delež belic in črnic v posevku ni enak; navadno je belic nekoliko manj. Prašni cvetovi imajo petdelno cvetno odevalo s petimi prašniki. Ženska socvetja izraščajo iz listnih pazduh zgornje tretjine rastline (Kocjan Ačko, 1999).



Sl. 1: Žensko socvetje konoplje (Köhler, 2001)



Sl. 2: Moško socvetje konoplje
(Köhler, 2001)

Poleg enojnega cvetnega odevala (perigon) je v cvetu pestič z dvobrazdno plodnico. Ženski cvetovi navadne konoplje so nežnega, prijetnega vonja, izločajo malo smole, ki je slabo lepljiva. Nasprotno pa so ženski cvetovi indijske konoplje močno smolnati, lepljivi ter z ostrim in dolgotrajnim vonjem. Cvetenje obeh vrst socvetij traja 25 do 40 dni, moške rastline začnejo cveteti nekaj dni pred ženskimi. Konoplja je rastlina kratkega dne in začne cveteti, ko se dan krajša. Rumenobel cvetni prah prenaša veter na razdaljo 10 do 20 km (Kocjan Ačko, 1999).

2.2.1 Seme

Seme služi razmnoževanju in preživetju rastlinskih vrst, človeka in živali. Čeprav se življenje v semenu po žetvi skoraj zaustavi, se lahko po odmrtnju matične rastline, po krajšem ali daljšem obdobju mirovanja ponovno nadaljuje, ko iz njega požene v razmerah, ugodnih za kalitev, nova rastlina. Seme za setev mora imeti čim večjo sposobnost kalitve.

2.2.2 Zgradba semena

Semenska lupina nastane iz enega ali dveh ovojev semenske zasnove, včasih pa sodelujejo pri zgradbi semenske lupine še deli jedra semenske zasnove (nucelus). Pri večini semen je semenska lupina na zunanji in notranji strani prevlečena s kutikulo, stene njenih celic so dostikrat oplutele, oziroma ojačane. Tako zgrajena semenska lupina ščiti seme pred zunanjimi poškodbami in izolira notranjost semena od okolja.

Hranilno tkivo. Za hrano, ki jo potrebuje kalček med kalitvijo poskrbi že matična rastlina. Ta namreč nakopiči hranilne snovi tudi v sekundarnem endospermu semena. Sekundarni endosperm se razvije iz oplojenega sekundarnega jedra embrionske vrečice. Nekatere rastline imajo v semenu poleg sekundarnega endosperma še hranilno tkivo, ki se imenuje perisperm. To hranilno tkivo se razvije iz ostankov nucela (jedra) semenske zasnove.

Kalček je tisti del semena, iz katerega se razvije rastlina naslednje generacije. Sestavljen je iz kratke osi, ki nosi na enem delu zasnovo za korenino (radikula), na drugem delu pa zasnovo za poganjek (plumula). Radikula je vedno obrnjena proti ustju (mikropili) semena. Pri dvokaličnicah izraščata na kalčkovi osi med radikulo in plumulo po dva klična lista (kotiledona), pri enokaličnicah pa en klični list. Kotiledoni poženejo na prvem nodiju, ki se po njih imenuje kotiledonski nodij. Del osi, ki leži med kotiledonskim nodijem in plumulo, je epikotil, del osi, ki leži med kotiledonskim nodijem in radikulo pa je hipokotil.

2.2.3 Tipi semen rastlinskih vrst

Semena lahko širše uvrstimo v dve skupini: neosušljiva in osušljiva, odvisno od njihovega skladiščenja v povezavi z vsebnostjo vlage v semenu. Osušljiva semena so tista, katerih trajnost je podaljšana s postopnim zmanjševanjem vlažnosti. Medtem ko so neosušljiva tista, ki jih ne moremo sušiti prek določene kritične točke vlažnosti, ker bi se lahko zmanjšala njihova kalilna sposobnost in življenjska doba (Roberts, 1973, cit. po Amarjit, 1995; Chin, 1988, cit. po Amarjit, 1995).

Standardno shranjena agronomska in hortikulturna semena - žita, stročnice, oljna semena, poletne in zimske zelenjave so v naravi neosušljiva. Številne rastline, tropski mesnati sadeži in gozdna drevesa razvijejo semena s kratko življenjsko dobo, ki so občutljiva na izsušitev. Zanje pa dolgoročne shranjevalne metode še niso razvite (Roberts, 1979, cit. po Amarjit, 1995).

2.2.4 Ohranjanje kalivosti semena

Z uporabo različnih načinov shranjevanja semen (vrč, klet, oziroma naravno suh in hladen prostor) so bile v preteklosti pridobljene izkušnje pri shranjevanju semen uporabnih rastlin (Bohanec, 1982). V nasprotju s kratkoročnim shranjevanjem semen do naslednje setve so znanstveniki v 20. stoletju z namenom ohranjanja biotske raznovrstnosti ustanovili genske banke, v katerih se ohrani kalivost semena genskih virov za daljše časovno obdobje, več deset let (Hong in Ellis, 1996; Černe, 1999). V osnovnih zbirkah shranjujejo semena s 3- do 7 % vlažnostjo pri temperaturi -18 °C, v aktivnih zbirkah so shranjena semena s približno 7 % vlažnostjo pri temperaturi pod 15 °C.

Dvig temperature poveča potek kemičnih in biokemičnih reakcij. V osušljivem shranjenem semenu je podaljšana mirujoča faza, v kateri bi morale biti encimsko katalitično-metabolne reakcije na minimumu, vendar ima seme idealno moč. Suho seme je metabolično aktivno, čeprav je ta aktivnost zelo šibka (Chen, 1972, cit. po Amarjit, 1995).

Dvig temperature bo oviral dobo počivanja. Pri zelo visokih temperaturah, prek normalnega fiziološkega območja, se sproži inaktivacija encimov in razgradnja struktur bioorganelov zaradi nezmožnosti tolerance semen s premajhno vlažnostjo, na visoke temperature. Neencimski razkrajajoči procesi, kot je lipidna avtooksidacija, bi bili bolj prisotni pri višjih temperaturah, ki pa skupaj z oddajanjem toplote avtooksidativnih produktov zmanjšajo življenjsko sposobnost (Wagenvroot and Bierhuizen, 1977, cit. po Amarjit, 1995).

