

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Lucija-Glorija JELEN

**VPLIV SELENA IN UV ŽARKOV NA RAST IN  
RAZVOJ BUČ (*Cucurbita pepo* L.)**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij

Ljubljana, 2007

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Lucija-Glorija JELEN

**VPLIV SELENA IN UV ŽARKOV NA RAST IN RAZVOJ BUČ  
(*Cucurbita pepo* L.)**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij

**THE INFLUENCE OF SELENIUM AND UV-RADIATION ON THE  
GROWTH AND DEVELOPMENT OF PUMPKINS (*Cucurbita pepo* L.)**

GRADUATION THESIS  
University studies

Ljubljana, 2007

Z diplomskim delom zaključujem univerzitetni študij agronomije na Biotehniški fakulteti, Univerze v Ljubljani. Poskus je bil izveden na laboratorijskem polju, analiza pa v laboratoriju Katedre za genetiko, biotehnologijo in žlahtnjenje rastlin.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala akademika prof. dr. Ivana Krefta.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednica: prof. dr. Katja VADNAL  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

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

Član: prof. dr. Jože OSVALD  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Lucija-Glorija JELEN

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dn  
DK UDK 635.62:631.81.095.337:546.23:581.12:631.559(043.2)  
KG buča / selen / UV žarki / rastne razmere / pridelek / medsebojni vplivi / transportni sistem elektronov / fotosistem II  
AV JELEN, Lucija-Glorija  
SA KREFT, Ivan (mentor)  
KZ SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101  
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo  
LI 2007  
IN VPLIV SELENA IN UV ŽARKOV NA RAST IN RAZVOJ BUČ (*Cucurbita pepo* L.)  
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)  
OP IX, 32, [1] str., 3 pregl., 4. sl., 40 vir.  
IJ sl  
JI sl/en  
AL Leta 2003 je bil na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani izveden poskus z bučami (*Cucurbita pepo* L.), ki so bile posejane v štirih različnih tretiranjih na parcelah z merami 1,5 x 1,5 m; po dve rastlini na vsako od štirih ponovitev. Tretiranja rastlin so bila naslednja: prvo je bilo UV-B okoljsko sevanje brez dodatka selena; drugo je bilo okoljsko UV-B sevanje in foliarni nanos selena, tretje je bilo zmanjšano UV-B sevanje brez dodatka selena, četrto je bilo zmanjšano UV-B sevanje ob foliarnem nanosu selena. Preučevan je bil pridelek plodov buč in pridelek suhih bučnih semen pri zgoraj opisanih tretiranjih. Zmerjena sta bila tudi fotokemična učinkovitost fotosistema (PS) II in ETS aktivnost (z njo se meri respiratorni potencial). Buče so se najugodnejše odzvale na odvzem UV sevanja s selenovim tretiranjem, tako glede na pridelek plodov kot za pridelek suhih semen buč. Ugotovljeno je bilo tudi, da UV-B sevanje zaviralno deluje na ETS aktivnost, saj je odvzem le-tega zvečal to aktivnost za faktor 1,7; pri tretiranju s selenom pa za faktor 1,3. Ne UV-B žarčenje ne tretma s selenom pa nimata vpliva na potencialno oz. efektivno fotokemično učinkovitost fotosistema (PS) II.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn  
DC UDK 635.62:631.81.095.337:546.23:581.12:631.559(043.2)  
CX pumpkin / selenium / UV radiation / growth conditions / yields / interrelated influence / electron transport sistem / photosystem II  
AU JELEN, Lucija-Glorija  
AA KREFT, Ivan (supervisor)  
PP SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101  
PB Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo  
PY 2007  
TI INFLUENCE OF SELENIUM AND UV-RADIATION ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF PUMPKINS (*Cucurbita pepo* L.)  
DT Graduation Thesis (University studies)  
NO IX, 32, [1] p., 3 tab, 4. fig., 40 ref.  
LA sl  
AL sl/en  
AB In 2003 the experiment on pumpkins (*Cucurbita pepo* L.) on the laboratory field of Biotechnical Faculty at University of Ljubljana was performed. The plants were seeded in four treatment-plots with measures 1.5 x 1.5 m; two plants per each of four repetitions. Different treatments took place: at the first one there was UV-B ambient radiation and no selenium treatment; at the second both were used, UV-B radiation was filtered out and selenium foliar spray applied; the third one was UV-B filtered out and without selenium spray; the fourth was UV-B filtered out and selenium spray applied. The yield of both, fruit and dry seeds of pumpkins, was studied according to the above-mentioned treatments. Photochemical efficiency of photosystem (PS) II and ETS activity (used for assessing respiratory potential) were assessed as well. The pumpkins gave the highest yield when UV-B radiation was excluded and when they received selenium foliar treatment, for both fruit and dry seeds yield. It was established that UV-B inhibits ETS activity, as the exclusion of the former resulted in 1.7-fold higher ETS activity; the selenium treatment resulted in 1.3-fold higher activity, it was no treatment influence on photosystem (PS) II.

## KAZALO VSEBINE

	Ključna dokumentacijska informacija	III
	Key words documentation	IV
	Kazalo vsebine	V
	Kazalo preglednic	VII
	Kazalo slik	VIII
	Okrajšave in simboli	IX
<b>1</b>	<b>UVOD</b>	<b>1</b>
1.1	OPREDELITEV PROBLEMA IN NAMEN DIPLOMSKE NALOGE	1
1.2	DELOVNA HIPOTEZA	2
<b>2</b>	<b>PREGLED OBJAV</b>	<b>3</b>
2.1	SPLOŠNO O BUČAH	3
<b>2.1.1</b>	<b>Izvor, uporaba in razširjenost</b>	<b>3</b>
2.1.1.1	Botanična klasifikacija in domača imena	3
2.1.1.2	Izvor in uporaba buč	3
2.1.1.3	Uporaba bučnih semen	4
2.1.1.4	Uporaba bučnega olja	5
2.1.1.5	Uporaba buč v prehrani živali	6
2.1.1.6	Pridelava, pridelovalna zemljišča in prodaja buč	6
<b>2.1.2</b>	<b>Morfologija buč</b>	<b>7</b>
<b>2.1.3</b>	<b>Tehnologija pridelave</b>	<b>8</b>
2.1.3.1	Temperatura, vlaga in osvetlitev	8
2.1.3.2	Tla, gnojenje, kolobar	8
2.1.3.3	Načini pridelovanja	9
2.1.3.4	Sevalna energija oz. sončno sevanje	9
2.1.3.5	Oskrba posevka	9
2.1.3.6	Spravilo in skladiščenje pridelka	10
<b>2.1.4</b>	<b>Izbor sort</b>	<b>10</b>
<b>2.1.5</b>	<b>Problemi pridelave</b>	<b>11</b>
2.1.5.1	Fiziološke motnje v razvoju rastlin in plodov buč	11
2.1.5.2	Oskrba z vodo, temperatura in osvetlitev	12
2.1.5.3	Bolezni buč	13
2.1.5.4	Škodljivci na bučah	15
2.2	SELEN	16
<b>2.2.1</b>	<b>Splošno o elementu, njegovih lastnostih in uporabi</b>	<b>16</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Selen v bučah</b>	<b>18</b>
2.3	UČINKI UV ŽARKOV NA ORGANIZME	19
<b>3</b>	<b>MATERIAL IN METODE</b>	<b>22</b>
3.1	RASTLINSKI MATERIAL	22
3.2	RASTNE RAZMERE	22
3.3	MERITVE	22
3.4	STATISTIČNA ANALIZA	23
<b>4</b>	<b>REZULTATI</b>	<b>24</b>

<b>5</b>	<b>RAZPRAVA IN SKLEPI</b>	27
5.1	RAZPRAVA	27
5.2	SKLEPI	27
<b>6</b>	<b>POVZETEK</b>	28
<b>7</b>	<b>VIRI</b>	29
	<b>ZAHVALA</b>	

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Pridelava buč v EU (v tonah)	6
Preglednica 2: Pridelovalne površine buč (v hektarih)	6
Preglednica 3: Prodaja cukinov v RS (v tonah)	7



## KAZALO SLIK

Slika 1: Pridelek plodov buč (kg/parcelico) pri bučah, ki so rasle pri različnem UV-B in Se tretiranju	24
Slika 2: Pridelek suhih bučnih semen (kg/parcelico) pri bučah, ki so rasle pri različnem UV-B in Se tretiranju	25
Slika 3: Aktivnost sistema končnega transporta elektronov (ETS) v bučah pri različnem UV-B in Se tretiranju.	25
Slika 4: Potencialna ( $F_v/F_m$ ) in efektivna fotokemična učinkovitost (pridobitek) fotosistema II ter rast buč z različnim UV-B in Se tretiranjem.	26

## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

ETS	stopnja dihalnega potenciala organizmov
KAN	dušikovo gnojilo (apnenčev amonijev nitrat)
NPK	sestavljeno gnojilo (dušik - fosfat - kalij)
PS I	Fotosistem I– absorbira predvsem dolgovalovno rdečo svetlobo, 700 nm
PS II	Fotosistem II– absorbira 680 nm in slabo absorbira dolgovalovno rdečo svetlobo
RDA	priporočeni dnevni odmerki
RUE	učinkovitost uporabe sevanja

## 1 UVOD

Buče sodijo med najstarejše gojene rastline. Za pridelovanje buč lahko izkoristimo sleherno obliko in velikost zemljišča, posevki buč dajejo tudi svojevrsten videz in okras krajini – v poletnem času s cvetenjem, jeseni pa s plodovi. Buče se razlikujejo po velikosti, obliki, barvi, izgledu lupine, okusu mesa, času skladiščenja in uporabi. Uporabljamo jih lahko v prehrani ljudi, živali, v zdravstvene in kozmetične namene, za okras; v preteklosti so jih uporabljali tudi pri najrazličnejših obredih in šegah. Uporabni so skoraj vsi deli: bučno meso, včasih z lupino vred, semena (golic in belic) in cvetovi. Iz golic lahko po posebnem postopku pripravimo bučno olje, značilne barve, vonja in okusa. V bučnih semenih je poleg pomembnih hranilnih snovi (vitamini, minerali, linolna kislina idr.) prisoten tudi selen.

Če so bučne rastline dobro preskrbljene s selenom, lahko zagotovijo kar 18,4 % dnevni potreb po selenu (Glew in sod., 2006: 55).

Selen je kemijski element, ki je v majhnih količinah nujno potreben za pravilno delovanje človeškega in živalskega organizma. Pomanjkanje selena je povezano z nekaterimi rakastimi obolenji, boleznimi srca, vnetji sklepov ter zmanjšano odpornostjo na bolezni in viruse. Povezan je tudi s presnovo maščob, saj selen vsebuje encim glutation peroksidazo, ki se brez zadostne količine selena ne more sintetizirati. Selen najdemo v žitih, ribah, mesu in drobovini. Ker ga na določenih območjih primanjkuje ga lahko rastlinam dodajamo z mineralnimi gnojili, foliarnim nanosom, v prehrani ljudi pa z različnimi prehranskimi nadomestki (Haavisto in sod., 1996: 95).

Na rast in razvoj rastlin, ter poškodbe DNK lahko vpliva ultravijolično sevanje (UV), ki ga oddaja sonce. Je elektromagnetno valovanje, katerega valovna dolžina je krajša od valovne dolžine vidne svetlobe in daljša od valovne dolžine rentgenskih žarkov. Razdeli se lahko na območja UV-A (380-315 nm), tj. dolgovalovno območje ali »črna« svetloba, UV-B (315-280 nm), znano tudi kot srednjevalovno območje, ter UV-C (280-210 nm), kratkovalovno ali »baktericidno« območje. UV se absorbira v ozonski plasti zemeljskega ozračja, površje dosežejo večinoma UV-A žarki. Zaradi oženja ozonskega plašča v stratosferi se večja UV-B sevanje na zemeljsko površino, kar vpliva na reprodukcijo in rastlinsko morfologijo, ter na razmnoževalne procese, kar posredno vodi do znižanega pridelka. Povečano UV-B sevanje povzroča poškodbe DNK, spremembe pri transpiraciji, fotosintezi in dihalnem potencialu rastlin. Vpliv UV-B žarčenja lahko vodi do sprememb pri ravnotežju med konkurenčnimi vrstami. Nekateri žarki iz območja UV-C po drugi strani sodelujejo pri nastajanju ozona (Rozema in sod., 1997: 22).

### 1.1 OPREDELITEV PROBLEMA IN NAMEN DIPLOMSKE NALOGE

Zaradi pomanjkanja selena v tleh v različnih območjih in s tem posredno v človeški prehrani nas zanima, kako oz. koliko ga lahko sprejme rastlina buče in kako to vpliva na pridelek. V primeru zadostne količine selena v pridelku ter ustrezne tehnologije pridelave

bi ga lahko ob ekonomsko ugodni pridelavi zagotovili v prehrani v priporočenih dnevni odmerkih brez uporabe različnih dopolnilnih mineralnih dodatkov.

