

SVEUČILIŠTE J. J. STROSSMAYERA U OSIJEKU  
INSTITUT RUĐER BOŠKOVIĆ, ZAGREB

POSLEJDIPLOMSKI INTERDISCIPLINARNI SPECIJALISTIČKI STUDIJ  
ZAŠTITA PRIRODE I OKOLIŠA

Stela Rotim, dipl. ing. poljoprivrede

**HELJDA ZA HRANU I BIO-ENERGIJU U FUNKCIJI ZAŠTITE PRIRODE I OKOLIŠA**

Specijalistički rad

Osijek, 2012

SVEUČILIŠTE J. J. STROSSMAYERA U OSIJEKU  
INSTITUT RUĐER BOŠKOVIĆ, ZAGREB

POS LJEDIPLOMSKI INTERDISCIPLINARNI SPECIJALISTIČKI STUDIJ  
ZAŠTITA PRIRODE I OKOLIŠA

Stela Rotim, dipl. ing. poljoprivrede

**HELJDA ZA HRANU I BIO-ENERGIJU U FUNKCIJI ZAŠTITE PRIRODE I OKOLIŠA**

Specijalistički rad

Osijek, 2012.

SVEUČILIŠTE J. J. STROSSMAYERA U OSIJEKU  
INSTITUT RUĐER BOŠKOVIĆ, ZAGREB

POSLLJEDIPLOMSKI INTERDISCIPLINARNI SPECIJALISTIČKI STUDIJ  
ZAŠTITA PRIRODE I OKOLIŠA

Stela Rotim, dipl. ing. poljoprivrede

**HELJDA ZA HRANU I BIO-ENERGIJU U FUNKCIJI ZAŠTITE PRIRODE I OKOLIŠA**

Specijalistički rad

Povjerenstvo za obranu specijalističkog rada:

Prof. dr. sc. Danijel Jug, predsjednik

Prof. dr. sc. Bojan Stipešević, mentor

Prof. dr. sc. Irena Jug, komentor

Osijek, 2012.

## SADRŽAJ

	Stranica
1. Uvod	1
2. Pregled literature	3
2. 1. Porijeklo i područje uzgoja heljde	3
2. 2. Površine i uzgoj u svijetu	4
2. 2. 1. Površine i uzgoj u Hrvatskoj	5
2. 3. Gospodarski značaj heljde	7
2. 3. 1. Heljda u ljudskoj ishrani	8
2. 3. 2. Heljda kao funkcionalna hrana	10
2. 3. 3. Heljda kao pčelinja ispaša	13
2. 3. 4. Heljda u ishrani domaćih životinja	14
2. 3. 5. Agrotehnički značaj heljde	16
2. 4. Sistematika heljde	26
2. 4. 1. Botanička klasifikacija	26
2. 4. 2. Morfološka svojstva	27
2. 5. Biološke osobine i uvjeti uspjevanja	30
2. 5. 1. Temperatura	30
2. 5. 2. Voda	35
2. 5. 3. Svjetlost	41
2. 5. 4. Tlo	44
2. 6. Agrotehnika za proizvodnju heljde	44
2. 6. 1. Plodored i izbor površine	44
2. 6. 2. Obrada tla	45
2. 6. 3. Gnojidba	46
2. 6. 4. Izbor kultivara	49
2. 6. 5. Sjetva	49
2. 6. 6. Njega i zaštita	51
2. 6. 7. Žetva	52
2. 6. 8. Priroda, spremanje i skladištenje	53
2. 7. Ekološka proizvodnja	54
2. 7. 1. Postni usjevi u eko poljoprivredi	59
3. Materijali i metode rada	64
4. Rezultati	66

4. 1. Agroklimatski pokazatelji	66
4. 2. Statistička analiza podataka	68
5. Rasprava	123
6. Zaključak	128
7. Literatura	130
8. Životopis	133

## 1. UVOD

U svijetu ima oko 13,4 milijarde hektara zemljišnih površina. Približno 1,5 milijarde hektara zauzimaju oranice. Hrvatska ima oko 3,3 milijuna hektara poljoprivrednih površina. Oranice zauzimaju oko 1,49 milijuna hektara. Poljoprivredne površine sve se više smanjuju, a uzroci su tome različiti, npr. erozija, urbanizacija. Zbog različitih razloga ne obrađuju se površine koje su prikladne za obradu. Sve to ugrožava proizvodnju dovoljne količine hrane za sve više stanovnika na našoj planeti.