Semena kalijo v razmerah širokega območja temperatur, vendar je maksimalen odstotek kalivosti vidno manjši na ekstremih teh območjih. Razpon temperatur, pri katerih se pojavi maksimalni odstotek kalivosti, se spreminja s kakovostjo semena in se ponavadi zoža, kadar seme začne razpadati (Ellis and Roberts, 1981, cit. po Amarjit, 1995). Na primer nizke temperature zaustavljajo kalivost toplotno občutljivih sort. Odstotek kalivosti v hladnem testu je lahko dober kazalec nadaljnje poljske zmogljivosti, zlasti pri zgodnjih spomladanskih kulturah (Wagenvroot and Bierhuizen, 1977, cit. po Amarjit, 1995).

Pri določenemu odstotku semenskega blaga se kalilna hitrost poveča linearno od začetne do optimalne temperature, nad katero se linearno zmanjšuje do najvišje temperature, ki prikazuje limit tolerance (Garcia-Huidobro in sod., 1982, cit. po Amarjit, 1995). To linearno razmerje pri suboptimalnih temperaturah se je pojavilo pri mnogih sortah zelenjave (Wagenvroot and Bierhuizen, 1977, cit. po Amarjit, 1995).

2.2.4.1 Genske banke

Shranjevanje semen v genski banki je zahtevno delo. Njene aktivnosti morajo biti vsakodnevne, natančne in celovite, potekati morajo po ustaljenem vrstnem redu in omogočiti življenjsko sposobnost semenskemu materialu. S tem je omogočeno primerno shranjevanje genskih virov, s katerimi upravlja genska banka (Hong and Ellis, 1996).

Kategorije genskih bank:

1. **Bazične zbirke** vsebujejo materiale, ki jih ne uporabljajo kot vir distribucije, temveč kot varno rezervo v primeru izgube naravnih virov. Semena odstranijo iz bazične zbirke le v primeru, ko želijo preučiti njihovo kalivost. Ko se kalivost semen zmanjša ali ko zaloge semen niso več dostopne, uporabljajo semena iz bazičnih zbirk za regeneracijo rastlin.

2. **Aktivne zbirke** hranijo semena, katerih vzorci so namenjeni distribuciji, regeneraciji in vrednotenju značilnosti genskih virov. Semena v aktivnih zbirkah so shranjena srednje dolgo obdobje.



Sl. 3: Shranjevanje semena v genski banki pri temperaturi 4 °C (Science News Online, 2007)



Sl.4: Shranjevanje semena v genski banki pri temperaturi -20 °C (SciDev.Net, 2006)

2.3 VIDEZ, SESTAVA IN UPORABA SEMENA KONOPLJE

Ženski cvet konoplje oblikuje po oploditvi plod – orešek, ki ostane trajno zaprt in ga v agronomski praksi imenujemo seme. Po obliki je okroglo jajčasto, zeleno do rjavosive barve in marmorirano z nepravilnimi lisami. Velikost plodiča (semena) je različna, meri približno 5 mm v dolžino in 3 mm v širino, absolutna masa 1000 semen pa znaša 17 do 24 g (Jurič, 1951).



Sl. 5: Plodiči (seme) navadne konoplje (Konoplja, 2007)

Konopljino seme vsebuje vse pomembne aminokisliline in maščobne kisline in je dober vir beljakovin. Seme vsebuje od 26 do 31 % čistih beljakovin. Iz njega narejena moka vsebuje 6% ogljikovih hidratov, 5 do 10% maščob, 12 % vlaken, 10 % vlage in 7 % pepela (Robinson, 2000).

V 100 g semena konoplje je v povprečju (Andrenšek, 2000):

- 6 g vode,
- 31 g trigliceridov,
- 5 g pepela,
- 35 g ogljikovih hidratov,
- 22 g beljakovin,
- 3 g netopnih balastnih snovi,
- in 3 g topnih balastnih snovi.

2.3.1 Uporaba semena v prehrani

Konopljino seme vsebuje približno 20 % škroba, do 20 % beljakovin in do 35 % maščob. Včasih so s konopljenim semenom krmili perutnino. Novejše raziskave potrjujejo, da so kokoši, krmljene z dodatki konopljenih semen, odpornejše proti boleznim in znesejo več kakovostnih jajc. Tudi za prehrano sobnih ptic, zlasti papig in kanarčkov, je primerno konopljeno seme v mešanicah. Iz svežih in suhih, namočenih in skuhanih zrn pripravimo juhe, omake, prikuhe, ki so za zdaj svojevrstne kulinarčne dobrote. Večinoma pa semena zdrobijo ali zmeljejo v moko (Kocjan Ačko, 1999).

Razkosmičena semena dodajajo žitnim in sadnim muslijem. V novodobni kulinariki mešajo konopljeno moko s pšenično za piškote, iz semen stisnjeno olje uporabljajo za solatne prelive, beljakovine, izločene iz pogač, za sire in sladolede, eterična olja iz posušenih vršičkov so lahko za aromo pivu ali drugim nealkoholnim pijačam. Tudi konopljini kalčki postajajo zanimivi za solate, juhe in prikuhe (Kocjan Ačko, 1999).

Globulin edestin, ki ga najdemo v konopljinih beljakovinah, je zelo podoben globulinu v krvni plazmi. Telo ga zlahka prebavi, vsrka in porabi. Potreben je za vzdrževanje zdravega imunskega sistema, ki iz njega oblikuje protitelesa. Znanstveniki so preučevali možnost, da bi z izvlečki konopljinega semena spodbudili imunski sistem obolelih za aidsom ali rakom (Robinson, 2000).

Edestin iz konoplje se tako sklada s človeškim prebavnim sistemom, da je leta 1955 opravljena češkoslovaška raziskava o prehrani bolnikov s tuberkulozo odkrila, da je konopljino seme edina hrana, ki izboljšuje zdravstveno stanje pri bolnikih s tuberkulozo. Edestin imajo za tako vrhunski protein, da so se v članku Science iz leta 1941 pritoževali nad sprejetjem Zakona o marihuani leta 1937, češ, da je tako omejil trgovanje s konopljinim semenom (Robinson, 2000).

Hladno stisnjeno konopljino olje vsebuje nenasičene maščobne kisline (linolno, linolensko) in vitamin E, ki preprečujejo bolezni srca in ožilja, npr. nabiranje maščob na žilnih stenah (aterosklerozo) in zmanjšuje vsebnost holesterola v krvi. Semen pred stiskanjem olja ne pražijo. Barva konopljenega olja je zeleno do rjavorumena, svetla ali temna, odvisno od sorte in zrelosti semen. Olje cenijo tudi v industriji konzerviranja rib. Iz jedilnega olja s hidrogeniranjem (trjenjem) izdelujejo margarino. V preteklosti so uporabljali konopljino olje za svetenje s petrolejkami. Konopljino olje je lahko podlaga za izdelavo firneža, lakov, barv, mila in pralnih praškov. Biološko visokovredne in zato za prehrano ljudi in živali priporočljive so pogače, beljakovinski ostanek po stiskanju olja iz semen (Kocjan Ačko, 1999).