V ta namen bomo foliarno tretirali rastline buč, za kontrolo pa uporabili rastline, tretirane z destilirano vodo, ki ne vsebuje selena.

Ker ima UV sevanje lahko različne vplive na celoten ekosistem, nas zaradi povečevanja količine UV-B žarkov zanima, kako se rastline buče in s tem količina pridelka odzivajo na razlike v sestavi sončnega sevanja. Kot kontrolo bomo uporabili rastline, pri katerih se rastne razmere razlikujejo le v količini prejetega sevanja.

Upoštevali bomo kombinacije obeh dejavnikov, torej vpliv UV-žarkov (običajen odmerek in zmanjšan odmerek) ter selena (foliarno nanešenega in brez) na pridelek buč.

Izvedli bomo torej skupno štiri kombinacije tretiranja.

## 1.2 DELOVNA HIPOTEZA

Predvidevamo, da bo tretiranje s selenom izboljšalo odpornost rastlin buč na učinke UV sevanja, ki so lahko za rastline škodljivi (poškodbe, upad pridelka), zato predvidevamo, da bo tretiranje s selenom in zmanjšanje UV sevanja prispevalo k povečanju pridelka buč.

## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 SPLOŠNO O BUČAH

#### 2.1.1. Izvor, uporaba in razširjenost

##### 2.1.1.1 Botanična klasifikacija in domača imena

Buče spadajo v red *Cucurbitales*, ki vsebuje eno samo družino *Cucurbitaceae* (bučevke). Znotraj te velike družine je okrog 118 rodov in v teh 825 vrst. Družina se deli na dve poddružini in devet tribusov. Rod *Cucurbita* spada v tribus Cucurbitae in obsega pet kultiviranih in okoli deset divjih vrst (Jakop in sod., 2003: 26).

Najpomembnejše in najbolj razširjene vrste so: navadna buča (*Cucurbita pepo* L.), orjaška buča (*Cucurbita maxima* Duch.) in muškata buča (*Cucurbita moschata* Duch.). Iz navadnih, v glavnem njivskih krmnih buč so bile vzgojene sorte in hibridi za olje, sorte vrtnih jedilnih buč (npr. cukini) in sorte okrasnih buč (Kocjan-Ačko, 1999: 168). Sorte se med seboj razlikujejo po obliki rasti (plezajoča ali sedeča stebela), po obliki plodov (podolgovati, okrogli, ploščati, gobasti, hruškasti itn.) in namenu uporabe (Osvald in Kogoj-Osvald, 1994: 138).

Navadno bučo (*Cucurbita pepo* L.) zasledimo pod imeni: buča, bučka, jedilna buča, tikvica, njena domača imena pa so: tikva, cuketa, cuka, koč, bila, malovina, plotnica, svinjska buča (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003: 196). Naša beseda buča je izposojena iz italijanske boccia, ta pa iz latinske boccia, kar pomeni sod (Podgornik Reš, 2003: 33).

##### 2.1.1.2 Izvor in uporaba buč

Ameriški staroselci so poznali bučo že v 7. stoletju pr. n. št.. To vemo po semenih z arheoloških izkopavanj v Mehiki. V Evropo so bučo iz srednje Amerike prinesli v 15. stoletju Španci. Najprej so jih uporabljali za okras, kot plodove pa so jih začeli pridelovati v srednji Italiji. Uporabnost buče se je večala s selekcijo, ta pa je omogočila širitev rastline v zmerno topla območja Evrope. V 18. stoletju je postala čedalje pomembnejša kot krma domačih živali, še posebej prašičev, stiskanje olja iz bučnih semen pa se je širše uveljavilo šele na začetku 19. stoletja. Buča se je začela pri nas uvajati v 18. stoletju, Slovenci so jo cenili zaradi široke uporabnosti v prehrani ljudi in živali. Vodnjače so uporabljali kot okras in uporabni predmet v zidanica sredi vinogradov in v kmečkem gospodinjstvu. Uporabljali so jih tudi odrezane, izvotljene in sušene za pretakanje vina in njegovo shranjevanje. V njih so tudi shranjevali vodo, semena žit, dišavnic in začimbnic za naslednje setev (Kocjan-Ačko, 1999: 168-169).

Bučke so za uporabo v prehrani najokusnejše, ko imajo še drobne plodove (velike okrog 10-15 cm) in še nimajo razvitih semenskih zasnov. Lahko jih dušimo, pripravljamo v solati (kuhane in narezane na kolobarje) ali jih skupaj z drugo zelenjavo pripravimo v okusnih zelenjavnih juhah (mineštrah). Kot delikatesne bučke obiramo mlade plodove s cvetovi, za pripravo okusnih jedi so uporabni tudi moški cvetovi (Osvald in Kogoj-Osvald, 1994: 140).

Opperman (2007: 2-3, 17) opisuje pripravo bučk s perutnino, z ribami in mesom ali na vegetarijanski način. Lahko se jih uporablja kot predjedi, prigrizke in priloge, kot glavne jedi ali kot pecivo in poobedke. Iz njih lahko pripravljamo celo zanimive napitke in sladolede. Okusne so torej kot kuhane ali presne, prijetno se prilagodijo vsem solatnim omakam, zeliščem in začimbam, saj je njihovo meso zelo strpno do drugih okusov.

Raziskovalci s pekinške Kitajske univerze za kmetijstvo pravijo, da je buča ena izmed rastlin, ki se pogosto uporablja kot funkcijska hrana in zdravilo. Kot slednje se tradicionalno uporablja na Kitajskem, državah bivše Jugoslavije, Argentini, Indiji, Mehiki, Braziliji in Ameriki. Pogosto z njimi zdravijo sladkorno bolezen (diabetes), učinkovite pa so lahko tako pri zunanji kot notranji uporabi, pri preprečevanju parazitov v črevesju, še vedno pa jih najpogosteje zaužijemo kot zelenjavo. Uporaba buč v medicinske namene je bila predmet raziskav v zadnjih desetletjih, ki so pokazale, da buče delujejo antidiabetično, protitumorno, zoper hipertenzijo, pri uravnavanju imunskega sistema, antibakterijsko, pri povečani stopnji holesterola, pri črevesnih zajedavcih in vnetjih. Dokazano je bilo, da tehnologije, kot sta npr. klitje in vrenje, zmanjšata količino nehranljivih snovi in učinkujeta na farmakološke aktivnosti pri bučah (Caili in sod., 2006: 73).

Bučno meso in oplodje lahko uporabimo tudi v kozmetične namene, saj sta zaradi pH-vrednosti med 5,0 in 5,5 idealna za nanos na kožo (kremi za telo in obraz, ter šamponu za umivanje las dodamo kapljico ali dve bučnega olja). Visoka vsebnost kalija dodatno pomaga pri čiščenju kože. Pripravimo pa si lahko tudi negovalno ali čistilno oblogo za obraz (Podgornik Reš, 2003: 96).

#### 2.1.1.3 Uporaba bučnih semen

Semena lahko zaužijemo kot prigrizek, raziskave pa kažejo na njihov dober učinek pri zdravljenju prostate (Sacilik, 2007: 24). Bučno seme je bogato s pomembnimi hranilnimi sestavinami, kot so vitamin E (torekoferoli  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ), betakaroteni, minerali in mikroelementi. Od vseh sestavin, ki jih najdemo v bučnicah (in posredno v bučnem olju), je največ linolne kisline, ki je kot druge nenasičene maščobne kisline esencialna maščobna kislina (človeški organizem je ne more sam proizvajati, zato jo moramo zaužiti s hrano, saj je nujna za presnovo v telesu) (Jakop in sod., 2003: 27).

Bučna semena imajo upoštevanje vredno hranilno vrednost, saj 10 gramov semena pri odraslem človeku zadosti 17 % dnevnih potreb po beljakovinah, 17 % potreb po kaliju, in povprečno 7,5-14 % potreb po pomembnih elementih: magneziju, cinku, selenu (kadar so

bučne rastline dobro preskrbljene s selenom, lahko 10 g bučnih semen zagotovi kar 18 % dnevnih potreb po seleno), bakru, kromu in molibdeno. Bučno seme vsebuje tudi pomembno količino linolne kisline; 10 gramov (suha teža) semen pri 1 do 8-letnem otroku pokrije 15,4 % dnevnih potreb po ključno pomembni n-6 maščobni kislini (Glew in sod., 2006: 55). Semena sušimo z vročim zrakom ali v sončnem sušilniku, pri čemer se čas sušenja v njem v primerjavi s sušenjem na soncu skrajša za okoli 65 %, saj je v sušilniku topleje. Z uporabo te metode se kvaliteta pridelanih semen izboljša tako glede higiene, ohranjanja vsebnosti vlage, barve in okusa; pridelek je prav tako popolnoma zaščiten pred dežjem, prahom in žuželkami (Sacilik, 2007: 24). Posebnost je pridelava bučnih semen brez ovoja, tako imenovanih golic, ki jih na široko proizvajajo v južnih avstrijskih območjih (Štajerska) in sosednjih pokrajinah, pri nas v Sloveniji in na Madžarskem. Buče, ki jih gojijo na avstrijskem Štajerskem, imajo visoko vsebnost zelenih semen brez ovoja (Murkovic in Pfannhauser, 2000: 607). Po ustnih informacijah, ki jih je prof. Kreft dobil od dr. Murkovića naj bi genotipe prvih buč golic pred leti prvič našli prav v jugozahodnem delu avstrijske Štajerske, zelo blizu meje s Slovenijo.

#### 2.1.1.4 Uporaba bučnega olja

Semena oljnic so surovina za jedilna in tehnična olja, olja za nadaljnjo industrijsko predelavo, za beljakovinske koncentrate ali za alternativne energetske vire (Kocjan Ačko, 1996: 89). Olje iz bučnih semen, ki ga iztisnemo iz njih, je pogosto uporabljeno kot solatno olje (Murkovic in Pfannhauser, 2000: 608).

V Sloveniji ga pridobivamo predvsem v Prlekiji in Prekmurju. Je temno zelene barve z močnim značilnim okusom in se v glavnem uporablja kot zabela za solato iz sveže zelene paprike, črne redkve in kislega zelja; v Prekmurju pa to olje uporabljajo kot zabelo na lokalni jedi *zlevanka*, t. j. tankemu kolaču iz ajde (Kreft in sod., 2002: 279). Bučno olje ni primerno za kuhanje in cvrtje zaradi barve in visoke vsebnosti (do 78 %) nenasičenih maščobnih kislin. Rastlinska olja praviloma ne vsebujejo nasičenih maščob, zato lahko uživanje ustrezne količine zmanjša tveganje za nastanek bolezni srca in ožilja (Kocjan Ačko, 1996: 91). Bučno olje je prav tako pomemben vir prehrabnih rastlinskih sterolov in vitamina E (Kreft in sod., 2002: 279). Bučno olje je zdravilno predvsem, če ga pripravljamo po hladnem postopku (Černe, 1988: 8). To je postopek pridobivanja olja s hladnim stiskanjem ali pa tudi z ekstrahiranjem, ko dobijo olja iz semen z organskimi topili. Tako pridobljenemu surovemu olju, večinoma z rafiniranjem, odstranijo hitro kvarljive snovi, ga razsluzijo in nevtralizirajo. Ko je olje izločeno, ostanejo pogače ali tropine (zdrobljene zakuhamo v enolončnice, suhe zmeljemo v moko, lahko so nadev v poticah, uporabne so tudi v prehrani živali) (Kocjan Ačko, 1996: 91). Bogate so z beljakovinami in v nekaterih primerih tudi s selenom (Stibilj in sod., 2004: 143).

Če olje hranimo pri sobni temperaturi hitro postane žaltavo, zato ga je potrebno shranjevati v hladnem prostoru, v temnih in dobro zamašenih steklenicah, ne smemo ga shranjevati v

pločevinastih posodah. Bučno olje je izredno zdravilno za rane, zlasti za opekline; z njim lahko tudi natiramo od mraza razpokano kožo na rokah in nogah (Černe, 1988: 8).

#### 2.1.1.5 Uporaba buč v prehrani živali

Za živino uporabljamo sveže (surove ali kuhane) buče, uspešno jih lahko tudi spravimo v silose in uporabimo kot silažno krmo. Prav tako se jih lahko tudi nareže in posuši, ter krmi prašičem in govedu v obliki rezancev. Če buče primerno shranimo, jih lahko krmimo živini približno 90 dni, torej še v mesecu decembru (Nerima, 1950: 19, 24). Kot cenjen beljakovinski dodatek pa lahko za krmljenje živine uporabimo tudi bučne pogače (Jakop in sod., 2003: 26), ki jih dodajamo h krmilom sveže, posušene ali briketirane (Kocjan-Ačko, 1996: 91).

