

**Agrovoc descriptors:** cucurbita pepo, cucurbitaceae, cucurbit fruits, cucurbit vegetables, selenium, solar radiation, ultraviolet radiation, crop yield, oxidation, damage, radiation damage, foliar application, application methods

**Agris category code:** f01, f61

## Vpliv selena in izključitve UV-B sevanja na pridelek semen buč golic

Lucija Glorija JELEN<sup>1</sup>, Vida ŠKRABANJA<sup>2</sup>

Delo je prispelo 3. septembra 2010, sprejeto 18. maja 2011.  
Received: September 3, 2010; accepted: May 18, 2011.

### IZVLEČEK

Raziskan je bil vpliv okoljskega sončnega sevanja z in brez UV-B dela spektra ter foliarnega gnojenja z raztopino selenata na pridelek bučnic buče golic (*Cucurbita pepo* L.). Pridelek semen na enoto površine je bil večji, ko je bil s filtriranjem UV-B sevanja odstranjen vpliv tega dela spektra na rastline, v primerjavi z vplivi celotnega sončnega spektra. Na osnovi rezultatov se ugotavlja, da je manjši pridelek v razmerah celotnega sončnega spektra odvisen od antioksidativnih poškodb, ki jih povzročata UV-B sevanje, saj je foliarno tretiranje z raztopino selenata zmanjšalo negativen vpliv tega sevanja.

**Gljučne besede:** buče, bučnice, olje, selen, UV-B sevanje

### ABSTRACT

#### IMPACT OF SELENIUM AND UV-B RADIATION ON THE YIELD OF NAKED PUMPKIN SEEDS

The impact of ambient and filtered solar UV-B radiation and of selenium foliar treatment on the yield of naked seeds in pumpkins, *Cucurbita pepo* L. was determined. Seed yield was higher when solar UV-B radiation was filtered out. The results suggested that the reduced yield under solar UV-B radiation was related to the oxidative damage, as selenium foliar treatment increased the yield under ambient radiation conditions.

**Key words:** pumpkins, naked pumpkin seeds, oil, selenium, UV-B radiation

### 1 UVOD

Buče spadajo v red *Cucurbitales*, ki vsebuje eno samo družino *Cucurbitaceae* (bučevke) (Jakop in sod., 2003). Najpomembnejše in najbolj razširjene vrste so: navadna buča (*Cucurbita pepo* L.), orjaška buča (*Cucurbita maxima* Duch.) in muškata buča (*Cucurbita moschata* Duch.). Iz navadnih, njivskih krmnih buč so bile vzgojene sorte in hibridi za olje, sorte vrtnih jedilnih buč in sorte okrasnih buč (Kocjan Ačko, 1999). Sorte se med seboj razlikujejo po obliki rasti (plezajoča ali sedeča stebila), po obliki plodov (podolgovati, okrogli, ploščati, gobasti, hruškasti itn.) in namenu uporabe (Osvald in Kogoj-Osvald, 1994). Uporabni so skoraj vsi deli: bučno meso, včasih z lupino vred, semena (golic in belic) in cvetovi.

Bučno seme je bogato s pomembnimi hranilnimi sestavinami, kot so vitamin E (tokoferoli  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ),

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, nujno potrebna za presnovo v telesu (Jakop in sod., 2003). Semena lahko zaužijemo kot prigrizek, raziskave pa kažejo na njihov dober učinek pri zdravljenju prostate (Sacilik, 2007). 10 gramov bučnih semen 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 (če so bučne rastline dobro preskrbljene s selenom, lahko 10 g bučnih semen zagotovi kar 18,4 % dnevnih potreb po selenu), bakru, kromu in molibdenu. Bučno seme vsebuje pomembno količino linolne kisline. 10 gramov semen pri 1 do 8-

<sup>1</sup> Univ. dipl. inž. agr., Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, Slovenija.

<sup>2</sup> Docentka, dr., Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, Slovenija, e-mail: vida.skrabanja@guest.arnes.si

letnem otroku pokrije 15,4 % dnevni potreb po ključno pomembni n-6 maščobni kislini (Glew in sod., 2006).