2.4 ŽIVLJENJSKA SPOSOBNOST IN VIGOR SEMENA TER NJUNA POVEZAVA

2.4.1 Definicija življenjske sposobnosti

Življenjska sposobnost semena je že bila od začetka agrarne civilizacije pomembna v pogledu skrbi in truda za vzdrževanje kalivosti shranjenih semen. Po drugi strani pa je dolgoročno ohranjanje življenjske sposobnosti novih rastlinskih genskih virov varno shranjeno v genskih bankah, pri točno določeni ustrezni temperaturi in nizki vlagi. Srednjeročno shranjevanje pa je potrebno za komercialna semena v pridelovalne namene.

Značilnost semen, ki jim omogoča vzklitje pod ugodnimi razmerami za kalitev je tako imenovana življenjska sposobnost, pod pogojem, da je bila eventualna dormanca odpravljena pred testom kalivosti. Pri standardnem testu kalivosti za določen semenski material (ISTA, 1976, cit. po Amarjit, 1995), je odstotek kalivih semen kvantitativno merilo za življenjsko sposobnost določene partije. Za globoko speča semena rastlinskih vrst, bi odstotek semen tudi šteli za kvantitativen izračun, ki kažejo obarvanje pri tetrazol testu, kar pokaže življenjsko sposobnost semena. Merjenje življenjske sposobnosti je pomemben kazalec za ugotovitev vrednosti semena za setev in za industrijske namene, kot je slajenje pivovarskega ječmena (Amarjit, 1995).

2.4.2 Dormanca semena in življenjska sposobnost

Nezmožnost za življenjsko sposobna semena, da bi kalila v razmerah, ki so ugodne in zahtevajo vodo, temperaturo in kisik, se imenuje dormanca. Semenska povrhnjica lahko zavira kalivost tako, da zavira dostop vodi in menjava plinov, kemično zavira kalivost ali celo učinkuje kakor ščit za fotorepcijo. Kljub vsemu pa se lahko zgodi, da kljub odstranitvi zaviralcev kalitve, ki jih ustvarja krovna struktura, lahko kalitev vseeno propade. Virtualno ni razlike v fizičnem videzu med živim in neživim suhim semenom, razen v primerih, ko zmanjšanje življenjske sposobnosti povzroči spremembo barve (razbarvanje povrhnjice) (Amarjit, 1995).

2.4.3 Vigor semena

Vigor semena se nanaša na zmožnost in moč semena, da uspešno kali in ustvari normalno nadaljnjo kalitev. Talne razmere med rastjo niso pogosto optimalne, zato pridelovalci potrebujejo semena z dobro kalivostjo in vigorjem. Skupni cilj semenarjev in pridelovalcev je v izdelavi in dostopnosti visoko kakovostnega semenskega blaga za setev. V zadnjem času je bilo veliko truda usmerjenega v merjenje vigorja semen in povezavi vigorja z ugodno rastjo rastline na polju (Amarjit, 1995).

Izvedeni so bili številni testi za merjenje vigorja v povezavi s poljsko kalivostjo. Da je test uporaben v laboratoriju, mora bit zanesljiv, števen, hiter, enostaven, poceni in relevanten za poljske razmere. Cilji, ki jih navaja Amarjit (1995) so naslednji: identificirati potrebo za koncept semenskega vigorja, razviti mehanizme vigorja in opisati metode, po katerih je informacija semenskega vigorja uporabljena.

2.4.4 Povezava med vigorjem in življenjsko sposobnostjo semena

Semenski vigor je kvalitativni atribut za seme, ki je tesno povezan z življenjsko sposobnostjo semena (Heydecker, 1972, cit. po Amarjit, 1995). Zatorej je razumevanje vigorja temelj za obrazložitev mehanizma pri izgubi življenjske sposobnosti. Vigor je tista kvaliteta semena, ki je vzrok za hitro in enakomerno kalivost, daljše shranjevanje, dober poljski vznik in zmožnost za dobro rast v različnih poljskih razmerah (Perry, 1978, cit. po Amarjit, 1995; McDonald, 1980, cit. po Amarjit, 1995).

2.4.5 Življenjska sposobnost in kalivost v nasprotju z vigorjem

Življenjska sposobnost, kalivost in vigor so izrazi za opis različnih vidikov kakovosti semenskega blaga. Ko jih začnemo povezovati med seboj, nam te lastnosti natančno opišejo kvaliteto semenskega blaga. Podatek za vigor brez podatka kalivosti ali obratno je manj smiselno, kot če ju obravnavamo skupaj. Življenjska sposobnost in kalivost imata dvojni pomen. Smiselna uporaba pojma življenjska sposobnost je pogojena z razumevanjem, ki je odvisen od stroke, ki se ukvarja s semenom. Za semenske tehnologe se življenjska sposobnost semena nanaša na zmožnost semena, da vzkali in razvije normalen kalček. Iz fiziološkega vidika se življenjska sposobnost nanaša samo na to, da seme vsebuje tkiva, ki so metabolično aktivna, vsebujejo rezervno energijo in encime, ki so zmožni vzdrževati žive rastlinske celice. Za rastlinske fiziologe je seme lahko življenjsko sposobno, če vsebuje živo tkivo, nesposobno za življenje pa je za tehnologe, zaradi nezmožnosti razvoja zdravega kalčka (Amarjit, 1995).

Vigor semena po definiciji od AOSA² (1983, cit. po Amarjit, 1995) je: Vigor semena vsebuje tiste lastnosti semena, katere odločajo o potencialu za hiter in uniformiran vznik in razvoj normalnega kalčka, pod širokim spektrom poljskih razmer. Vigor se razlikuje od kalivosti v številnih pogledih. V nasprotju z definicijo tehnologov o kalivosti, definicija vigorja odkriva željo za merjenje uniformiranega in hitrega vznika. Zato se osredotoča na semena z močnejšo kalilno zmogljivostjo. Vigor se osredotoča tudi na potencial vznika in na poljske razmere, tako optimalne kot neoptimalne in izbira večjo relevantnost za tipične agronomske razmere (Amarjit, 1995).