#### 2.1.1.6 Pridelava, pridelovalna zemljišča in prodaja buč

V preglednici so navedeni podatki pridelave buč v tonah za petindvajseterico držav EU.

Preglednica 1: Pridelava buč v EU-25 (v tisoč tonah) (FAOSTAT, 2006)

Leto	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Pridelava	921,212	1.004,792	1.065,115	1.097,141	987,015	1.030,731

Leto	2001	2002	2003	2004	2005
Pridelava	1.063,788	1.067,347	1.103,664	1.110,879	1.088,132

Od leta 1995 do 1998 pridelava buč narašča, potem 1999 upade, vendar pa je od leta 2000 do 2005 moč ponovno opaziti povečanje pridelave, ki je približno na nivoju pridelave, kakršna je bila leta 1998.

Pridelovalna zemljišča v državah EU po letih so prikazane v preglednici 2.

Preglednica 2: Pridelovalna zemljišča pod bučami v EU-25 (v hektarjih) (FAOSTAT, 2006)

Leto	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Zemljišča	31.152	30.414	33.073	33.097	31.003	31.192

Leto	2001	2002	2003	2004	2005
Zemljišča	32.442	34.959	35.479	34.584	34.126

Pridelovalna zemljišča so po precejšnjem porastu v letih 1997 in 1998 ponovno upadle do stopnje, kot so bile leta 1995. Po letu 1999 pa se le-te zvečajo in se na začetku tega desetletja ustalijo pri dobrih 34.000,00 ha.



Statistični letopis RS 2005 omenja le prodajo cukinov v tonah (t) in sicer pregledno po letih.

Preglednica 3: Prodaja cukinov v Sloveniji (v tonah) (SURs, 2006)

Leto	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004
Prodaja	39	37	76	75	65	47	42

Iz preglednice 3. je razvidno, da je bila v devetdesetih letih prejšnjega stoletja prodaja omejena na pod 40 ton cukinov. Na prelomu desetletja je znašala že 76 t, kar je tudi njen maksimum. Po tem lahko zasledimo upad prodaje, ki je svoj minimum dosegla leta 2004 z 42 tonami.

Kocjan-Ačko pravi, da »Urad RS za statistiko posreduje le podatke o površinah in pridelkih vseh oljnic, podatkov o deležu buč v odvisnosti od namena pridelave pa statistika po letu 1997 ne ugotavlja več« (Kocjan-Ačko, 1999: 169).

### 2.1.2 Morfologija buč

Buče imajo izredno globok koreninski sistem. Nekatere korenine prodrejo tudi do 4 ali 5 m globoko, večina korenin pa se razvije do globine 40 do 50 cm (Černe, 1988: 87). Tako lažje prenašajo sušna obdobja in krajša obdobja hladnejšega vremena (Babnik, 2000: 197).

Steblo je vreža z dolgimi internodiji (plazeč tip rasti), lahko pa ima kratke internodije (grmičast tip rasti) (Osvald, Kogoj-Osvald, 2003: 196). Je robato, ščetinasto, bodeče, v prečnem prerezu pri večini vrst petkotno. Večina buč ima plezajoča stebela z značilnimi viticami, s katerimi se lahko oprijema podlage ali vzpenja po opori.

Na vreži so listi premenjalno razvrščeni (Černe, 1988: 88). So preprosti (niso razdeljeni v lističe), izmenjujoči in bolj oz. manj skledasti (Ivančič in sod., 2004: 1).

Cvetovi so relativno veliki, rastejo posamezno in imajo dolge peclje. Njihova barva variira od blede do temno rumene (Ivančič in sod., 2004: 1). Buče so enodomne rastline, ki imajo ločene ženske in moške cvetove na isti rastlini.

Moški cvetovi so na daljših pecljih, s petimi čašnimi in venčnimi listi (Babnik, 2000: 179), in običajno cvetijo pred ženskimi. Moški reproduktivni organ sestavljajo trije združeni prašniki. Cvetni prah je lepljiv (Ivančič in sod., 2004: 1).

Ženski razmnoževalni organi imajo kratke peclje in so sestavljeni iz 3-5 plodnih listov. Plodnica je podrasla, podolgovata ali ploščata s številnimi jajčnimi celicami, brazda je običajno razdeljena na tri dele. Plodovi so mesnati, njihova velikost, oblika in barva pa variirajo glede na vrsto in genotip. Večina plodov ima veliko število ploščatih semen (Ivančič in sod., 2004: 1).

Pri nastanku moških oz. ženskih cvetov imajo pomembno vlogo vsaj trije dejavniki okolja: temperatura, intenzivnost osvetlitve in čas osvetljevanja (Babnik, 2000: 179).

Nekatere buče se med seboj križajo, druge pa ne, zato je pri pridelovanju semen potrebna izolacija (Černe, 1988: 88).

Buče sodijo med enoletnice (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003: 196). So nevtralne glede dolžine dneva, so tujeprašne in jih oprahujejo žuželke. Za uspešno oprahujevanje morajo biti isti dan odprti tako moški kot ženski cvetovi (če se ženski cvetovi odprejo nekaj dni pred moškimi, ne pride do oprahujevanja in oploditve, razvijejo se lahko tudi plodovi brez oploditve - pojav imenujemo partenokarpija) (Babnik, 2000: 179).

### **2.1.3 Tehnologija pridelave**

#### **2.1.3.1 Temperatura, vlaga in osvetlitev**

Za vznik je najnižja temperatura 14° C, optimalna pa 22 do 24° C. Za rast je najnižja temperatura 12 do 15° C, za razvoj plodov nad 15° C, optimalna temperatura pa je 25 do 27° C (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003: 197). Cvetovi propadejo pri temperaturi 0° C, vsa rastlina pa pri -1,5° C (Černe, 1988: 90).

Buče dobro prenašajo spreminjanje temperature in vlage v tleh. Optimalna vlažnost tal je 70-80 % poljske kapacitete, optimalna vlažnost zraka pa 70 % relativne vlage (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003: 197).

Bučke zahtevajo dobro osvetlitev, zato jih gojimo na osončeni površini, ki je dobro zaščitena pred vetrom (Černe; 1988: 90).

#### **2.1.3.2 Tla, gnojenje, kolobar**

Buče dobro uspevajo v strukturnih, peščeno-glinastih ali glinasto-peščenih tleh, ki vsebujejo dovolj vlage, humusa in se hitro ogrejejo. Optimalna reakcija tal je rahlo kislja do nevtralna, pH 5,5 do 7,5 (Babnik, 2000: 179). Za setev ne potrebujemo zasnove v dolgih vrstah, dovolj so sadilna mesta (setev v kupčka ali sajenje sadik), katerih medsebojna razdalja je 120 cm pri plazečih sortah in 60 cm pri grmičastih sortah (Hessayon, 1997: 56).

Gnojimo lahko z organskimi ali mineralnimi gnojili. Hlevskega gnoja porabimo 30 do 50 t/ha, mineralna gnojila pa lahko uporabimo kot temeljno gnojenje ali 2 do 4-krat dognojimo z dušičnimi gnojili (KAN) oz. NPK. Gnojimo lahko tudi z mikroelementi (Mn, B, Co, Cu), kar pospešuje razvoj in upočasnjuje staranje. Pri gnojenju z dušikom upoštevamo vrednosti Nmin, pri fosforju in kaliju pa količine hranil v tleh (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003: 197).

V kolobarju so dobri prejšnji posevki vse metuljnice (npr. fižol, lucerna in travno-deteljne mešanice), po bučah pa dobro uspevajo korenovke, čebulnice, solatnice in špinačnice (Černe, 1988: 90).

#### 2.1.3.3 Načini pridelovanja

Buče lahko gojimo na prostem ali v zavarovanem prostoru. Za gojenje na prostem so najbolj primerni kultivarji s kratkimi vrežami – grmičaste rasti. Bučke sejemo spomladi (v prvi polovici maja), 3 do 4 cm globoko. Ko se razvije prvi pravi list, vznikle rastline razredčimo. Za zgodnejše obiranje je priporočljiva vzgoja sadik v lončkih, sadike presadimo na prosto konec maja. Ob suši zalivamo z večjo količino vode. Pri gojenju v zaščitenem prostoru pa v nizkih tunelih pridelujemo predvsem zgodnje bučke, ki jih sejemo 3 do 4 tedne prej kot na prostem. Najpogosteje v tunelih gojimo bučke iz sadik, ki jih presajamo, ko imajo 2 do 3 liste. Pri zalivanju vodo ogrejemo na isto temperaturo kot je v tunelu. Stare liste redno odstranjujemo in dognojimo, če je potrebno. V ogrevani plastenjak presajamo bučke od sredine do konca februarja, v neogrevanega pa aprila. Bučke lahko sadimo tudi za jesensko pridelovanje, tako da jih presajamo konec julija ali v začetku avgusta (Babnik, 2000: 180).

#### 2.1.3.4 Sevalna energija oz. sončno sevanje

Italijanski raziskovalci so se ukvarjali z razmerami za pridelavo sort cukinov (*Cucurbita pepo* L.), ki postajajo vse popularnejša komercialna plodovka, tako za gojenje na odprtem kot v rastlinjakih. Klimatske razmere, ki so posledica sezonskega nihanja in učinka tople grede, lahko namreč vplivajo na postopek pridelave buč, kamor sodijo rast, pridelek in izkoristek vode. Rast rastline in njen pridelek, ko nanju ne vplivajo pleveli, škodljivci, bolezni in lastnosti zemlje, in ko so na voljo voda in hranila v zadostnih količinah, sta odvisna izključno od sposobnosti rastlin uporabiti sprejeto sončno energijo, ki se akumulirana v rastlinski masi. Uporaba sevanja (RUE) meri učinkovitost uporabe sevalne energije, ki jo lahko uporabimo za napovedovanje pridelka in interpretiranje razlik pri pridelavi, kot posledico različnih klimatskih razmer. Variabilnost v RUE se razlaga s fizikalnimi parametri, kot npr. pomanjkanje izhlapevalnega pritiska, temperatura), vodni stres, in biološkimi parametri, kot so rastlinska fenologija, stopnja izmenjave ogljikovega dioksida in vsebnost dušika v listih (Rouphael in Colla, 2005: 184).

#### 2.1.3.5 Oskrba posevka

Posevek bučk vzdržujemo čist, brez plevela, z zastiranjem tal s folijo, senom, slamo, z okopavanjem oz. z uporabo herbicidov v pasovih. Potrebno je redno namakanje (kapljično namakanje ali oroševanje) ter dognojevanje s trdimi gnojili ali fertiirigacijsko. Po potrebi škropimo z dovoljenimi fungicidi in insekticidi (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003: 199).

### 2.1.3.6 Spravilo in skladiščenje pridelka

Plodove buč in bučk pobiramo, ko so tehnološko zreli, plodove buč za pridelavo semen, okrasnih in muškatnih bučk pa v fiziološki zrelosti. Mlade jedilne bučke (s cvetom ali brez) pobiramo vsak dan, ko so plodovi dolgi 10 do 15 cm – obirati je priporočljivo, ko so plodovi bučk dolgi 12 cm (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003: 199-200). Bučke rastejo zelo hitro, posebej ob ugodnih rastnih razmerah in jih lahko pobiramo že 4 do 8 dni po cvetenju. Če bučk ne obiramo redno, rastlina preneha nastavljati nove plodove. Obiramo jih tako, da jih odtrgamo ali odrežemo od vreže in pri tem ostane del peclja ob plodu. Bučke so zelo občutljive na mehanične poškodbe (Babnik, 2000: 180). Z ene rastline oberemo 15 do 20 plodov. Na prostem (pri kratkotrajni pridelavi) pridelamo 3 do 4 kg/m<sup>2</sup> pridelka, v ogrevanem rastlinjaku pa 3 do 8 kg/m<sup>2</sup> (obirati pričnemo v začetku maja, v neogrevanem konec maja). Pri pridelovanju na prostem pričnemo pridelek pobirati junija (5 do 10 kg/m<sup>2</sup>) (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003: 200).

Bučke, ki jih skladiščimo, morajo biti očiščene in nepoškodovane. Najbolje jih je shranjevati pri temperaturi 7 do 10° C in visoki relativni zračni vlagi. Za krajše shranjevanje (3-4) dni čim manjše in neoprane bučke zavijemo v plastično vrečko in shranimo v hladilniku (Babnik, 2000: 180).

### 2.1.4 Izbor sort

V Sloveniji so najbolj razširjene vrtno bučke t. i. cukini (cilindrične oblike, marmorirano temne in svetlo-zelene barve), med katere spada večina kultivarjev, ki jih gojimo za prodajo. Novejši kultivarji so večinoma hibridi, ki oblikujejo v primerjavi s sortami bolj razprte in osvetljene grme in imajo boljšo zasnovo ženskih cvetov. Med bučke, ki imajo grmasto rast, spadajo t. i. patišon bučke, ki oblikujejo okrogle in nekoliko sploščene plodove z valovitim robom (Babnik, 2000: 180).