Golice (bučna semena brez ovoja), na široko pridelujejo v Sloveniji, v južnih avstrijskih območjih (Štajerska) in sosednjih pokrajinah ter na Madžarskem. Buče, gojene na avstrijskem Štajerskem, imajo visoko vsebnost zelenih semen brez ovoja. Olje, ki ga iztisnemo iz bučnih semen, je pogosto uporabljeno kot solatno olje (Murkovic in Pfannhauser, 2000). Je temno zelene barve, z močnim, značilnim okusom, ter pomemben vir prehranskih rastlinskih sterolov in vitamina E (Kreft in sod., 2002). Ni primerno za kuhanje in cvrtje zaradi barve in visoke vsebnosti (do 78 %) nenasičenih maščobnih kislin (Kocjan Ačko, 1996). Bučno olje je zdravilno, predvsem če ga pripravljamo po hladnem postopku (Černe, 1988). Ko je olje izloženo, ostanejo pogače ali tropine, ki so bogate z beljakovinami in v nekaterih primerih tudi s selenom (Stibilj in sod., 2004).

Selen je kemijski element, ki je v majhnih količinah nujno potreben za pravilno delovanje človeškega in živalskega organizma (dolgotrajno uživanje 2,5-3 mg ali več dnevno pa vodi do kroničnih zastrupitev). Pomanjkanje selena je povezano z nekaterimi rakastimi obolenji, boleznimi srca (bolezen Keshan, odkrita na Kitajskem je bila otrokom smrtno nevarna), vnetji sklepov ter zmanjšano odpornostjo na bolezni in viruse. Povezan je tudi s presnovo maščob, saj selen vsebuje encim glutation peroksidazo, ki vsebuje selen in se brez ustrezne količine tega elementa ne more sintetizirati. Selen najdemo v žitih, ribah, mesu in drobovini (Haavisto in sod., 1996). Če ga na določenih območjih primanjkuje, ga lahko rastlinam dodajamo z mineralnimi gnojili, foliarnim nanosom ali namakanjem semen, v prehrani ljudi pa z različnimi prehranskimi nadomestki. Slovenija ima srednjo stopnjo pomanjkanja selena (Stibilj in sod., 2004).

Vsebnost selena v semenih, olju in oljnem kolaču buče (*Cucurbita pepo* L.) so analizirali Kreft in sod. (2002). Selen je vključen predvsem v beljakovinah, pri stiskanju olja pa ostanejo beljakovine praktično v celoti v tropinah oz. v kolaču (selen je torej bolj koncentriran v oljnem kolaču kot v celotnih semenih). Pri olju je bila vsebnost selena pod mejo zaznavanja z uporabljeno metodo (manj kot  $0,001 \text{ mg kg}^{-1}$ ), bučno olje je torej siromašen vir selena. Če primerjamo priporočeni dnevni odmerek (RDA) za selen, ki znaša  $55 \text{ } \mu\text{g/dan}$ , ocenjujemo, da lahko le majhen del dnevnega vnosa pokrijemo z oljnim kolačem iz slovenskih buč (Kreft in sod., 2002). Stibilj in sod. (2004) pa so s foliarno fertilizacijo povečali vsebnost selena v bučnih semenih in tako dobili semena, ki so bogat vir prehranskega selena, kar je lahko uporabno izhodišče za obogatene prehranske izdelke (Stibilj in sod., 2004).

V raziskavi o delovanju selena kot anti- in prooksidanta, pri npr. ljujki je ugotovljeno, da je selen deloval pri nižjih koncentracijah antioksidantno, pri višjih pa je deloval prooksidantno in posledično imel dvojni učinek na metabolizem ter rast ljujke. Pozitivni učinek na rast rastlin pri nizki stopnji gnojenja s selenom se je pokazal pri kasnejšem spravilu rastlin. Spodbujevalni učinek selena lahko tako pripišemo pospešeni antioksidaciji, ki je izničila stres zaradi staranja rastlin (Hartikainen in sod., 2000).