² AOSA (The Association of Official Seed Analysts), združenje uradnih analitikov semen. Je organizacija ustanovljena z ciljem, da razvije zakone za seme in da tako ustvari uniformnost, natančnost v metodah, rezultatih in poročilih. Zagotoviti, da so testne metode standardizirane med analitiki in laboratoriji.

2.5 METODE ZA TESTIRANJE ŽIVLJENJSKE SPOSOBNOSTI IN VIGORJA

Komponente kakovosti semena so razdeljene v štiri kategorije: natančen opis, higiena, življenjska sposobnost in potencialna učinkovitost (Coclbear and Hill, 1988, cit. po Amarjit, 1995).

Vsaka popolna ocena četrte kategorije bi morala vsebovati:

- zmožnost, da seme razvije normalen kalček,
- pričakovan poljski vzik in uniformiranost,
- ter potencialno skladiščenje.

Da dobimo te informacije, je potrebno seme testirati za življenjsko sposobnost in tudi vigor.

2.5.1 Testi življenjske sposobnosti

Viabilno seme je tisto, ki je živo in je zmožno katalizirati metabolične reakcije, potrebne za kalitev in rast rastline. Seme je lahko viabilno, vendar ne more kaliti, ker so lahko procesi kalitve blokirani zaradi fizikalnih ali kemičnih inhibitorjev kot v primeru dormance. Kalitev se lahko začne le, ko so ti inhibitorji odstranjeni (Roberts, 1979, cit. po Amarjit, 1995). Zatorej neviabilno seme ne bo kalilo, kadar so dane optimalne razmere, tudi če je nedormantno. Neviabilno seme ne bo kalilo v ugodnih razmerah, tudi če je odstranjena vsakršna dormanca. Za semenarstvo je seme ali viabilno ali neviabilno, odvisno od njegove zmožnosti kalitve in normalnega razvoja kalčka (Copeland and McDonald, 1985, cit. po Amarjit, 1995). Enačiti viabilnost s kalivostjo je lahko zavajajoče, glede na definicijo kalivosti.

Fiziološko gledano lahko rečemo, da je seme kalilo, ko požene koreninico in v tem smislu je viabilnost kalitev brez prisotnosti dormance. Pri testiranju lahko seme kali (in je zatorej viabilno), vendar razvije kalček, ki je definiran kot abnormalen (ISTA, 1985, cit. po Amarjit, 1995; AOSA, 1988, cit. po Amarjit, 1995) tako, da v tem smislu viabilnost ni izenačena s kalivostjo, ki je označena na certifikatu analize. Za primer, semenska pošiljka lahko vsebuje 98% viabilnih semen, ampak ima kalivost samo 75 %, ker je bilo 23 % od teh rastlin abnormalno razvitih. V praksi je viabilnost semena enačena z zmožnostjo kalitve.

Začetna kakovost semen določa o njihovi potencialni življenjski dobi pod kakršnimi koli shranjevalnimi razmerami (Roberts and Block, 1989, cit. po Amarjit, 1995). Testiranje kalivosti in vsebnosti vlage v semenu sta običajno uporabljena za pridobivanje podatkov, na podlagi katerih se odloča o načinu shranjevanja. Podatki o kalivosti pred shranjevanjem ne napovedujejo dolgoročne kakovosti semena (Amarjit, 1995).

2.5.2 Potrebe za test življenjske sposobnosti

Osnovna stvar, ki jo potrebuje test kalivosti, je hiter in poceni test, ki je ponovljiv in uniformno razločljiv. Organizacije za testiranje semen (ISTA, AOSA) so razvile postopke v standardiziranih razmerah za preverjanje kalivosti semen, ki so objavljeni kot uradni. Optimalne razmere za kalivost so dane za stotine vrst kmetijskih rastlin. Pravila vsebujejo tudi navodila za tretiranje semen, ki odpravijo dormanco na spečih semenih.

Test kalivosti ni popolnoma objektivni, saj delno temelji na subjektivni oceni semen, ki so kalila. Analitik se mora odločiti, če je mlada rastlina normalna (normalen razvoj v odraslo rastlino) ali abnormalna (ne kaže potenciala za razvoj v normalno odraslo rastlino). Pravila ISTA navajajo priporočila za presojo abnormalnosti: 13 napak na glavni korenini, 12 napak na hipokotilu, epikotilu in mezokotilu, 14 napak kotiledona, 7 napak na kličnih listih, 4 napake na terminalnem brstu, 14 napak na kolepotili in prvih listov in 9 napak na celi mladi rastlini. Katera koli od teh napak, sama ali v kombinaciji z drugimi, je lahko vzrok, da analitik oceni rastlino za abnormalno (Amarjit, 1995: stran).

2.5.3 Predvidljiva kompatibilnost za vigor test in poljski vznik

Potreba po merjenju vigorja je velika, vendar glede na številne testne metode, še ni bil odkrit univerzalno uporaben vigor test za številne vrste in sorte. Precej truda je bilo vložena v iznajdbo enotnega vigor testa, zmožnega natančne napovedi poljskega vznika. V zadnjem času so začeli uporabljati statistične metode za izbiranje kombinacij vigor testov za boljšo določitev vznika semena. Med vsemi testi se je najbolje obnesel test z uporabo večkratnega regresijskega modela za izračun kalivostnega pomena štirinajstih vigor testov (Steiner in sod., 1989, cit. po Amarjit, 1995). Kombinirani vigor testi so dokazano najboljši napovedovalci dolžine koreninice mlade rastline, glutaminske in kislinsko-dekarboksilazno aktivnosti in mase suhega kalčka (Amarjit, 1995).

2.5.3.1 Stres testi

Stres testi vsebujejo postopke za pospešeno staranje, postopke hladnega testa in ozmotske teste. Od naštetih je hladni test dobil ekstremno širok spekter uporabnosti v semenarnah in testnih organizacijah (ISTA, AOSA). Precej dobro ustvari razmere semen v hladni in vlažni zemlji, ki vsebujejo naravno mikrofloro in napove ocene vznikov, podobne kot za razmere pri dejanski kalivosti, kar je precej dobro za samo en vigor test (Amarjit, 1995). Za oves so uporabili test pospešenega staranja, kjer so bila semena izpostavljena 42 °C za 48 ur, ta test se je izkazal za najbolj učinkovito tehniko za določitev razlik v kakovosti (Borsato in sod., 2000).