Za setev bučk je priporočena naslednja izbira:

- sorte: 'Beograjska', 'Vegetable marrow', 'Dolga bela brez vreže', 'Dolga zelena brez vreže', 'Dolga zelena z vrežo', 'Bianca di Trieste',
- hibridi: 'Diamant F1', 'Greyzini F1', 'Elite F1', 'Ambassador F1',
- od vrste buč tipa patišon: 'Beli okrogli',
- od muškatnih buč: 'Marina', 'Lunga di Napoli', 'Butternut', 'Delica' (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003: 200),
- od orjaških buč: 'Bela domača', 'Narandžasta', 'Siva domača', 'Pečenka' (Černe, 1988: 88).

Izbir sort se sčasoma spreminja, tako so lahko pridelovalci konec 80-tih let prejšnjega stoletja izbrali tudi npr. sorti: 'Cococela' in 'Jantar' (Černe, 1988: 88).

## 2.1.5 Problemi pridelave

Glavni problemi pridelave gojenih vrst so povezani z njihovo občutljivostjo na škodljivce in bolezni (virusne bolezni postajajo zelo resen problem), sušo, prekomerno vlažnost in nizke temperature. Genetska variabilnost znotraj ene vrste je preozka, da bi rešila te probleme. Tako je ena izmed možnih rešitev ustvariti genetsko raznolikost z medvrstnim križanjem (Šiško in sod., 2003: 664). Takšna križanja se pojavljajo med nekaterimi *Cucurbita* vrstami v naravi spontano (Ivančič in sod., 2004: 1).

Pri pridelavi pa je potrebno biti pozoren tudi na prenos genov med gojenimi in divjimi vrstami buč (Arriaga in sod., 2005: 6). Po tej raziskavi je bilo tveganje za prenos genov iz genetsko spremenjenih buč na njihove sorodnike statistično značilno. Problem prenosa genov se pojavi ob bližini središč izvora divjih in udomačenih rastlin, ki so običajno centri visoke genetske raznolikosti. Prenos genov med plodnicami in njihovimi divjimi sorodniki je prav tako dokumentiran v literaturi in je še posebej pomemben, kadar gre za nove kombinacije genov (Arriaga in sod., 2005: 7).

### 2.1.5.1 Fiziološke motnje v razvoju rastlin in plodov buč

Najpogosteje se pojavljajo težave, povezane z oskrbo s hranili, reakcijo tal, vlago tal in zraka, temperaturo, pa tudi intenzivnostjo osvetlitve in onesnaženostjo zraka. Številne težave so posledica kombinacije različnih dejavnikov. Oslabljene rastline so nato še bolj dovzetne za napad bolezni in škodljivcev (Ugrinović, 2000: 170).

Pomanjkanje ali preobilje posameznega hranila se pri bučnicah običajno pokaže v dokaj značilnem razbarvanju ali deformacijah. V skrajnem primeru lahko pride do odmiranja posameznih delov rastlin. Pomanjkanje določenega hranila je lahko povezano tudi s pH vrednostjo tal. Nekatera hranila so namreč pri nizkih pH vrednostih slabše dostopna, buče pa najbolje uspevajo pri reakciji tal 5,8-6,8 (Ugrinović, 2000: 170).

Preobilno gnojenje z dušikom (N) povzroča bujno vegetativno rast, zamakne začetek cvetenja in podaljša vegetacijo. Pomanjkanje dušika pa se kaže v počasnejši rasti, rumenenju starejših listov in zaviranju razvoja novih plodov. Posledica pomanjkanja kalcija (Ca) v plodu je vrhnja gniloba plodu. Če se na prizadeto mesto naselijo bakterije ali glive, se lahko razvije mokra gniloba. Zelo pogost vzrok za pomanjkanje Ca v plodu je izpostavljenost rastlin več zaporednim sušnim obdobjem. Na sprejem Ca neugodno vplivajo tudi slanost tal, preobilna založenost z amonijevimi, kalijevimi, magnezijevimi in natrijevimi ioni, ter poškodbe korenin zaradi bolezni ali škodljivcev. Pomanjkanje Ca se lahko pokaže tudi kot odmiranje mladih poganjkov. Do pomanjkanja magnezija (Mg) pride najpogosteje na lahkih in kislih tleh ali na tleh, ki so z Mg slabo založena. Buče so na pomanjkanje magnezija manj občutljive. Prav tako so buče manj občutljive na probleme pomanjkanja mangana (Mn) (Ugrinović, 2000: 170).

Dodajanje CO<sub>2</sub> je pri vzgoji bučnic v rastlinjaki dokaj pogost ukrep, ki pa zahteva določeno mero previdnosti. Koncentracije CO<sub>2</sub>, večje od 2 %, namreč že po enem dnevu poškodujejo rastline, kar se kaže kot uvelost in sušenje. Kasneje lahko nastanejo nekroze celih listov (Ugrinović, 2000: 171).

#### 2.1.5.2 Oskrba z vodo, temperatura in osvetlitev

Občasno se lahko pri bučkah pojavijo plodovi grenkega okusa, kar je posledica prisotnosti grenkih spojin, ki jim s skupnim imenom pravimo kukurbitacin. Pri divjih sorodnikih bučnic je kukurbitacin v vseh delih rastlin. Šele s selekcijo oziroma žlahtnjenjem so dosegli zelo nizko (praktično nezaznavno) vsebnost v plodovih. Prav nasprotno pa plodovi okrasnih buč, kjer žlahtnjenje ni bilo usmerjeno v zmanjšane vsebnosti grenkih snovi, vsebujejo večje količine kukurbitacina, katerega osnovna funkcija je obramba rastlin pred žuželkami in različnimi rastlinojedi. Razlog za pojavljanje grenkih plodov je ponavadi seme. Če je bila namreč izolacija semenskega posevka slaba in je prišlo do križanja z okrasnimi bučami, ki imajo večinoma grenke plodove, se dominantni alel gena za grenkobo lahko vključi v genom gojene sorte, kar pomeni, da bo del potomstva nosil v sebi informacijo za grenak okus ploda. Pri setvi se bo ta lastnost v tem delu potomstva tudi izrazila. Grenke buče niso le neprijetnega okusa, temveč so, če jih zaužijemo v večjih količinah, lahko tudi zdravju nevarne (še posebno nevarne so snovi, ki sestavljajo kukurbitacin buč). Da plodovi buč ne bi bili grenki, je torej treba paziti že pri pridelavi semena (Ugrinović, 2000: 171).

Pri bučnicah z gladko povrhnjico se lahko pojavijo drobne rjavkaste pege (posamično ali v taki količini, da prekrijejo celotno površino ploda). Vzrok za pojav peg je gutacija, saj se simptomi najpogosteje pojavijo ob visoki zračni vlagi (Ugrinović, 2000: 171).

Večina gojenih buč je občutljiva na vodni stres, ki ga lahko povzroči pomanjkanje vode, torej suša ali pa prevelika količina vode. V obeh primerih pride do sprememb v metabolizmu, kar ima neugodne posledice za rastlino. Stres zaradi pomanjkanja vode običajno upočasni vegetativno rast in generativni razvoj, fotosintezo, transpiracijo ter sprejem in translokacijo ionov. Kadar nastopi suša že pred odpiranjem cvetov lahko pričakujemo kasnejše cvetenje, odpadanje cvetov in preoblikovanje ženskih cvetov v moške. Če nastopi suša v času rasti plodov, se bosta količina in kakovost pridelka zmanjšali (plodovi, ki se razvijejo v času pomanjkanja vode so manjši, mehkejši in pogosto deformirani). Običajno so tudi količine sladkorjev, mineralov in vitaminov v takih plodovih manjše (Ugrinović, 2000: 171-172).

Posledica zasičenosti tal z vodo je manjša količina kisika v predelu korenin in manjša koncentracija tistih hranil, ki se ob obilnih padavinah sperejo (tj. predvsem dušika). Rastline, ki so dalj časa izpostavljene takim razmeram zaostajajo v rasti in rumenijo (Ugrinović, 2000: 172).

Buče potrebujejo razmeroma visoke temperature že za samo kalitev, ter za kasnejšo rast in razvoj rastlin ter plodov. Že pri temperaturah nižjih od 17° C se upočasnijo procesi kalitve, vznika in vegetativne rasti. Pri temperaturah nižjih od 10° C se bodo na rastlinah pokazale prve poškodbe zaradi mraza (bele lise na kotiledonih oz. bele ali svetlorjave lise na že razvitih listih. Plodovi so majhni in deformirani). Pri temperaturah nad 32° C se rast upočasni, pri temperaturah od 38 do 45° C pa lahko poleg tega porumenijo robovi listov. Kadar nastopijo visoke temperature v času rasti plodov, se lahko količina in kakovost pridelka bistveno zmanjšata. Pri temperaturah nad 38° C odpadajo cvetovi in plodovi, pride pa tudi do preoblikovanja ženskih cvetov v moške cvetove. Nihanje temperatur lahko povzroči nastajanje deformiranih plodov (Ugrinović, 2000: 172).

Bele ali rjavkaste nekroze na plodovih so posledica sončnega ožiga do katerega pride, če ob pobiranju prej z listi zasenčene in nežne plodove odkrijemo in izpostavimo soncu (Ugrinović, 2000: 172).

### 2.1.5.3 Bolezni buč

Med boleznimi buč sodijo glivične, bakterijske in virusne bolezni.

Glivične bolezni:

#### Fuzarijska uvelost bučnic (*Fusarium oxysporum*)

Je gliva, ki se pojavlja v času vznika rastlin. Po setvi povzroči ožige kalčkov in padavico sadik, drugače pa je gliva značilen parazit prevodnega sistema - traheomikoza. Simptome venenja spremlja tudi kloroza in kasneje sušenje tkiva med listnimi žilami. Gliva se lahko ohrani vrsto let na ostankih okuženih rastlin. Možen vir okužbe je tudi okuženo seme (Celar, 2000: 162).

#### Fuzarijska nožna gniloba kumar (*Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae*)

Se ravno tako pojavlja v času setve rastlin. Okužuje buče in kumare, predvsem koreninski vrat in korenine rastlin. Na koreninskem vratu se tkivo ulekne in prične trohneti, trohniijo tudi korenine. Gliva navadno nikoli ne prodre višje od koreninskega vratu, zato gornji deli ne kažejo znakov bolezni, vendar sčasoma pričnejo na soncu veneti, dokler gliva postopno ne uniči celotnega prevodnega sistema (Celar, 2000: 162).

#### Kumarni ožig ali antrakoza (*Colletotrichum orbiculare*)

Gliva, ki buče okuži redko (Celar, 2000: 163).

#### Krastavost kumar (*Cladosporium cucumerinum*)

Gliva okužuje vse nadzemne organe gostiteljskih rastlin (kumare, melone, buče). Na listih se pojavijo vodene pege, ki hitro potemniijo in se sušijo, posušeni deli odpade, listi so luknjičasti. Največ škode gliva naredi na plodovih (mladi navadno propadejo, starejši pa so

krastavi, nagrbančeni). Varstvo: setev odpornih kultivarjev, razkuževanje semena, širok kolobar in priporočeni fungicidi (Celar, 2000: 163).

#### Črna stebelna gniloba kumar (*Didymella bryoniae*)

Okužuje tudi bučo. Na steblih komaj vzniklih rastlin se pojavijo črne pege, ki kmalu porjavijo, v njih pa se oblikujejo drobne črne točke (nespolna plodišča glive) (Celar, 2000: 163).

#### Bela gniloba (*Sclerotinia sclerotinum*)

Gliva parazitira vse vrste iz družine bučnic in povzroča odmiranje celih rastlin ali samo posameznih vrež. Za zmanjšanje infekcijskega potenciala bi bil najbolj učinkovit širok kolobar, kar predstavlja največjo težavo, saj gliva okužuje skoraj vse vrtnine, tako, da se lahko ohrani v tleh vrsto let (okužene rastline sežgemo, mesta kjer so rasle pa zalijemo s fungicidi, ki delujejo proti glivam iz rodu *Sclerotinia*) (Celar, 2000: 163).

#### Kumarna plesen (*Pseudoperonospora cubensis*)

Okužuje tudi buče. Na listih se pojavijo svetlo zelene okroglaste pege, ki se postopno povečujejo, barva preide v rumeno nato v rjavordečo. List ima mozaičen izgled. Varstvo: setev odpornih hibridov, uporaba fungicidov in vsi ukrepi s katerimi znižamo vlago v nasadu (Celar, 2000: 163).

#### Pepelovka bučnic (*Erysiphe cichoracearum* in *Sphaerotheca fuliginea*)

Omenjeni glivi okužujeta kumare, melone, lubenice in buče. Na zgornji strani listov se oblikuje bela, pozneje sivkasta prevleka micelija, okuženo listje prične rumeneti, odmirati in se sušiti (Celar, 2000: 164).