Na rast in razvoj rastlin ter poškodbe DNK vpliva ultravijolično sevanje (UV), ki ga oddaja sonce. UV je elektromagnetno valovanje, katerega valovna dolžina je krajša od valovne dolžine vidne svetlobe in daljša od valovne dolžine rentgenskih žarkov. Razdeli se na UV-A; UV-B ter UV-C območja. UV sevanje se delno absorbira v ozonski plasti zemeljskega ozračja, ki ima sposobnost vsrkanja vsega organizmom najbolj škodljivega UV-C sevanja in delno UV-B sevanja, površje dosežejo večinoma UV-A žarki. Zaradi ožanja ozonskega plašča v stratosferi se večja UV-B sevanje na zemeljsko površino, kar lahko vpliva na strukturo in funkcije ekosistemov neposredno (takojšnji škodljivi vplivi na rast in razvoj rastlin in drugih organizmov v ekosistemu) ali posredno (sekundarne posledice v ekosistemi, ki se izražajo pri rastlinski morfogenezi in sekundarnem rastlinskem metabolizmu) (Rožema in sod., 1997). Učinki povečanega UV-B sevanja so torej 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). Posledice povečanega UV-B na kulture kmetijskih rastlin vključujejo zmanjšanje pridelka, spremembe pri tekmovanju med vrstami, zmanjšanje fotosintetične aktivnosti, občutljivost oz. dovzetnost za bolezni in spremembe v strukturi ter pigmentaciji. Ob visokem UV-B sevanju se zmanjšajo vegetativni in reproduktivni parametri, kar se odraža v zmanjšani kvantiteti poganjkov (Gao in sod., 2003).

Pri kopenskih gojenih rastlinah ni naravnega okolja, kjer vidna svetloba ne bi vsebovala tudi UV sevanja, prav tako noben zaščitni pigment ne more absorbirati 100 % sprejetega UV-B sevanja. UV sevanje tako lahko povzroča določeno stopnjo oksidativne škode (pirimidinski hidrati) in na prečnih vezeh (DNK-beljakovina in DNK-DNK). Najpomembnejše poškodbe pa povzroča pojavljanje različnih tipov pirimidinskih dimerov, saj je zaradi njihovega učinka na transkripcijo prisotnost le-teh izjemno toksična (mehanizem za njihovo učinkovito odstranitev je ključna funkcija vsakega živega organizma, izpostavljenega sončni svetlobi). Za popravilo DNK sta dve glavni kategoriji mehanizmov: poškodbe se lahko neposredno reverzno

popravijo ali pa se poškodbe odstranijo iz genoma, obstoječe vrzeli pa se popravijo z uporabo nepoškodovanega dela vijačnice DNK, ki služi kot matrica. V primeru pirimidinskih dimerov pri večini organizmov delujeta oba omenjena mehanizma, s katerima je mogoče popraviti dimere (Britt, 1999).

Raziskava je pokazala, da so bile rastline soje (*Glycine max* L.), ki so rasle pod povečanima UV-B in temperaturo, skupaj ali v kombinaciji, podvržene negativnim spremembam na morfologijo cvetov in peloda, produkcijo peloda, klitje in dolžino peclja, ne glede na tretiranje s CO<sub>2</sub> (Koti in sod., 2005). Bombaž (*Gossypium*) je poljščina, za vlakna pomembna za trgovino in gospodarstvo številnih držav. Raziskovalci so opravili poskus z dodajanjem UV-B sevanja na rastline bombaža med rastno sezono: 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).

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

Znanstveniki so raziskali tudi vpliv UV-C sevanja na mikrobne populacije in propadanje tkiva *Cucurbita-pepo*, pri čemer so z uporabo germicidnih luči za 1, 10 in 20 minut izpostavili vzorce tkiva cukinija (*Cucurbita pepo* L. cv. Tigress) ultravijoličnim C žarkom (UV-C). 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).

Italijanski raziskovalci so se ukvarjali z vplivom sončnega sevanja oz. sevalno energijo pri pridelavi

cukinov (*Cucurbita pepo* L.). Rast rastline in njen pridelek, ko so na voljo voda in hranila v zadostnih količinah ter nanju ne vplivajo pleveli, škodljivci, bolezni in lastnosti zemlje, sta odvisna izključno od sposobnosti rastlin uporabiti sprejeto sončno energijo, ki se akumulira v rastlinski masi. Uporaba sevanja (RUE) meri učinkovitost uporabe sevalne energije, ki jo uporabimo za napovedovanje pridelka in interpretiranje razlik pri pridelavi kot posledico različnih klimatskih razmer. Variabilnost v RUE se razlaga s fizikalnimi parametri (pomanjkanje pritiska izhlapevanja, temperatura, vodni stres) in z biološkimi parametri (rastlinska fenologija, stopnja izmenjave ogljikovega dioksida in vsebnost dušika v listih) (Rouphael in Colla, 2005).