3 MATERIAL IN METODE DELA

3.1 PREDSTAVITEV POSKUSA

Leta 2000 so bili v okviru projekta CRP: "Pridelava in predelava konoplje v Sloveniji", narejeni poskusi kalivosti petih sort navadne konoplje zaradi točnega izračuna količine semena, potrebnega za setev v poljskih poskusih v Markišavcih pri Murski Soboti. Pozneje, leta 2002, so na Biotehniški fakulteti na Katedri za poljedelstvo in sonaravno kmetijstvo, v okviru diplomske naloge študenta Lipavica B. *Vpliv starosti na življenjsko sposobnost pri petih sortah navadne konoplje*, preučili kalivost tri leta starega semena navadne konoplje različnih sort jugoslovanska Novosadska konoplja, dveh poljskih sort Beniko in Bialobrzeskie, ukrajinske sorte Juso-11 in madžarske sorte Unico-B (Kocjan Ačko, Baričevič, 2004). Za pridobitev čim več podatkov o konoplji so se izvajalci poskusa odločili za nadaljevanje testiranja nekaterih dejavnikov semenske vrednosti, kot sta absolutna masa in kalivost deklariranega semena vzgojne stopnje original, ki so ga shranili v različnih razmerah. Leta 2006 smo raziskave nadaljevali v okviru te diplomske naloge in začeli izvajati poskuse na sveže deklariranem in šest let starem semenu navadne konoplje, in preučili vpliv temperature na kalivost semena.

S poskusom na filter papirju, po metodi med papirjem (BP), sem analiziral kalivost svežega semena in ogretega semena, na katerem sem opravil test pospešenega staranja sort konoplje in sicer pri sortah Novosadska konoplja, Beniko, Bialobrzeskie. Po isti metodi sem preizkusil kalivost pri starem semenu sort: Novosadska konoplja, Beniko, Bialobrzeskie, Juso-11 in Unico-B. Izvedeni kalini testi so bili po veljavni metodiki ISTA (International, 2001). Sveže seme je bilo shranjeno pri sobni temperaturi (20 do 25 °C), staro seme pa je bilo šest let v zamrzovalni omari pri temperaturi -20 °C.

Energijo kalitve pri svežem semenu sem ugotovil tretji dan, kalivost pa sedmi dan, po pravilih, ki jih navaja ISTA. Pri starem semenu sem štetje opravil osmi dan (energija kalenja) in dvanajsti dan (kalivost), kajti pri testih iz leta 2000 so pregledani vzorci imeli tretji dan manj kot 50-odstotkov prakoreninic brez vidnega epikotila. Enako stanje so pozneje ugotovili po treh letih, zato so se izvajalci poizkusa odločili za prvo štetje osmi dan in za drugo štetje dvanajsti dan.

Pri semenu konopljinih sort Novosadska konoplja, Beniko in Bialobrzeskie, ki smo jih hranili pri sobni temperaturi, sem preštel 8 x 100 semen. Enako sem preštel po 8 x 100 semen pri vseh sortah, ki so bile shranjene pri -20 °C. Na papirnato brisačo sem položil list filtrirnega papirja. Na vsako notranjo polovico prepognjenega lista sem navlažil z destilirano vodo in po njej razvrstil 100 semen konoplje. Vsa semena sem zvil v zvitek in še dodatno navlažil z destilirano vodo. Zvitke s starim semenom sem položil na plastičen pladenj in zvil v preluknjano plastično folijo. Tako sem jih pustil za 6 dni in navlažil. Ker je pri prvem pregledu semena močno napadla plesen, verjetno zaradi prevelike vlažnosti ali pretesno zavite folije, sem poizkus ponovil in opravil samo prvo štetje semena.

Pri svežem semenu je bil postopek priprave semen v zvitke enak, razlikoval se je le način kalitve. Kajti kakor navaja ISTA, sem jih dal v kalilno omaro, pri 95-odstotni vlažnosti in temperaturi 22,5 °C.



Sl. 6: Vzklito seme konoplje sorte Unico-B (Osebni arhiv, 2006)

Da bi še dodatno raziskali vpliv temperature, sem na deležu svežega semena opravil temperaturni stres. Seme sem preštel (8 x 100 semen) v treh ponovitvah in stresel v označene papirnate vrečke, v vsako po 100 semen, ki sem jih dal v sušilnik na temperaturo približno 37 °C. Po sedmih dneh sem eno ponovitev vzel iz peči in na semenih opravil test kalivosti po metodiki ISTA. Drugo ponovitev sem testiral po štirinajstih dneh in opravil štetje, tretjič pa sem testiral in štel po enaindvajsetih dneh hranjenja pri povišani temperaturi.

4 REZULTATI

4.1 ENERGIJA KALIVOSTI IN KALIVOST SVEŽEGA SEMENA NAVADNE KONOPLJE, HRANJENEGA PRI SOBNI TEMPERATURI IN SEMENA IZPOSTAVLJENEGA TEMPERATURNEMU STRESU TER ŠEST LET STAREGA SEMENA SHRANJENEGA PRI TEMPERATURI -20 °C.

V preglednici 1 so prikazani rezultati testa kalivosti po metodiki ISTA na svežem semenu sort: Novosadska konoplja, Bialobrazeskie in Beniko. Štetje energije kalitve sem opravil tretji dan. Iz dobljenih rezultatov je razvidno, da je najvišjo energijo kalitve imela Novosadska konoplja s 81 %, Beniko 79 % in Bialobrazeskie z 77,6 %.

Pregl. 1: Energija kalivosti svežega semena navadne konoplje pri sortah: Novosadska konoplja, Bialobrazeskie in Beniko.

Test kalivosti / Sveže seme			
Energija kalivosti (%) po treh dneh			
Zvitek	Sorta		
	Novosadska	Bialobrazeskie	Beniko
1	79	68	78
2	81	77	77
3	84	82	81
4	80	79	79
5	84	80	84
6	82	81	80
7	81	76	77
8	77	78	76
Povprečje ponovitev	81,0	77,6	79,0

V preglednici 2 so rezultati štetja končne kalitve svežega semena konoplje, sort Novosadska konoplja, Bialobrazeskie in Beniko, na sedmi dan. Najvišjo končno kalitev je imela sorta Bialobrazeskie s 94 % kalivostjo. Naslednja je bila Novosadska konoplja s 84,6 % in Beniko s 83,7 % končno kalivostjo.

Pregl. 2: Kalivost svežega semena navadne konoplje pri sortah: Novosadska konoplja, Bialobrazeskie in Beniko.