Bakterijski bolezni:

#### Bakterijski ožig bučnic (*Pseudomonas syringae* pv. *lacrymans*)

Bolezenska znamenja najdemo na listih, listnih pecljih, steblih in plodovih kot majhne vodnate, okroglaste pege, ki sčasoma potemniijo in postanejo oglate. V vlažnem vremenu se na njihovi spodnji strani izloča masten izloček (eksudat), ki pa se pri nižji zračni vlagi hitro posuši in je viden kot belkasta krasta. Sčasoma okuženo tkivo posivi, se suši, lomi in izpada. Na listni ploskvi se oblikujejo luknje različnih velikosti, omejene z listnimi žilami. Posledica okužbe komaj zasnovanih plodičev je njihovo odpadanje. Na starejših plodičih se oblikujejo oljnate pege, iz katerih izteka bakterijski eksudat. Bakterija pride tudi na peške, kjer se primarno ohranja do naslednje setve (Celar, 2000: 164-165).

#### Bakterijska uvelost bučnic (*Erwinia tracheiphila*)

Bakterija okužuje buče, kumare, melone in nekatere druge vrste iz družine bučnic. Do sedaj o pojavu te bolezni v Sloveniji ni podatkov. Glavni prenašalci te bolezni so hrošči iz



družine Chrysomelidae. Priporočeno varstvo je posredno z zatiranje prenašalcev te bolezni, obstajajo tudi odpornejši kultivarji (Celar, 2000: 165).

Virusna bolezen:

#### Kumarni mozaik (*Cucumber mosaic virus*)

Ta virusna bolezen lahko povzroči precejšnje izgube pridelka. Virus prenašajo listne uši, prenaša se tudi s semenom in mehanično (npr. pri obiranju plodov). Bolezen prepoznamo po temnozeleni pisanosti (temno zelene pege na blede zeleni do rumeni listni ploskvi). Za preprečevanje širjenja bolezni je priporočljivo odstraniti vse gostiteljske rastline v okolici nasadov, kar pa je praktično nemogoče saj virus lahko okužuje več kot 800 rastlinskih vrst iz 85 družin (Celar, 2000: 165).

#### 2.1.5.4 Škodljivci na bučah

Na bučah se hranijo in razvijajo nekateri členonožci, ter povzročajo neposredno škodo ali prenašajo bolezenske povzročitelje, zlasti viruse. Škodljivci so posebno nevarni pri pridelavi buč v zavarovanih prostorih, pojavljajo pa se tudi na prostem, kjer so manj nevarni (Milevoj, 2000: 166).

Med gospodarsko pomembne škodljivce uvrščamo:

#### navadno pršico (*Tetranychus urticae*)

Katere poškodbe najdemo na zgornji strani listov kot klorotična znamenja, svetlosrebrne barve, listi nazadnje porumenijo in se posušijo. Ličinke in odrasle živali sesajo rastlinske sokove, hkrati pa najdemo na listih pršice v vseh razvojnih stadijih - jajčeca, ličinke in odrasle. Varstveni ukrepi so: odstranjevanje odpadkov, plevela, vzdrževanje višje vlažnosti, sajenje zdravih rastlin, ter kemični pripravki. Poznamo pa tudi plenilsko vrsto pršice *Phytoseilus persimilis*, ki se hrani z navadno pršico v vseh njenih razvojnih stadijih (Milevoj, 2000: 166).

#### listne uši (*Aphididae*)

Bučnice naseljujejo: siva breskova uš (*Myzus persicae*), velika krompirjeva uš (*Macrosiphon euphorbiae*), bombaževčeva uš (*Aphis gossypii*) in črna fižolova uš (*Aphis fabae*). Poškodbe se kažejo kot: zvijanje listov in obilica medene rose, ki omogoča razvoj glivic sajavosti, le-te pa zmanjšujejo asimilacijsko površino. Uši so tudi nevarne prenašalke virusov. Najpogosteje jih zatiramo z insekticidi. Med komercialnimi biotičnimi agensi je plenilska hrčica *Aphidoletes aphidimyza* (ličinke se hranijo z listnimi ušmi), druga vrsta pa je osica najezdnic *Aphidus matricariae* (osice se razvijejo v notranjosti uši) (Milevoj, 2000: 167).

#### rastlinjakov ščitkar (*Trialeurodes vaporariorum*)

Se razširja pasivno s prometom sadilnega materiala in aktivno (na manjše razdalje) z letom. Ličinke sesajo rastlinske sokove, rastline zaostanejo v rasti. Sekundarno škodo pa povzročajo z izločanjem medene rose, ki se nalaga na listih in plodovih, kamor se kasneje naselijo glivice sajavosti. Preventivni higienski ukrepi so: sajenje zdravih sadik (brez prisotnosti jajčec, ličink ali puparijev), sprotno odstranjevanje ostankov rastlin, obesimo lepljive rumene plošče (nadzor nad prvimi pojavi žuželk) ter redno pregledovanje nasadov in ob pojavu prvih osebkov škropljenje z insekticidom. Biotično zatiranje z parazitoidno osico *Encarsia formosa* in entomopatogeno glivo *Verticillium lacanii* (Milevoj, 2000: 167-168).

#### resarji (*tripsi*)

Kot ličinke in odrasli sesajo sokove iz listov in cvetov, ki se zato prekrijejo z značilnimi belosrebrnimi pegicami, ki se lahko združujejo, kar vodi do sušenja listov. Varstvo lahko vršimo z modrimi lepljivimi ploščami (spremljamo razširjenost resarjev), s kemičnimi sredstvi in naravnimi sovražniki tripsov (plenilske pršice, kot sta npr. *Neoseiulus barkeri* in *Amblyseuis cucumeris*), ki jih moramo pravočasno uvesti v rastlinjak (Milevoj, 2000: 168-169).

#### mrtvaške mušice (*Sciaridae*)

Se hranijo in razkrajajo že obstoječa rastlinska tkiva, občasno pa se lotijo tudi mladih rastlin. Kot varstvo v rastlinjakih je priporočeno optimalno zračenje in zalivanje, ob morebitnem pojavu žuželk pa obesimo rumene in modre plošče, ki privabljajo odrasle, po ekloziji (Milevoj, 2000: 169).

Med škodljivci se običajno pojavljajo polži, stenice (*Lygus* sp.), bolhač (*Zygina pallidiforons*) ter gosenice (*Mamestra*, *Autographa*) (Milevoj, 2000: 169).

Miši le občasno objedajo meso zoreče buče, resnejša nadloga so takoj po sejanju, ko najdejo semena, ki se jim ne morejo upirati. Varstva ni, preventivno lahko prekrijemo površino s trnatimi vejami ali nastavimo vabe, če so miši že v preteklih letih delale škodo. Slinarji in polži se skozi lupino pregrizejo do mehke sredice in jo jedo. Kot ukrep lahko okoli rastlin z obgrizenimi plodovi posujemo granulat metiokarba ali metaldehida (Hessayon, 1997: 52-52).

## 2.2 SELEN

### 2.2.1 Splošno o elementu, njegovih lastnostih in uporabi

Selen (Se) je kemijski element z atomskim številom 34. Njegova približna relativna atomska masa znaša 79. Sodi v šesto skupino kemijskih elementov. Po tej skupini navzdol naraščajo kovinske lastnosti in se manjša kemijska reaktivnost (Wertheim in sod., 1991: 51, 69).

Selen je leta 1817 odkril Berzelius. Njegovo ime prihaja iz grške besede selas, kar pomeni sij. Je bližnji sorodnik žvepla, in kot žveplo tudi selen obstaja v več alotropskih oblikah. Najpomembnejši sta nekovinska oblika ali rdeči selen in kovinska oblika ali sivi selen. Selen je strupen, hkrati pa je v majhnih količinah za ljudi neobhodno potrebna rudninska snov. Anorganske selenove spojine, kot npr. natrijev selenid, so strupene, vendar so akutne zastrupitve z njimi redke. Je pa v nekaterih predelih v zemeljski skorji lahko toliko selena, da se ta kopiči v rastlinah (lešniki neke južnoameriške leske vsebujejo celo 18 g/kg, zato je njihovo uživanje smrtno nevarno). Do kroničnih zastrupitev pri človeku pride pri dolgotrajnem uživanju v količinah najmanj 2,5-3 mg dnevno. Znamenja zastrupitve so: izpadanje las, prebavne motnje, nerazpoloženost, krhkost nohtov, okvare jeter in zlatenica. Da organizem nujno potrebuje selen so potrdile raziskave, saj se je izkazalo, da nekatere bolezni pri ljudeh in živalih povzročajo prav pomanjkanje le-tega. Te bolezni so npr.: atrofija mišic pri ovcah ali pa bolezen srca – bolezen Keshan, ki so jo odkrili na Kitajskem in je bila otrokom smrtno nevarna. Znano je tudi, da je pomanjkanje selena povezano z nekaterimi vrstami rakavih obolenj, vnetij sklepov, srčnimi boleznimi in zmanjšano odpornostjo proti virusom in bakterijam. Selen prav tako blaži ali odpravi vpliv strupenih težkih kovin, še posebej živega srebra (Haavisto in sod., 1996: 95).

Encim glutation peroksidaza, ki je povezan s presnovo maščob, vsebuje selen. Ta encim je beljakovina, sestavljena iz štirih enot, katerih vsaka vsebuje selenov atom in sicer v aminokislini selenocisteinu. Pri celični presnovi nastajajo iz polinenasičenih maščobnih kislin peroksidi, ki škodujejo celičnim membranam in povzročajo staranje. Glutation ima pri tem vlogo antioksidanta, ki reducira te perokside, reakcijo pa katalizira glutacion peroksidaza (Haavisto in sod., 1996: 95).

Najpomembnejši vir selena so žito, ribe, meso in drobovina. V žitu je selen vezan v beljakovinah kot aminokislina selenometionin, enako tudi v selen vsebujočem kvasu, ki se uporablja kot zdravilo oziroma prehransko dopolnilo.

Zaradi pomanjkanja selena v določenih območjih so pričeli leta 1984 na Finskem dodajati selen mineralnim gnojilom, kar je povečalo vsebnost selena v živilih. Tak ukrep ima lahko tudi nezaželene stranske učinke, npr. povečano rast alg v vodah, kamor kasneje dospejo ostanki gnojil, zato so delež selena v njih v zadnjem času zmanjšali (Haavisto in sod., 1996: 95-96).

V številnih evropskih državah, npr. na Finskem, Poljskem, v Avstriji in Hrvaški so območja, kjer primanjkuje selena v človekovi prehrani, na kar vpliva nizka stopnja selena v zemlji. Slovenija je znana kot dežela s srednjo stopnjo pomanjkanja selena. Ena izmed rešitev tega problema je uporaba selenovih prehranskih dodatkov, čeprav obstaja realna skrb glede toksičnosti in prevelikega vnosa selenovih nadomestkov zaradi nepazljivosti uporabnikov, neinformiranosti ali pretiravanja pri prehranskih dodatkih; v Avstraliji npr. je uporaba selena kot prehranskega dodatka omejena. Obogatitev kmetijskih pridelkov z dodajanjem selenovih gnojil je vsaj delno nepovraten proces; v mnogih delih sveta je v biosferi preveč selena, kar lahko ogrozi ribe, živino in ljudi. Dokler nista vloga in prenos

selena v biosferi proučeni je primerno povečevati vsebnost selena v užitnih rastlinah v okvirih kmetovanja z listnim gnojenjem ali namakanjem semen, kar ima manjše nepovratne posledice za okolje. Ena izmed takšnih metod je listni (foliarni) nanos selenovih pripravkov. Pa tudi v teh primerih je potrebno zadostiti varnostnim zahtevam, kot sta zaščita kmetijskih delavcev, ki škropijo, uporaba foliarnega gnojila še pred razvojem užitnih delov rastline, da bi izključili možnost zastrupitve hrane. Foliarni nanos selena je bil do sedaj uporabljen za povečanje vsebnosti le-tega tudi pri krompirju, rižu in soji (Stibilj in sod., 2004: 142-143).

V raziskavi o delovanju selena kot anti- in pro-oksianta, pri npr. ljujki je ugotovljeno, da je selen deloval pri nižjih koncentracijah antioksidantno, medtem ko je pri višjih deloval prooksidantno, in posledično imel dvojni učinek na metabolizem in rast ljujke. Pozitivni učinek na rast rastline pri nizki stopnji gnojenja s selenom se je pokazal šele pri drugem spravilu. Tako lahko spodbujevalni učinek selena pripišemo pospešeni antioksidaciji, ki je izničila stres zaradi staranja rastlin (Hartikainen in sod., 2000: 197).