U tijeku su sve intenzivnija nastojanja da se pronađe model poljoprivredne proizvodnje koji bi u potpunosti zadovoljio potrebe čovječanstva, te istovremeno bio održiv i stabilan i za pokoljenja koja nadolaze. Naime, današnju, konvencionalnu poljoprivrednu proizvodnju karakterizira sve više onečišćenje okoliša i smanjenje prirodnih bogatstava. Visoki prinosi baziraju se, ne samo na genetskom potencijalu usjeva, nego i na agrrotehnici, pri čemu se gnojidbom ostvaruje i do 50 % visine prinosa. No, opasnosti od pretjerane i nesavjesne gnojidbe za okoliš i ljudsko zdravlje, odavno su prepoznati problemi moderne poljoprivrede (Bohlool i sur., 1992). Od hraniva koja se dodaju gnojidbom, najjaču reakciju izaziva gnojidba dušikom, no, gubici dušika dodanog mineralnim gnojivima, mogu biti vrlo značajni. Za različite usjeve, od 5 pa do čak 60 % (Ayoub i sur., 1995) ne biva iskorišteno od strane usjeva, jer dušik u tlu ili biva fiksiran od strane mikroorganizama (60 %), ili prolazi proces denitrifikacije (30 %), ili se ispire (20 %), najčešće u nitratnom obliku (Parker, 1972).

Ovi procesi, napose ispiranje hraniva iz tla, mogu u bliskoj budućnosti postati još i naglašeniji, zbog utjecaja ekstremnih vremenskih prilika (suše, torencijalni pljuskovi), induciranih procesom globalnog zatopljenja (IPCC, 2007). Dodavanje ukupne količine hraniva osnovnom gnojidbom i prihranama, smanjuje gubitke, no, i ovakvim načinom može doći do 50 %-tnih gubitaka u hranivima (Lopez-Bellido i sur., 2006), što je potvrđeno i u istraživanjima provedenima na lokalitetima u podunavskoj regiji, za glavne ratarske kulture – kukuruz (Latković i Starčević, 2006) i pšenicu (Malešević i sur., 1991).

Primjena folijarnih gnojiva, jedno je od potencijalnih rješenja smanjivanja onečišćavanja okoliša suvišnim dušikom, budući da je ukupna količina folijarno apliciranog hraniva, značajno niža, a koeficijent iskorištenja veći, što u svojim radovima za folijarnu primjenu uree, donose Smith i sur. (1991), te Gooding i Davies (1992), iako Woolfolk i sur. (2002), naglašavaju problem izbora gnojiva korištenog u folijarnoj prihrani.

Kombinirana NPK folijarna gnojiva, s dodatkom ostalih makro- i mikro-elemenata, također se sve više koriste za razne ratarske kulture i ostale biljne vrste (Galić i sur., 2006), no, ne uvijek

s izrazito pozitivnim rezultatima (Haq i Mallarino, 2000; Sexton i sur., 1998), pa se javlja potreba za daljnjim znanstvenim utvrđivanjem činjenica o njihovoj efikasnosti, napose na tlima gdje je otežano usvajanje potrebnih mikroelemenata iz tla zbog smanjene pokretljivosti zbog višeg pH, ili stvarnog nedostatka mikroelemenata u tlu kod tresetnih tala (Rosecrane i sur., 1998; Galić i sur., 2006).

Dodatno smanjenje onečišćenja dušikom jest uzgoj kultura kao što je heljda (*Fagopyrum esculentum L.*), koje zahtijevaju manju količinu dušika. Nadalje, pošto se može gajiti u postrnoj sjetvi, smanjuje potencijal ispiranja dušika, budući da može usvojiti ostatke dušika od predusjeva i na taj način produžava ciklus kruženja dušika na oranici. Naravno, nije zanemariva niti dobit koju predstavlja potencijal dodatnog uroda heljde s površine koja bi inače, u to doba sezone, bila neiskorištena.

Heljda kroz vrlo kratku vegetaciju stvara veliku nadzemnu masu pa može poslužiti i za zelenu gnojidbu, ali i kao čistač tla. Zbog vrlo kratke vegetacije, heljda se može uzgajati kao naknadni ili postrni usjev, a u Hrvatskoj se najdulje uzgaja u Međimurju i Hrvatskom Zagorju, gdje se najčešće sije postrno, poslije ječma. Najvažniji ograničavajući čimbenik za uzgoj postrnih kultura je nedostatak vode, budući da se te kulture uzgajaju u najtoplijem dijelu godine, zbog čega je osnovno pravilo da nakon žetve strnih žitarica treba u najkraćem roku provesti obradu i pripremu tla za sjetvu. Jedni od glavnih razloga postrne sjetve, a ujedno i velika prednost su pokrivanje površine tla i smanjenje rizika od erozije poljoprivrednog tla vodom ili vjetrom. Pod utjecajem visokih ljetnih temperatura dolazi do značajnih gubitaka vode iz tla evaporacijom (5. 000 – 20. 000 l vode po hektaru u jednom danu), što uzgoj postrnih usjeva uvelike smanjuje.