Test kalivosti / Sveže seme			
Kalivosti (%) po sedmih dneh			
Zvitek	Sorta		
	Novosadska	Bialobrazeskie	Beniko
1	80	93	87
2	82	92	80
3	89	95	82
4	87	98	83
5	88	93	85
6	88	96	82
7	79	90	83
8	84	95	88
Povprečje ponovitev	84,6	94,0	83,7

Rezultati testa kalivosti na šest let starem semenu konoplje, sort Novosadska konoplja, Unico-B, Bialobrazeskie, Uso-11 in Beniko, so razvidni v preglednici 3. Dobljeni slabši rezultati, so rezultat okužbe semen s plesnijo, zaradi tega je bil poskus ponovljen.

Pregl. 3: Energija kalivosti šest let starega semena shranjenega na temperaturi -20 °C pri sortah: Novosadska konoplja, Unico-B, Bialobrazeskie, Uso-11 in Beniko (ugotovljena okužba s plesnijo ob ugotavljanju energije kalivosti).

Poskus kalivosti: šest let staro seme shranjeno pri temperaturi -20 °C					
Energija kalivosti (%) po sedmih dneh					
Zvitek	Sorta				
	Novosadska	Unico-B	Bialobrazeskie	Uso-11	Beniko
1	62	61	71	33	11
2	55	52	75	17	12
3	59	46	70	38	17
4	60	38	79	30	7
5	61	39	74	28	27
6	77	47	72	30	12
7	60	38	48	32	21
8	53	47	51	38	13
Povprečje ponovitev	60,8	46,0	67,5	30,7	15,0

Rezultati ponovljenega testa kalivosti pri starem semenu, hranjenem pri temperaturi -20 °C, so podani v preglednici 4. Največjo energijo kalivosti, po sedmih dneh, je imela sorta Novosadska konoplja s 68,4 %, sledila ji je Bialobrzeskie s 61,1 %. Unico-B je imela 59,8 % energijo kalivosti. Najmanjšo energijo kalivosti pa sta imeli sorti Uso-11 s 35,6 % in Beniko s 35,7 %.

Pregl. 4: Energija kalivosti šest let starega semena shranjenega pri temperaturi -20 °C sort: Novosadska konoplja, Unico-B, Bialobrzeskie, Uso-11 in Beniko (brez okužbe s plesnijo ob ugotavljanju energije kalivosti).

Poskus kalivosti: šest let staro seme shranjeno pri temperaturi -20 °C					
Energija kalivosti (%) po sedmih dneh					
Zvitek	Sorta				
	Novosadska	Unico-B	Bialobrzeskie	Uso-11	Beniko
1	69	69	30	39	36
2	61	74	45	33	39
3	72	59	67	27	31
4	82	61	71	45	18
5	57	42	76	42	32
6	74	48	61	37	40
7	58	55	77	30	49
8	74	71	62	32	41
Povprečje ponovitev	68,4	59,8	61,1	35,6	35,7

Kalivost svežega semena konoplje za sedem dni izpostavljenega temperaturnemu stresu, pri temperaturi 37 °C, pri sortah Novosadska konoplja, Bialobrzeskie in Beniko, je z rezultati štetja prikazana v preglednici 5. Največjo kalivost je dosegla sorta Bialobrzeskie s 87 %, Beniko s 75,4 % in Novosadska konoplja s 62 %.

Pregl. 5: Kalivost svežega semena navadne konoplje sedem dni izpostavljenega temperaturnemu stresu (pri sortah Novosadska konoplja, Bialobrzeskie in Beniko).

Pospešeno staranje semen pri temperaturi 37 °C za 7 dni			
Kalivost (%) po sedmih dneh			
Zvitek	Sorta		
	Novosadska	Bialobrzeskie	Beniko
1	54	98	86
2	64	87	83
3	63	88	64
4	66	85	75
5	61	91	76
6	65	83	73
7	65	80	83
8	58	84	63
Povprečje ponovitev	62,0	87,0	75,4

Rezultati pospešenega staranja semena navadne konoplje, po štirinajstih dneh pri povišani temperaturi 37 °C, so podani v preglednici 6. S 81,4 % je sorta Bialobrzeskie dosegla največjo kalivost. Sedi ji Novosadska konoplja s 72,8 % in Beniko s 69,1 %.

Pregl. 6: Kalivost svežega semena navadne konoplje štirinajst dni izpostavljenega temperaturnemu stresu (pri sortah Novosadska konoplja, Bialobrzeskie in Beniko).

Pospešeno staranje semen pri temperaturi 37 °C za 14 dni			
Kalivost (%) po sedmih dneh			
Zvitek	Sorta		
	Novosadska	Bialobrzeskie	Beniko
1	73	72	48
2	75	79	85
3	68	86	66
4	74	82	73
5	66	79	60
6	77	85	68
7	69	82	80
8	81	86	73
Povprečje ponovitev	72,8	81,4	69,1

Po enaindvajsetih dneh je bil opravljen še zadnji test kalivosti, na svežem semenu izpostavljenemu povišani temperaturi. V preglednici 7 so razvidni rezultati štetja kalivosti po sedmih dneh. Sorta Bialobrzeskie je s 79,4 % imela največjo kalivost, sledila je Novosadska konoplja s 69,5 % in Beniko s 67,1 %.

Pregl. 7: Kalivost svežega semena navadne konoplje enaindvajset dni izpostavljenega temperaturnem stresu (pri sortah Novosadska konoplja, Beniko in Bialobrzeskie).

Pospešeno staranje semen pri temperaturi 37 °C za 21 dni			
Kalivost (%) po sedmih dneh			
Zvitek	Sorta		
	Novosadska	Bialobrzeskie	Beniko
1	70	81	66
2	73	77	61
3	68	82	79
4	66	82	68
5	69	76	68
6	69	83	60
7	67	76	66
8	74	78	69
Povprečje ponovitev	69,5	79,4	67,1

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Rezultati testov kalivosti svežega semena, semena izpostavljenega temperaturnemu stresu in šest let starega semena konoplje sort Novosadska konoplja, Bialorzeskie, Beniko, Juso-11 in Unico-B so potrdili, da na življenjsko sposobnost vplivajo temperatura, vlaga in način shranjevanja.