### 2.2.2 Selen v bučah

Kreft in sod. (2002) so analizirali semena, olje in oljni kolač buče (*Cucurbita pepo* L.) slovenskega kultivarja, ki ima tanke luščine semena, glede na vsebnost selena. Bučna semena so po opravljeni analizi vsebovala 0,023-0,037 mg kg<sup>-1</sup> selena, oljni kolač pa 0,034-0,047 mg kg<sup>-1</sup> selena. Pri olju pa je bila vsebnost selena pod mejo zaznavanja z uporabljenimi metodo (manj kot 0,001 mg kg<sup>-1</sup>), torej je bučno olje, v primerjavi z bučno pogačo ali tropinami le siromašen vir selena (Kreft in sod., 2002: 179). Ugotovitev raziskovalcev ni presenetila, saj je tudi v olivnem olju količina selena pod mejo zaznavanja. Avtorji razlagajo, da je selen vključen predvsem v beljakovinah, pri stiskanju olja pa ostanejo beljakovine praktično v celoti v tropinah oziroma kolaču. Po pričakovanjih je torej selen bolj koncentriran v oljnem kolaču (okrog 0,042 mg kg<sup>-1</sup>) kot v celotnih semenih. Vsebnost selena v kolaču je v obsegu vsebnosti selena v žitih na območjih, kjer le-tega primanjkuje. Kot že rečeno Slovenija sodi med območja s primanjkljajem selena. Če primerjamo priporočeno zaužito količino (RDA) za selen, ki znaša 55 µg/dan, lahko vidimo, da lahko le majhen del dnevnega vnosa pokrijemo z oljnim kolačem iz slovenskih buč (Kreft in sod., 2002: 280).

Slovenski raziskovalci so analizirali vsebnost selena (Se) po foliarnem nanosu Se (VI) raztopine v času cvetenja. Vzorce so razgradili z mešanico H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-HNO<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in potrdili vsebnost selena z metodo atomske fluorescenčne spektrometrije s pridobivanjem hidrida. Ves postopek od tehtanja do merjenja je bil izveden v isti teflonski posodi. Meja zaznave te metode je bila 0,14 ng g<sup>-1</sup> raztopine. Bučna semena iz netretiranih rastlin so vsebovala 108 ng g<sup>-1</sup> selena, pri rastlinah, tretiranih se selenom, pa je količina selena znašala 381 ng g<sup>-1</sup>, vse pri vzorcih pridobljenih z liofilizacijo (vakuumsko sušenje v ledenih razmerah). Vsebnost selena v liofiliziranem bučnem mesu je znašala 15 ng g<sup>-1</sup>, pri

tretiranih rastlinah pa je le-ta bila  $20 \text{ ng g}^{-1}$ . Poskus je pokazal, da je mogoče povečati vsebnost selena v bučnih semenih s foliarno fertilizacijo in tako dobiti semena, ki so bogat vir prehranskega selena, kar je lahko uporabno izhodišče za obogatene prehranske izdelke (Stibilj in sod., 2004: 142).

### 2.3 UČINKI UV ŽARKOV NA ORGANIZME

Razvoj rastlinskega življenja na zemlji je postal mogoč z razvojem ozonske ( $\text{O}_3$ ) plasti v zemeljski stratosferi, ki ima sposobnost vsrkanja vsega organizmom najbolj škodljivega UV-C ( $<280 \text{ nm}$ ) sevanja in delno UV-B ( $280\text{-}320 \text{ nm}$ ) sevanja. Že nekaj časa se količina solarnega UV-B sevanja zvišuje kot posledica zmanjševanja stratosferskega  $\text{O}_3$  (Rozema in sod. 1997: 22).

Kako se torej rastline v zemeljskih ekosistemih odzivajo na povečanje le-tega?

Med razvojem zemeljskega rastlinstva je bila količina atmosferskega ( $\text{O}_2$ ) kisika in potemtakem stratosferskega  $\text{O}_3$  nižja kot danes. Torej bi sončni UV-B takrat presegel današnjo stopnjo. Stopnje sončnega UV-B pa sedaj na zemlji zelo opazno nihajo v skladu zemljepisno širino, nadmorsko višino, letnim časom in dnevnim časom. To naravno nihanje UV-B stopenj na zemlji opazno presega zvečanje sončnega UV-B, ki je posledica zmanjšanja stratosferskega  $\text{O}_3$ . UV-B okolje pri zemeljskem rastlinskem življenju torej zelo niha v času in prostoru (Rozema in sod., 1997: 22).

Povečana stopnja UV-B lahko vpliva na strukturo in funkcije ekosistemov neposredno ali posredno. Neposredne vplive na ekosistem razumemo kot takojšnje škodljive vplive na rast in razvoj rastlin in drugih organizmov v ekosistemu, kot so vretenčarji, žuželke, glive in mikrobi. Neposredni vplivi sončnega UV-B lahko prav tako vključujejo takojšnje fotokemične reakcije v snoveh, kot je fotodegradacija pri odmrli rastlini, spremembe v živalskih telesih, kot npr. razpad ptičjega perja. Posredni UV-B vplivi pa se nanašajo na sekundarne posledice v ekosistemih, ki se izražajo pri rastlinski morfogenezi in sekundarnem rastlinskem metabolizmu (Rozema in sod., 1997: 25).

Učinki povečanega UV-B sevanja so večplastni: opazni upad pridelka pri gospodarsko pomembnih poljščinah, poškodbe na fotosistemu I (PS I) in fotosistemu II (PS II), motnje pri karboksilatnem encimu, poškodbe DNK, oksidativni stres in ultrastrukturne spremembe (Valkama in sod., 2003: 268).

Negativen vpliv UV-B sevanja se kaže tudi na kmetijske pridelke. Posledice povečanega UV-B na kulture rastlin vključujejo zmanjšanje pridelka, spremembe pri kompeticiji med vrstami, zmanjšanje fotosintetične aktivnosti, občutljivost oz. dovzetnost za bolezni in spremembe v strukturi ter pigmentaciji. Ob visokem UV-B sevanju se zmanjšajo tako vegetativni in reproduktivni parametri, kar se odraža v zmanjšani kvantiteti poganjkov.

Raziskovalci so opravili eksperiment z dodajanjem UV-B sevanja na bombaž med rastno sezono. Bombaž sodi med najbolj vsestranske poljščine in je vlaknata poljščina, ki je pomembna za trgovino in gospodarstvo številnih držav. Prišli so do rezultatov, da z dodajanjem dodatnega 9,5 % UV-B sevanja bombaž utрпи naslednje negativne posledice: pri rasti se višina zmanjša za 14 %, listna površina za 29 % in skupna biomasa za 34 %. Prav tako se je zmanjšala kvaliteta vlaken, ekonomski donos pa je upadel za 72 % (Gao in sod., 2003: 241).

UV sevanje povzroča določeno stopnjo oksidativne škode (pirimidinski hidrati) in na prečnih vezeh (DNK-beljakovina in DNK-DNK). Glavne in verjetno najpomembnejše poškodbe pa povzročajo pojavljanje različnih tipov pirimidinskih dimerov. Zaradi njihovega učinka na transkripcijo je prisotnost le-teh izjemno toksična in je mehanizem za njihovo učinkovito odstranitev iz nenadomestljivih končno diferenciranih celic ključna funkcija vsakega živega organizma, ki je izpostavljen sončni svetlobi. To še posebej velja za rastline, saj za njih, kot fototrope, ne obstaja nobeno naravno okolje, kjer vidna svetloba ne bi vsebovala UV sevanja, prav tako pa noben zaščitni pigment ne more absorbirati 100 % sprejetega UV-B sevanja (Britt, 1999: 21).

Obstajata dve glavni kategoriji mehanizmov za popravilo DNK: poškodbe se lahko neposredno reverzno popravijo; poškodbe se lahko tudi odstranijo iz genoma, obstoječe vrzeli pa se lahko popravijo z uporabo nepoškodovanega dela vijačnice DNK, ki služi kot matrika. V primeru pirimidinskih dimerov pri večini organizmov delujeta oba mehanizma, s katerima je mogoče popraviti dimere (Britt, 1999: 21).

UV-B, skupaj s temperaturo, vpliva tudi na sojo (*Glycine max* L.), konkretnije na morfologijo cvetov in peloda, produkcijo peloda, klitje in dolžino peclja. Raziskava je pokazala, da so bile rastline, ki so rasle pod povečanima UV-B in temperaturo, skupaj ali v kombinaciji, podvržene negativnim spremembam na vseh zgoraj omenjenih področjih, ne glede na tretiranje s CO<sub>2</sub> (Koti in sod., 2005: 725).

Zanimivo in nasprotujoče si z ostalimi študijami pa je dognanje Valkame in sod. (2003) na jagodah in ječmenu, da UV-B sevanje ni imelo vpliva na rast, biomaso in maksimalno učinkovitost PS II. To dognanje je v skladu z izsledki, ki kažejo, da UV-B žarki prav tako ne vplivajo na pridelek graha in ječmena ter višino, ki jo doseže pšenica. Nedavna meta-analiza je pokazala nič en oz. majhen vpliv povečanja UV-B na morfološke parametre, kot sta višina rastline in listna masa na površino, in na spremembe, ki se nanašajo na fotosintezo, vključujoč vsebnost listnega klorofila in klorofilne fluorescence (Valkama in sod., 2003: 276).

Obstajajo pa tudi rastline, ki uspevajo v nizki vodi in ki so obdržale sposobnost sintetiziranja UV absorpcijskih spojin, t. j. različnih glikoflavonov, kar jim omogoča zaščito pred UV-B sevanjem (Germ in sod., 2002: 37).

Znanstveniki so raziskali tudi vpliv UV-C sevanja na mikrobne populacije in propadanje tkiva *Cucurbita-e pepo*. Raziskovalci so izpostavili vzorce tkiva cukinija (*Cucurbita pepo* L. cv. Tigress) ultravijoličnim C žarkom (UV-C) z uporabo germicidnih luči za čas 1, 10 in 20 minut. Samo vzorci, ki so bili 10 in 20 minut izpostavljeni UV-C, so pokazali pomembno zmanjšanje mikrobne aktivnosti in s tem manjše propadanje tkiva (pri shranjevanju na 5 ali 10° C). Pri vzorcih, ki so jih 10 in 20 minut dnevno 12 dni obsevali z UV-C pri temperaturi 10° C, je bilo mogoče opaziti rahlo radiacijsko poškodbo (sprememba barve v rdeče-rjavo) na površju vzorca, medtem ko tisti pri 5° C niso kazali nobenih poškodb (Erkan in sod., 2001: 1).

### 3 MATERIAL IN METODE

#### 3.1 RASTLINSKI MATERIAL

Semena *C. pepo* L. smo posejali v laboratoriju v sterilnih razmerah 3. maja 2003. Mlade rastline smo prenesli na laboratorijsko polje Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani (320 m n.m.v., 46°35'S, 14°55'V) 19. maja. Posajene so bile na parcelicah z merami 1,5m x 1,5m (dve rastlini na parcelo, štiri ponovitve), 20. junija smo rastline foliarno tretirali s selenom in pokrili s folijami. Meritve fluorescence in ETS smo opravili 4. julija; 8. avgusta smo plodove buč pobrali in jih izmerili.

#### 3.2 RASTNE RAZMERE

Poskusi so vključevali okoljsko sevanje brez tretiranja s selenom (UV1Se0), okoljsko sevanje in selenovo škropivo (UV1Se1), odvzem UV-B okoljskega sevanja prav tako brez selenovega tretiranja (UV0Se0), in odvzem UV-B okoljskega sevanja z dodanim selenovim škropivom (UV0Se1). Valovne dolžine pod 320 nm smo izločili tako, da smo parcele pokrili z 0,15 mm debelo Mylar folijo. Kontrolne rastline, ki so prejemale okoljsko sončno sevanje pa smo pokrili z 0,15 mm debelo polietilensko folijo, ki je prepuščala UV-B sevanje in le minimalno zmanjšala ostale valovne dolžine. UV-B sevanje je bilo izključeno in selen je bil nanesen 49. dan po setvi. To je sovpadalo začetkom cvetenja. Selen smo nanесли v obliki foliarnega škropljenja z natrijevim selenatom s koncentracijo 1,5 mg l<sup>-1</sup>. Kontrolne rastline smo poškopili z destilirano vodo, ki ni vsebovala nobenih zaznavnih količin selena.

#### 3.3 MERITVE

Fotokemično učinkovitost fotosistema (PS) II in ETS aktivnost smo izmerili 14 dni po tretiranju. Pridelek buč smo izmerili ob koncu poskusa. Plodove buč smo pobrali tako, da smo odrezali pecelj 5 cm od ploda in jih stehali.