Odsotnost vidne svetlobe ne vpliva na težo in dimenzijo plodov, na število ali težo semen, na vsebnost lipidov in pigmentov pri bučah, kar so pokazale raziskave možnega vpliva fotosinteze plodov ali semen na pridelek plodov, semen in olja buč (Kreft in sod., 2011). Ugotovili so, da plodovi buč, vzgajani v temi, niso bili statistično značilno različni od kontrole (plodovi vzgajani na svetlobi), kljub temu, da ima stena plodov značilno fotosintetsko aktivnost, meritve niso pokazale aktivnosti v razvojnem stadiju semen. V bučnih plodovih, za razliko od semen soje, je vsebnost kisika nizka, bučna semena v nobenem stadiju razvoja ne fotosintetizirajo (embriji soje so fotosintetsko aktivni in proizvajajo kisik. Fotosinteza priskrbi energijske zaloge za sintezo maščob). Vsi asimilati, ki so bili shranjeni v semenih, se transportirajo iz drugih delov rastlin, energija, potrebna za pretvorbo ogljikovih hidratov v lipide, prihaja iz transportiranih kemičnih virov. Ker so zaloge kisika nizke, je tudi dihanje omejeno (Kreft in sod., 2011).

Ugotovljeno je, da selen in UV-B sevanje vplivata na pridelek plodov in nekatere fiziološke parametre pri bučah (Germ in sod., 2005). Zanimalo nas je, kako selen in UV-B sevanje vplivata tudi na pridelek bučnic ter če je med obema dejavnikoma interakcija.

## 2 MATERIAL IN METODE

### 2.1 Rastlinski material

Semena *C. pepo* L. smo 3. maja 2003 posejali v laboratoriju v sterilnih razmerah. Mlade rastline smo 19. maja prenesli na laboratorijsko polje Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani (320 m n.m.v., 46°35'S, 14°55'V). Posajene so bile na parcelicah z merami 1,5 m x 1,5 m (dve rastlini na parcelo, štiri ponovitve), 20. junija smo rastline foliarno tretirali s selenom in pokrili s folijami. 8. avgusta smo plodove buč pobrali, 15. avgusta odprli, vzeli semena, jih posušili ter izmerili maso sušine bučnic.

### 2.2 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. 49. dan po setvi (kar sovpada z začetkom cvetenja) smo izključili UV-B sevanje in nanесли selen v obliki foliarnega škropljenja z natrijevim selenatom s koncentracijo 1,5 mg l<sup>-1</sup>. Kontrolne rastline smo poškropili z destilirano vodo, ki ni vsebovala nobenih zaznavnih količin selena.

### 2.3 Meritve

Pridelek buč smo izmerili ob koncu poskusa. Plodove buč smo pobrali tako, da smo odrezali pecelj 5 cm od ploda in jih stehali. Preučevan je bil pridelek suhih bučnih semen pri

kombinacijah obeh dejavnikov, torej vpliv UV-žarkov (običajen odmerek in zmanjšan odmerek) ter selena (foliarno nanesenega in brez). Izvedli smo torej skupno štiri kombinacije tretiranj.

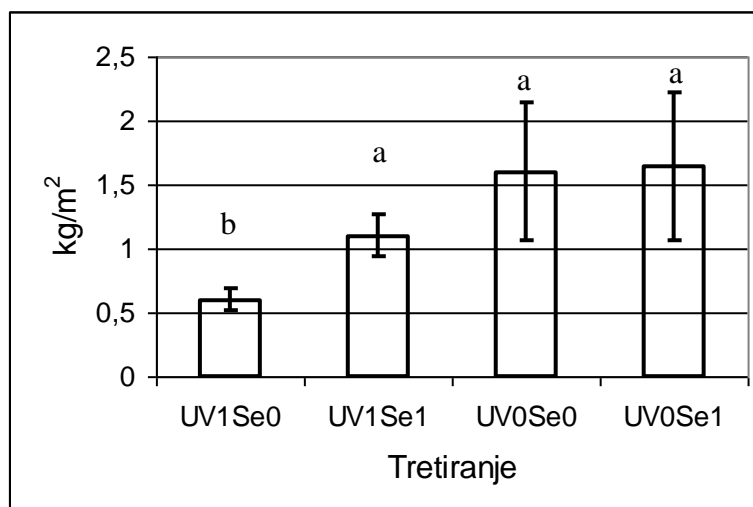
### 2.4 Statistična analiza

Vse meritve so bile opravljene na štirih do šestih paralelnih vzorcih. Podatke smo vnesli v multifaktorsko ANOVA-o (Statgraphics Version 4). Statistična značilnost P = 0,01.