V preglednici 1 in 2 so rezultati testa kalivosti svežega semena hranjenega pri sobni temperaturi. Energija kalivosti po treh dneh je bila 81 % pri Novosadski konoplji, 77,6 % pri sorti Bialobrazeskie in 79 % pri sorti Beniko. Končna kalivost po sedmih dneh se je pokazala največja pri sorti Bialobrazeskie (94 %), 84,6-odstotna je bila pri Novosadski konoplji in 83,7-odstotna pri Beniko.

Šest let staro seme, shranjeno pri -20 °C, je ohranilo največjo energijo kalivosti pri sorti Novosadska konoplja (68,4 %), to je razvidno iz preglednice 4. Energija kalivosti pri ostalih sortah je bila manjša in sicer 59,8-odstotna pri sorti Unico-B, pri sorti Bialobrazeskie 61,1 %, pri sorti Uso-11 35,6 % in pri sorti Beniko 35,7 %.

Rezultati so bili dokaj presenetljivi zaradi nepričakovane velike kalivosti določenih sort (Novosadska konoplja in Bialobrazeskie), kajti domneval sem, da bo zaradi starosti kalivost še manjša. Pokazalo se je, da hranjenje semena pri nizkih temperaturah ohranja njegovo življenjsko sposobnost.

V preglednicah 5, 6 in 7 so rezultati testa kalivosti na svežem semenu, ogretem v pečici pri 37 °C, za sedem, štirinajst in enainvajset dni. Kalilna sposobnost semena po sedmih dneh je bila največja pri sorti Bialobrazeskie in sicer 87 %, sledi ji Beniko s 75,4 % in Novosadska konoplja s 62 % kalivost. Kontrola čez štirinajst dni je pokazala, da je pri Bialobrazeskie kalivost padla na 81,4 %, pri sorti Beniko na 69,1 %, pri Novosadski konoplji je bila 72,8 %. Za tak rezultat je verjetno vzrok ta, da je bilo seme iz prve kontrole nekoliko slabše. Štetje semena na enainvajseti dan po izpostavitvi povišani temperaturi je pokazalo, da se je kalilna sposobnost vseh sort postopoma zmanjševala. Za sorto Bialobrazeskie na 79,4 %, Novosadsko konopljo na 69,5 % in Beniko 67,1 %.

5.2 SKLEPI

Raziskave fizikalnih dejavnikov (temperatura, vlaga) na življenjsko sposobnost semena navadne konoplje z ugotavljanjem kalilne sposobnosti petih sort (Novosadska konoplja, Unico-B, Juso-11, Beniko in Bialbrzeskie) so potrdile razlike v kalivosti glede na okoliške razmere, pri katerih je seme lahko shranjeno.

Povprečna kalilna sposobnost svežega deklariranega semena, hranjenega pri sobni temperaturi, vseh treh sort je bila 87,6 %, kar dokazuje hitro zmanjševanja življenjske sposobnosti semena konoplje, če seme ni pravilno shranjeno. Pri šest let starem semenu, hranjenem pri -20 °C, je bila kalilna sposobnost vseh sort (Novosadska konoplja, Unico-B, Bialobrazeskie, Uso-11 in Beniko) 52,2 %. S tem testom smo zavrgli hipotezo, da tako staro seme ne bo kalilo. Pokazalo se je, da shranjevanje pri tako nizkih temperaturah upočasni zmanjšanje kalilne sposobnosti semena, vendar ta ni enaka pri vseh sortah. Od testiranih sort sta kalivost najbolj ohranili sorti Bialobrazeskie in Novosadska konoplja.

S pospešenim staranjem semena, ko smo seme izpostavili povišani temperaturi (37 °C) za določen čas, da bi s tem oslabili njegove fiziološke lastnosti, sem povzročil slabšo kalilno sposobnost. Povprečna skupna kalivost po enaindvajsetih dneh je bila 72 %. S tem smo potrdili, da visoka temperatura vpliva na življenjsko sposobnost semena konoplje. Z vsakim obravnavanjem se je kalivost, pod vplivom podaljšane izpostavitve višji temperaturi, postopoma zmanjševala, kar dokazuje, da dlje kot je seme izpostavljeno visokim temperaturam in nizki vlagi, slabša je njegova viabilnost.

Z dobljenimi rezultati smo potrdili, da nepravilno shranjevanje semena zmanjšuje njegovo življenjsko sposobnost in posledično se zmanjša tudi vrednost semena. Na podlagi navedenega lahko sklepam, da hranjenje semena pri dovolj nizkih temperaturah, primerni vlagi in brez prisotnosti svetlobe lahko podaljša njegovo kalilno sposobnost.

Glede na čedalje večje tehnične možnosti gospodinjstev, lahko kmet doma ustvari primerne razmere za večletno shranjevanje semena. Najprimernejša izbira je shranjevanje v zamrzovalni skrinji ali pa v hladilniku. Po testih sodeč se za tako shranjevanje najbolj obneseta sorti Novosadska konoplja in Bialbrzeskie.

6 POVZETEK

Konoplja izhaja z območja severozahodnega dela Himalaje do Kaspijskega morja in Aralskega jezera. Njena uporabnost sega daleč v začetek naše civilizacije. Konoplja je stebelna predivnica, ki se je uporabljala za izdelavo oblačil in vrvi in deli rastline, zlasti seme, v naravnem zdravilstvu. Pripravljali so čaje in čajne mešanice iz posušenih listov, varili izvlečke iz stebelnih ter cvetnih listov in semen, ki so jih v ljudskem zdravilstvu uporabljali za mazila, tinkture in napitke. Seme konoplje je bogat vir hranilnih snovi, vsebuje približno 20 % škroba, do 20 % beljakovin in do 35 % maščob. Seme so uporabljali v prehrani živali in kot dopolnilno prehrano pri ljudeh. Seme hitro izgublja življenjsko sposobnost, kar je vzrok, da so se preizkušale metode shranjevanja, ki bi dolgoročno vzdrževale kalilno sposobnost semena konoplje.

V naravi so fizikalni dejavniki glavni pospeševalci oziroma zaviralci kalivosti semena. Ob ustreznih razmerah, kot so primerna temperatura, svetloba in vlaga, bo seme uspešno kalilo, če se je seveda zaključilo njegovo dormantno obdobje, v kolikor je bilo seme dormantno. Tako bodo isti dejavniki lahko povzročili spremembo morfološke in fiziološke zgradbe semena, če bo le to izpostavljeno previsoki ali nizki temperaturi, vlagi ter prisotnosti ali odsotnosti okoljske svetlobe. Zato so skozi stoletja pridelovalci razvijali metode za shranjevanje semenskega materiala, da bi ohranili njegovo kalivost. Ustanovili so genske banke, katerih cilj je zbiranje, shranjevanje rastlinskega semenskega blaga in razvijanje testov za ugotavljanje čim boljših razmer ali metod za njihovo dolgotrajno ohranjanje.