Fotokemično učinkovitost PS II listov smo izmerili z uporabo fluorometra OS-500 (Opti-Sciences, Tyngsboro MA, ZDA). Optimalna količina pridobitka ( $F_v/F_m$ ) je stopnja učinkovitosti energijske pretvorbe v PS II.  $F_0$  in  $F_m$  sta minimalni in maksimalni klorofilni  $\alpha$  fluorescenčni donos na temo prilagojenih primerkih,  $F_v$  pa je variabilna fluorescenca, kar izrazimo s formulo  $F_v = F_m - F_0$ . Fluorescenca smo spodbudili z nasičenim žarkom »bele svetlobe« (gostota fotosintetičnega fotonskega toka PPF = 8000  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , 0,8 s). Efektivni količinski donos pri PS II nam poda oceno dejanske učinkovitosti spremembe energije pri PS II in ga definiramo kot  $(F_m' - F)/F_m' = \Delta F/F_m'$ .  $F_m'$  je maksimalna fluorescenca osvetljenega primerka in  $F$  je stabilno stanje fluorescence.

Efektivni količinski donos PS II smo merili pri nasičenem sevanju (1800  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) pri prevladujoči okoljski temperaturi z dodajanjem nasičenega impulza »bele svetlobe« (PPFD = 9000  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , 0,8 s) z uporabo standardne 60° kotne zaponke.



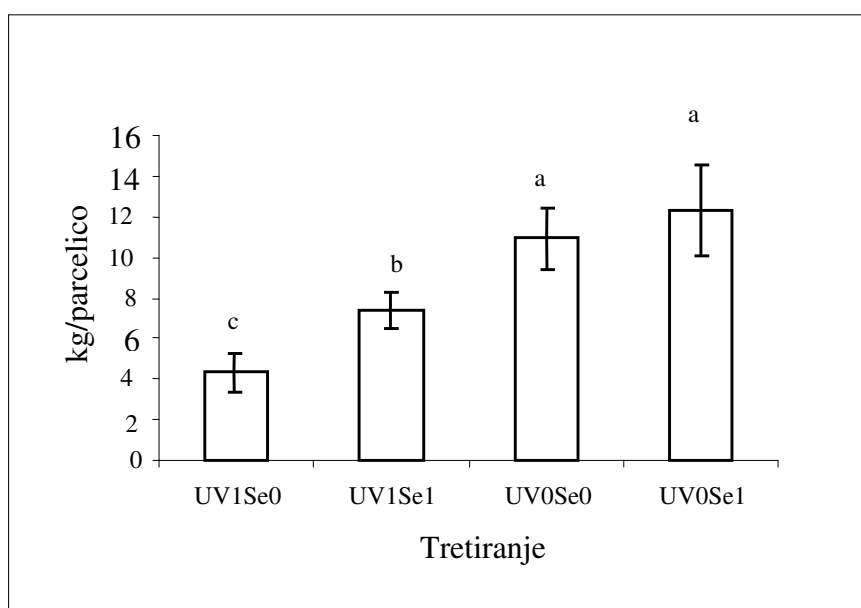
Dihalni potencial smo merili kot ETS aktivnost mitohondrijev. Že znano težo svežih listov smo zdrobili v terilnici s pomočjo ohlajenega 0,1 M natrijevega fosfata (pH 8,4), ki je vseboval 0,15 % (w/v) polivinil pirolidona, 75  $\mu$ M MgSO<sub>4</sub> in 0,2 % (v/v) Triton-X-100, čemur je sledila ultrazvočna homogenizacija. Ekstrakt smo centrifugirali na 8500 x g 4 minute pri 1° C. Ostanek supernatanta smo dodali substratni raztopini (0,1 M natrijevega fosfata (pH 8,4), 1,7 mM NADH, 0,25 mM NADPH, 0,2 % (v/v) Tritona -X-100), in 20 mg 2-*p*-jodo-fenil 3-*p*-nitrofenil 5-fenil tetrazolijevemu kloridu (INT), ter 10 ml bidestilirani vodi. Vso zmes smo 40 min inkubirali pri 20° C. Absorbanco nastalega formazana smo zmerili pri 490 nm. ETS aktivnost smo izračunali kot stopnjo INT redukcije, kar smo pretvorili v količino uporabljenega kisika na mg suhe listne mase (DM) na časovno enoto. Analiza je bila opravljena v laboratoriju Nacionalnega inštituta za biologijo v Ljubljani.

### 3.4 STATISTIČNA ANALIZA

Vse meritve so bile opravljene na štirih do šestih paralelnih vzorcih. Podatke smo vnesli v multifaktorsko ANOVA-o (Statgraphics Version 4). Statistična značilnost P = 0,05.

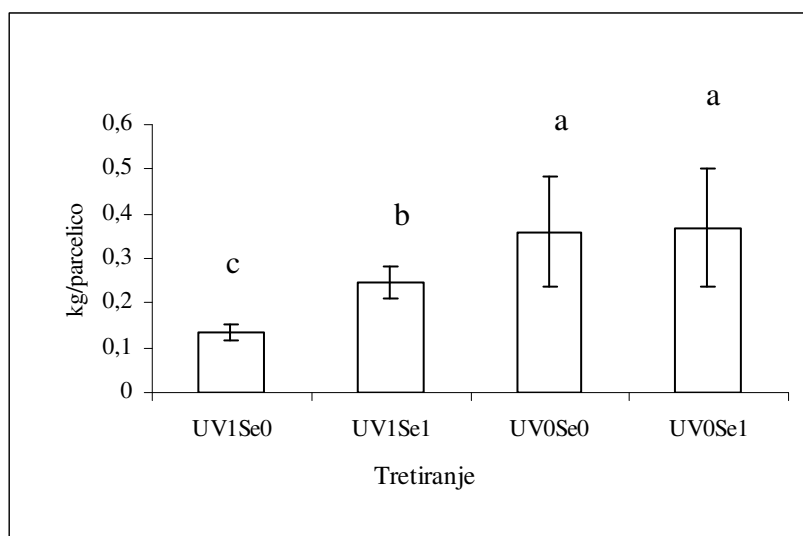
## 4 REZULTATI

Izključitev UV-B iz sončnega sevanja se je odrazilo v več kot dvakratnem povečanju pridelka buč, ki niso bile tretirane s selenom, in 1,6-kratnem pridelku pri bučah s selenovim tretmajem z vključitvijo UV-B sevanja. Najvišja fotokemična učinkovitost se je pokazala pri pridelkih, ki niso bili izpostavljeni UV žarčenju in ki smo jih foliarno tretirali s selenom. Vendar pa je razlika med foliarno s selenom tretiranimi rastlinami ob izključitvi UV in med tistimi, ki niso bile tretirane z njim, le minimalna. Zgoraj navedeno je razvidno v spodnjem grafu (slika 1).



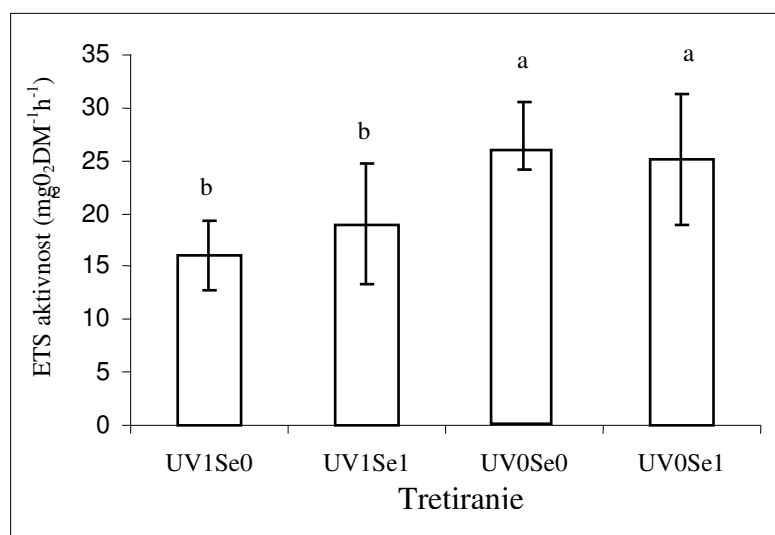
Slika 1: Priderek plodov buč (kg/parcelico) pri bučah, ki so rasle pri različnem UV-B in Se tretiranju. Odklonske daljice kažejo 95% interval zaupanja. Stolpci, ki so označeni z različnimi črkami, se statistično pomembno razlikujejo (95% verjetnost). Okoljsko sevanje (UV1Se0), okoljsko sevanje in selenov sprej (UV1Se1), izključitev UV-B okoljskega sevanja (UV0Se0), izključitev UV-B okoljskega sevanja in selenov sprej (UV0Se1).

Eksperiment je pokazal, da je najnižji pridelok suhih bučnih semen pri izpostavitvi rastline buče okoljskemu UV sevanju, pri čemer rastlina ni tretirana s selenom. Edino ta podatek se od ostalih statistično pomembno razlikuje. Najvišji pridelok pa smo dosegli pri odvzemu UV-B sevanja ob sočasnem tretiranju s selenom.



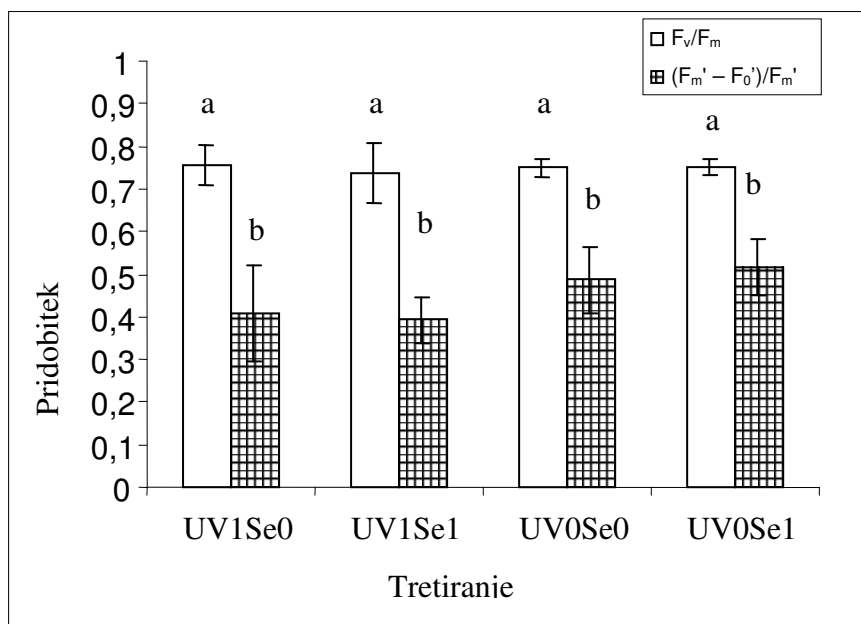
Slika 2: Pridelek suhih bučnih semen (kg/parcelico) pri bučah, ki so rasle pri različnem UV-B in Se tretiranju. Odklonske daljice kažejo 95% interval zaupanja. Stolpci, ki so označeni z različnimi črkami, se statistično pomembno razlikujejo (95% verjetnost). Okoljsko sevanje (UV1Se0), okoljsko sevanje in selenov sprej (UV1Se1), izključitev UV-B okoljskega sevanja (UV0Se0), izključitev UV-B okoljskega sevanja in selenov sprej (UV0Se1).

Če primerjamo rastline, ki so rasle pod vplivom okoljskega sončnega sevanja, so tiste brez UV-B sevanja pokazale 1,7-krat večjo ETS aktivnost pri rastlinah, ki niso bile tretirane s selenom in 1,3-krat večjo pri rastlinah, ki smo jih foliarno tretirali s selenom. Foliarno delovanje s selenom pa ni pokazalo nobenega učinka na ETS pri bučah.



Slika 3: Aktivnost sistema končnega transporta elektronov (ETS) v bučah pri različnem UV-B in Se tretiranju. Odklonske daljice kažejo 95% interval zaupanja. Stolpci, ki so označeni z različnimi črkami, se statistično pomembno razlikujejo (95% verjetnost). Okoljsko sevanje (UV1Se0), okoljsko sevanje in selenov sprej (UV1Se1), izključitev UV-B okoljskega sevanja (UV0Se0), izključitev UV-B okoljskega sevanja in selenov sprej (UV0Se1).

Ne UV-B žarčenje, ne tretma s selenom nista vplivala na potencialno oz. efektivno fotokemično učinkovitost PS II (fotosistem II).



Slika 4: Potencialna ( $F_v/F_m$ ) in efektivna fotokemična učinkovitost (pridobitek) fotosistema II ter rast buč z različnim UV-B in Se tretiranjem. Odklonske daljice kažejo 95% interval zaupanja. Stolpci, ki so označeni z različnimi črkami, se statistično pomembno razlikujejo (95% verjetnost). Okoljsko sevanje (UV1Se0), okoljsko sevanje in selenov sprej (UV1Se1), izključitev UV-B okoljskega sevanja (UV0Se0), izključitev UV-B okoljskega sevanja in selenov sprej (UV0Se1).