## 3 REZULTATI

Eksperiment je pokazal, da je najnižji pridelek suhih bučnih semen pri izpostavitvi rastline buče okoljskemu UV sevanju, pri čemer rastline niso bile tretirane s selenom (Slika 1.). Edino ta podatek se od ostalih statistično pomembno razlikuje na nivoju značilnosti

P=0,01. Glede pridelka suhih bučnic so se rastline ugodno odzvale na zaščito pred UV-B sevanjem, pri naravnem UV-B sevanju pa na foliarno škropljenje z raztopino selena.



**Slika 1:** Pridelek suhe snovi bučnih semen (kg/m<sup>2</sup>) pri bučah, ki so rasle pri različnem UV-B in Se tretiranju. Okoljsko sevanje (UV1Se0), okoljsko sevanje in selenovo foliarno tretiranje (UV1Se1), izključitev UV-B okoljskega sevanja (UV0Se0), izključitev UV-B okoljskega sevanja in selenovo foliarno tretiranje (UV0Se1). Odklonske daljice kažejo 95% interval zaupanja. Stolpci, označeni z enakimi črkami, se statistično pomembno ne razlikujejo (P=0,01).

**Fig. 1:** Yield of dry matter (kg/m<sup>2</sup>) of seeds of pumpkins grown at different UV-B and Se treatments. Natural solar radiation (UV1Se0), natural solar radiation and Se foliar spraying (UV1Se1), solar radiation with excluded UV-B radiation (UV0Se0), solar radiation with excluded UV-B radiation and foliarly sprayed with Se solution (UV0Se1). Bars shows interval of 95% confidence. Columns marked with the same letters were not significantly different.

## 4 RAZPRAVA IN SKLEPI

Rezultati poskusa so zlasti pomembni s stališča prihodnjega pridelovanja. Pri gojenju buč je torej za večji pridelek bučnih semen smiselna foliarna aplikacija selena, predvsem kadar so rastline pri pridelavi izpostavljene naravnemu UV-B sevanju. S tem se

poveča količina pridelka, z vidika kakovosti pa se poveča vsebnost selena v mesu buč in suhih bučnih semenih. Tretiranje s selenom torej občutno poveča pridelek buč pri izpostavitvi UV-B sevanju. Ta raziskava je pokazala občutljivost pridelka buč na

sedanjo stopnjo UV-B okoljskega sevanja v Sloveniji. Zaviralni učinki UV-B sevanja na rast so bili ugotovljeni tudi za ajdo in druge poljščine. Stimulacijski učinek foliarnega nanosa selena za pridelek bučnic, ki smo ga ugotavljali v tej raziskavi, je skladen s podobnimi raziskavami pri ljučki, solati, krompirju in pri plodovih buč (Germ in sod., 2005; Germ, 2006).

Poškodbe, ki jih povzroča UV-B sevanje, so posledica tvorbe prostih radikalov. Da bi rastline lahko preživele njihove škodljive vplive, morajo tvoriti molekule, s katerimi lahko zmanjšajo vpliv prostih radikalov.

## 5 VIRI

- Britt A. B. 1999. Molecular genetics of DNA repair in higher plants. *Trends in Plant Science*, 4, 1: 20-25.
- 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.
- 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., Gaberšček 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 physiol. biochem.*, 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.
- Jakop M., Grobelnik Mlakar S., Bavec F. 2003. Oljna buča – med tradicijo in sodobno tehnologijo. *Sodobno kmetijstvo*, 11/12: 26-27.
- 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.
- Kreft M., Berden-Zrimec M., Zrimec A., Erdani Kreft M., Kreft I., Kreft S. 2011. Pumpkin fruit, seed and oil yield is independent of fruit or seed photosynthesis. *Journal of agricultural Science*, Page 1 of 8. Cambridge University Press 2011. doi:10.1017/S0021859611000372
- Murkovic M., Pfannhauser W. 2000. Stability of pumpkin seed oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 102: 607-611.
- Osvald J., Kogoj-Osvald M. 1994. Pridelovanje zelenjave na vrtu. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 241 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.
- 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.
- 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.