V zadnjem obdobju se uporabnost navadne konoplje ponovno veča in širi v industrijskih tržnih sektorjih (tekstilni, kozmetični, prehranski, zdravstveni). Z obuditvijo te rastline in njene vse večje prisotnosti v našem vsakdanjiku se razvijajo in še vedno iščejo metode čim boljšega načina shranjevanja semena, ki naj bi bil tudi cenovno široko dostopen pridelovalcem in jim tako omogočil večletno kakovostno vzdrževanje življenjske sposobnosti semena konoplje.

S testi po metodiki ISTA (BP – between paper) smo merili energijo kalivosti in končno kalivost semena konoplje in tako potrdili, da visoke temperature (37 °C) povzročijo izgubo življenjske sposobnosti semena v dokaj kratkem času. Tudi hranjenje pri sobni temperaturi (20-25 °C) zmanjšuje kalivost. Opravljeni so bili testi svežega deklariranega semena sort Novosadska konoplja, Bialobrzeskie in Beniko, shranjenega pri sobni temperaturi (20 do 25 °C) in semena ogretega v laboratorijski pečici pri temperaturi približno 37 °C za sedem, štirinajst in enaindvajset dni. Enaki testi so bili opravljeni na semenu sort Novosadska konoplja, Bialobrzeskie, Beniko, Juso-11 in Unico-B, ki je bilo šest let shranjeno pri temperaturi -20 °C. Povprečna kalivost semena shranjenega pri sobni temperaturi je bila 87,6 %, kalivost semena ogretega pri temperaturi 37 °C je bila po enaindvajsetih dneh 72 %, kalivost šest let starega semena petih sort pa le še 52,2 %.

Iz rezultatov je razvidno, da je najbolj primerno shranjevanje semena pri zelo nizkih temperaturah, primerno veliki vlagi in odsotnosti svetlobe. Le tako lahko ohranimo vitalnost semena konoplje za daljše obdobje. Z dostopnostjo hladilnih omar v gospodinjstvih lahko pridelovalci doma poskrbijo za boljše in dolgotrajnejše ohranjanje življenjske sposobnosti semena.

7 VIRI

7.1 CITIRANI VIRI

Amarjit S. B. 1995. Seed quality, basic mechanisms and agricultural implications. New York, Food Products Press: 389.

Andrenšek S. 2000. Če bi bili pametni, bi v gospodinjstvu uporabljali tudi konopljino olje. Delo – Znanost (19.7.2000): 16.

Bohanec B. 1982. Banke genov po svetu in pri nas. Sodobno kmetijstvo, 3: 110-111.

Borsato, A.V., Barrco, A.S. R, Ahrens D.C. Dias, M.C.L. de L. 2000. Vigor tests evaluation for white oat seeds. Revista brasileira de sementes. Associacao brasileira de tecnologia de sementes ABRATES. Brasilia, Brazil: 22: 1, 163-168.

Černe M. 1999. Genska banka kmetijskih rastlin pri Kmetijskem inštitutu Slovenije. Sodobno kmetijstvo, 1: 32-35.

Hong T.D., Ellis R.H. 1996. A protocol to determine seed storage behaviour. Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 64 str.

International rules for seed testing. Rules amendments 2001. 2001. Zurich, International Seed Testing Association: 333.

Jurič M. 1951. Lanarstvo i kudeljstvo. Diol. Proizvodnja lanene i konopljine stabiljke. Zagreb: 338.

Kocjan Ačko D., 1999. Konoplja. V: Pozabljene poljščine. Ljubljana, Kmečki glas, 101-118.

Kocjan Ačko D., Baričević Dea. 2004. Vpliv starosti semena in načinov shranjevanja na kalivost konoplje (*Cannabis sativa* L. var. *sativa*). Ljubljana. Acta agriculturae slovenica, 83: 85-94.

Konoplja. Biotehniška fakulteta.

www.bf.uni-lj.si/poljedelstvo/semena/konoplja.jpg (15. maj 2007)

Köhler F. E. 2001. Cannabis sativa. Kurt Stubers online library (10. dec. 2001)

<http://caliban.mpiz-koeln.mpg.de/~stueber/koehler/CANNABIS.jpg> (15. maj 2007)

- Lissan S. N., Mendham N. J., Carberry P. S., 2000. Development of a hemp (*Cannabis sativa* L.) simulation model. General introduction and the effect of temperature on the preemergent development of hemp. Australian Journal of Experimental Agriculture. 40: 3, 405-411.
- Milošević M., Čirovič M., Mihaljev I., P. Dokić. 1996. Metode za određivanje kvaliteta semena. Opšte semenarstvo. Štamparija Feljton. Novi Sad: 160-206.
- Petrič M., 1977. Ugotavljanje kalilne sposobnosti semen in kalitev. V: Botanika. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 28-40.
- Rengeo D. 1999. Za konopljo je potreben dober zakon. Sodobno kmetijstvo, 4: 187-191.
- Robinson R. 2000. Velika knjiga o konoplji. Ljubljana, Samozaložba: 247.
- Sci.Dev.Net. Claudio Melo. Seedbank. Embrapa genetic resources and biotechnology (6.dec. 2006) www.scidev.net/scidev/imagesbrazil/seedbank.jpg (15. maj. 2007)
- Science news online. Ultimate crop. 2007
<http://www.phschool.com/imagesultimate/crop/01.jpg> (15. maj. 2007)
- ## 7.2 DRUGI VIRI
- Lipavic B. 2002. Vpliv starosti na življenjsko sposobnost semena pri petih sortah navadne konoplje (*Cannabis sativa* L. var. *sativa*). Diplomsko delo. Ljubljana Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 31.
- Randy Moore, W. Dennis Clark, Darrell S. Vodopich. 1998. Botany second edition. Usa. Mc Graw Hill Companies: 919.
- Hanson J. 1995. Proceeders of handling seeds in genbanks. International board of plant genetic resources, 1:113.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici dr. Darji Kocjan Ačko in somentorici dr. Dei Baričević za pomoč pri postavitvi laboratorijskega poizkusa in izdelavi diplomske naloge. Zahvalil bi se še prijatelju Metodu, ki mi je pomagal laboratorijskem poizkusu in prijateljici Karmen, ki mi je lektorirala nalogo.