## 5 RAZPRAVA IN SKLEPI

### 5.1 RAZPRAVA

Tretiranje s selenom občutno poveča pridelek buč pri izpostavljenju UV-B sevanju. Ta opazovanja so pokazala občutljivost pridelka buč na sedanjo stopnjo UV-B okoljskega žarčenja v Sloveniji. Zaviralni učinki UV-B žarčenja na rast so bili že ugotovljeni za ajdo in druge poljščine. Stimulacijski efekt foliarnega nanosa selena na pridelek buč, ki smo ga preiskovali v tej raziskavi je konsistenten s podobnimi opazovanji pri ljulki, solati in krompirju (Germ, 2006: 275).

Povečanje pridelka je bilo veliko večje pri rastlinah, ki so bile izpostavljene zmanjšanemu UV-B sončnemu sevanju skupaj z nanosom selena, kot pri tistih, ki so dobile enega izmed tretmajev ločeno. To lahko razložimo s tem, da je pospeševalen učinek selena na rast rastlin z UV-B tretmajem posledica zaščite kloroplastnih encimov.

Zaviralni učinek UV-B sevanja na ETS aktivnost, ki smo ga opazovali pri tej raziskavi na bučah, se je pokazal tudi pri običajni in tatarski ajdi (Germ in sod., 2005: 446). ETS aktivnost je stopnja metaboličnega potenciala organizmov. Visoka ETS aktivnost pri bučah, ki so rasle brez UV-B sevanja, je sovpadala z velikim pridelkom. Glede na vse naštetu lahko predvidevamo, da je slab pridelek buč, ki so bile izpostavljene UV-B sevanju, posledica poslabšanega pretoka elektronov v dihalni verigi.

Vrednosti potencialne fotokemične učinkovitosti so se približale teoretičnemu maksimumu 0,83; kar kaže na nepoškodovan antenski kompleks. Čeprav je bila efektivna učinkovitost PS II nižja od potencialne, bližina potencialne fotokemične učinkovitosti in teoretičnega maksimuma kaže na reverzibilno inaktivacijo in ne na poškodbo reakcijskega centra.

### 5.2 SKLEPI

Izsledki eksperimenta so zlasti pomembni s stališča prihodnje proizvodnje in trženja. Pri gojenju buč je torej smiselna foliarna aplikacija selena, ob preprečitvi UV-B sevanja z ustrezno folijo. S tem se poveča količina pridelka, s kemijskega vidika pa se poveča vsebnost selena v mesu buč in suhih bučnih semenih. Ker je selen ključnega pomena v človekovi prehrani bi lahko z omenjenim tretiranjem zvišali tržno ceno buč in hkrati zadostili potrebam organizma po tem elementu.

## 6 POVZETEK

Pri bučah so uporabni skoraj vsi deli: bučno meso, semena in cvetovi. Uporabljamo jih v prehrani ljudi (olje, semena), prehrani živali, v zdravstvene in kozmetične namene, ter za okras.

Selen je v majhnih količinah nujno potreben za pravilno delovanje organizma. Ker ga na določenih območjih primankuje, bi ga lahko s foliarnim tretiranjem dodajali rastlinam.

UV sevanje ima različne vplive na ekosistem. Povečane količine lahko negativno vplivajo na rastline. V eksperimentu nas je zanimalo, kaj se zgodi pri zmanjšani količini UV-sevanja.

Izvedli smo štiri tretiranja, v katerih smo obravnavali različne kombinacije dveh dejavnikov: foliarno dodan selen in okoljsko UV sevanje.

Buče (*C. pepo* L.), ki so rasle na polju, so pokazale občutljivost na okoljsko UV-B sevanje, kar se je statistično značilno odrazilo z zmanjšanim pridelkom. Foliarno tretiranje s selenom pa je po drugi strani obrnilo ta učinek, kar se je odrazilo v pomembnem povečanju pridelka pri rastlinah, ki so bile nezaščiten izpostavljene sončnemu sevanju. Dihalni potencial, ki smo ga merili z ETS aktivnostjo, je bil manjši pri tistih bučah, ki so rasle v okolju s sevanjem.

Poškodbe, ki jih povzroča UV-B sevanje so posledica tvorbe prostih radikalov v rastlinah. Da bi rastline preživele njihove škodljive vplive, morajo akumulirati molekule, s katerimi lahko zmanjšajo proste radikale. Selen ščiti rastline pred oksidacijskim stresom, ki ga povzroča UV žarčenje in tako omogoča rast rastlin, ki so izpostavljene visokemu energijskemu žarčenju.

Na fotokemično učinkovitost fotosistema II UV-B žarčenje in foliarni nanos selena ne vplivata.

## 7 VIRI

- Arriaga L., Huerta E., Lira-Saade R., Moreno E, Alarcon J. 2005. Assessing the risk of releasing transgenic *Cucurbita* spp. in Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 107: 1-9.
- Babnik N. 2000. Tehnologija pridelave bučk (*Cucurbita pepo* L.). *Sodobno kmetijstvo*, 33: 178-180.
- Britt A. B. 1999. Molecular genetics of DNA repair in higher plants. *Trends in Plant Science*, 4, 1: 20-25.
- Caili F., Huan S., Quanhong L. 2006. A review of pharmacological activities and utilization technologies of pumpkin. *Plant Foods for Human Nutrition*, 61: 73-80.
- Celar F. 2000. Bolezni bučnic. *Sodobno kmetijstvo*, 33: 162-165.
- Černe M. 1988. Plodovke. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 128 str.
- Erkan M., Wang C. Y., Krizek D.T. 2001. UV-C irradiation reduces microbial populations and deterioration in *Cucurbita pepo* fruit tissue. *Environmental and Experimental Botany*, 45: 1-9.
- FAOSTAT. 2006. Pridelovalne površine v ha.  
<http://faostat.fao.org/site/408/DesktopDefault.aspx?PageID=408> (20. nov. 2006)
- FAOSTAT. 2006. Proizvodnja v tonah.  
<http://faostat.fao.org/site/408/DesktopDefault.aspx?PageID=408> (20. nov. 2006)
- Gao W., Zheng Y., Slusser J. R., Heisler G. M. 2003. Impact of enhanced ultraviolet-B irradiance on cotton growth, development, yield, and qualities under field conditions. *Agricultural and Forest Meteorology*, 120: 241-248.
- Germ M., Mazej Z., Gaberščik A., Häder D.-P. 2002. The influence on enhanced UV-B radiation on *Batrachium trichophyllum* and *Potamogeton alpinus* – aquatic macrophytes with amphibious character. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 66: 37-46.
- Germ M., Kreft I., Osvald J. 2005. Influence of UV-B exclusion and selenium treatment on photochemical efficiency of photosystem II, yield and respiratory potential in pumpkins (*Cucurbita pepo* L.). *Plant Physiology and Biochemistry*, 43: 445-448.

- Germ M. 2006. Odziv kmetijskih rastlin na UV-B sevanje. *Acta agriculturae Slovenica*, 87: 275 – 283.
- Glew R.H., Glew R.S., Chuang L.-T., Huang Y.-S., Millson M., Constans D., Vanderjagt D.J. 2006. Amino Acid, Mineral and Fatty Acid Content of Pumpkin Seeds (*Cucurbita* ssp.) and *Cyperus esculentus* Nuts in the Republic of Niger. *Plant Foods for Human Nutrition*, 61: 51-56.
- Haavisto A., Hella A., Hurmola O., Tuomi V. 1996. Čudežni svet elementov. 1. izdaja. Ljubljana, DZS: 160 str.
- Hartikainen H., Xue T., Piironen V. 2000. Selenium as anti-oxidant and pro-oxidant in ryegrass. *Plant and Soil*, 225: 193-200.
- Hessayon D. G. 1997. Zelenjava. Ljubljana, Mladinska knjiga: 144 str.
- Ivančič A., Šiško M., Bohanec B., Šiftar S. 2004. Morpho-agronomic characteristics of the interspecific hybrid *Cucurbita ficifolia* x *C. maxima*. *Agricultura*, 3: 1-5.
- Jakop M., Grobelnik Mlakar S., Bavec F. 2003. Oljna buča – med tradicijo in sodobno tehnologijo. *Sodobno kmetijstvo*, 11/12: 26-27.
- Kakani V. G., Reddy K. R., Zhao D., Mohammed A. R. 2003. Effects of ultraviolet-B radiation on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) morphology and anatomy. *Annals of Botany*, 91: 817-826.
- Kocjan Ačko D. 1996. Perspektive oljnic v Sloveniji v smeri pridobivanja surovin za prehrano in pogonska goriva. Perspektive oljnic v Sloveniji v smeri pridobivanja surovin za prehrano in pogonska goriva. V: *Novi izzivi v poljedelstvu '96 : zbornik simpozija, Radenci, 9. in 10. decembra 1996 : proceedings of symposium*. ŠESEK, Predrag (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 89-93.
- Kocjan Ačko D. 1999. Pozabljene poljščine. 1. izdaja. Ljubljana, Kmečki glas: 187 str.
- Koti S., Raja Reddy K., Reddy V. R., Kakani V. G., Zhao D. 2005. Interactive effects of carbon dioxide, temperature, and ultraviolet-B radiation on soybean (*Glycine max* L.) flower and pollen morphology, pollen production, germination, and tube lengths. *Journal of Experimental Botany*, 56, 412: 725-736.
- Kreft I., Stibilj V., Trkov Z. 2002. Iodine and selenium contents in pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) oil and oil-cake. *European Food Research and Technology*, 215: 279-281.



- Milevoj L. 2000. Škodljivci na nekaterih bučnicah. *Sodobno kmetijstvo*, 33: 166-169.
- Murkovic M., Pfannhauser W. 2000. Stability of pumpkin seed oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 102: 607-611.
- Nerima A. 1950. Industrijske rastline. Ljubljana, DZS: 85 str.
- Oppermann A. 2007. Buče. Ljubljana, Mladinska knjiga: 126 str.
- Osvald J., Kogoj-Osvald M. 1994. Pridelovanje zelenjave na vrtu. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 241 str.
- Osvald J., Kogoj-Osvald M. 2003. Integrirano pridelovanje zelenjave. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 295 str.
- Podgornik Reš R., 2003. Čarobni svet buč. Ljubljana, ČZD Kmečki glas: 158 str.
- Rozema J., van de Staaij J., Björn L. O., Caldwell M. 1997. UV-B as an environmental factor in plant life: stress and regulation. *Tree*, 12, 1: 22-28.
- Rouphael Y., Colla G. 2005. Radiation and water use efficiencies of greenhouse zucchini squash in relation to different climate parameters. *European Journal of Agronomy*, 23: 183-194.
- Sacilik K. 2007. Effect of drying methods on thin-layer drying characteristics of hull-less seed pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). *Journal of Food Engineering*, 79: 23-30.
- Statistični letopis 2005. Ljubljana, SURS.  
[http://www.stat.si/letopis/indexs\\_vsebina.asp?leto=2005&jezik=si](http://www.stat.si/letopis/indexs_vsebina.asp?leto=2005&jezik=si) (30. nov. 2006)
- Stibilj V., Kreft I., Smrkolj P., Osvald J. 2004. Enhanced selenium content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) and pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds by foliar fertilisation. *European Food Research and Technology*, 219: 142-144.
- Šiško M., Ivančič A., Bohanec B. 2003. Genome size analysis in the genus *Cucurbita* and its use for determination of interspecific hybrids obtained using the embryo-rescue technique. *Plant science*, 165: 663-669.
- Ugrinović K. 2000. Fiziološke motnje v razvoju rastlin in plodov bučnic. *Sodobno kmetijstvo*, 33: 170-172.

Valkama E., Kivimäenpää M., Hartikainen H., Wulff A. 2003. The combined effects of enhanced UV-B radiation and selenium on growth, chlorophyll fluorescence and ultrastructure in strawberry (*Fragaria x ananassa*) and barley (*Hordeum vulgare*) treated in the field. *Agricultural and Forest Meteorology*, 120: 267-278.

Wertheim J., Oxlade C., Waterhouse J. 1991. *Kemija*. 1. ponatis. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 128 str.

## ZAHVALA

Za strokovno pomoč in nasvete pri izdelavi diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju akademiku prof. dr. Ivanu Kreftu. Prav tako se zahvaljujem dr. Mateji Germ za opravljene analize ETS aktivnosti na Nacionalnem inštitutu za biologijo. Prof. dr. Jožetu Osvaldu se zahvaljujem za nasvete v zvezi s postavitvijo in oskrbo poskusa, Mateju Jeraša pa za postavitev tunelov s folijami.

Zahvaljujem se stari mami Mariji Iršič, ki mi je omogočila študij, za vso njeno podporo in finančno pomoč v študijskih letih.

Zahvala gre tudi Robiju Krivonogu, Tadeju Bračeku in Petru Urankarju za njihovo pomoč, potrpežljivost, inštrukcije in moralno podporo.

Posebna zahvala gre asist. dr. Zaliki Črepinšek za vso pomoč in vzpodbudo pri študiju, ter moji zdravnici Mariji Rančigaj-Žabkar, dr. med. za uspešno zdravljenje.