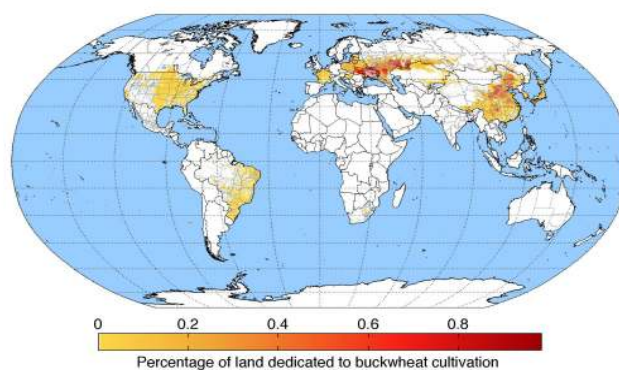


**Slika 1.** Biljka heljde

## 2. PREGLED LITERATURE

### 2. 1. PORIJEKLO I PODRUČJE UZGOJA HELJDE

Heljda (*Fagopyrum esculentum Moench*) kultivirana je jednogodišnja biljna vrsta iz porodice Polygonaceae (Dvornici). Ime je dobila po grčkoj riječi fagus što u prijevodu znači bukva, te riječi pyros - pšenica. Gen centar heljde predstavljaju brdska područja Azije (Himalaji, Tibet), a divlji predak obične heljde je *Fagopyrum esculentum* ssp. *ancestrale*, dok je predak tatarske heljde *Fagopyrum tataricum* ssp. *potanini*. Obična heljda je domesticirana i po prvi put kultivirana u unutrašnjosti jugoistočne Azije oko 6000 godina prije Krista, iz koje su je u Evropu prenijeli Saraceni u 15. st. Francuzi heljdu nazivaju "blé sarrasin" što u prijevodu znači saracensko žito, a u Rusiji greča ili grčika što upućuje da su Grci prenijeli heljdu u te istočne krajeve u kojima se danas najviše uzgaja. U našim krajevima heljda je stoljetno tradicionalno narodno jelo. Upravo na našim prostorima zabilježen je najstariji uzgoj heljde u Europi, još oko 4000 p. n. e. od kada datiraju i najstariji pronađeni ostaci polena u Japanu, dok su najstariji ostaci pronađeni u Kini iz razdoblja 2600 g. p. Kr. Heljda je jedna od prvih kultura koje su Europljani introducirali u Sjevernu Ameriku (1625. godine), specifična je i po tome što je i prva domesticirana kultura na nadmorskim visinama iznad 4000 m (Tibetanska visoravan), a samonikle vrste mogu se naći i danas u Kini do visine od 4500 m. Uzgojno područje heljde je do krajnjeg sjevera (68° sjeverne geografske širine) i na nadmorskoj visini do 4000 m (Himalajske doline). Optimalna zona uzgoja nalazi se između 44° i 55° sjeverne geografske širine. Uzgoj heljde južnije od tog pojasa najviše sprječavaju visoke temperature i mala količina vlage, a prema sjeveru niske temperature.



**Slika 2.** Područja u svijetu gdje se uzgaja heljda  
([http://www. enviroment. umin. edu/atlas/data/gli/buckwheat/area. png. \)](http://www.enviroment.umin.edu/atlas/data/gli/buckwheat/area.png)



## 2. 2. POVRŠINE I UZGOJ U SVIJETU

U svijetu je heljdom zasijano malo površina – najviše se uzgaja u Rusiji, točnije 90 % svjetskih površina na kojima se proizvodi heljda, nalazilo se u nekadašnjem SSSR-u. Osamdesetih godina prošlog stoljeća, odnos površina zasijanih ovom kulturom i prinosa po hektaru, bio je :

- SSSR – 1 800 000 ha (710 kg/ha)
- Poljska – 57 000 ha (870 kg/ha)
- Kanada – 41 000 ha (970 kg/ha)
- Japan – 21 000 ha (1010 kg/ha)
- Francuska – 17 000 ha (1210 kg/ha)
- SAD – 7 000 ha (1140 kg/ha)
- Jugoslavija – 7 000 ha (810 kg/ha)
- ČSSR – 1000 ha (1030 kg/ha)

U obzir su uzete samo zemlje sa preko 1 000 hektara pod ovom kulturom, dok se druge zemlje, koje uzgajaju heljdu na manjim površinama ne nalaze u izvoru podataka (FAO, 2007.), a tu spadaju: Australija, Austrija, Brazil, Indija, Italija, Južna Afrika, Kina, Mađarska, Njemačka i druge zemlje.

Na većim nadmorskim visinama, sije se isključivo kao glavna kultura, a u dolinama sa dovoljno oborina i topline (sa sumom aktivnih temperatura u toku 80 – 90 dana, bar 1000 – 1200 stupnjeva C) i kao naknadni ili postrni usjev. U Rusiji, koja prednjači po proizvodnji heljde u svijetu, postoji znatan broj selekcioniranih sorti, od kojih su se u prošlosti istaknule: bogatir, boljševikšatilovska 4, kalininska, gornjolesnaja, kavkaska i dr. U zapadnoj Europi gajila se poznata sorta – škotska heljda.

Podizanjem općeg nivoa rodности zemljišta i većim selekcijskim napretkom kod drugih kultura, heljda je jako potisnuta na sjever pa se danas gaji od krajnjeg sjevera (68 stupnjeva sjeverne zemljopisne širine) do 23 stupnja sjeverne zemljopisne širine, na sve većoj nadmorskoj visini (na 4 000 metara u himalajskim dolinama). Danas se gaji više od po 500 hektara samo još u šesnaest zemalja. U svijetu se heljda najviše koristi na području Istočne Azije i Japana, gdje se stoljećima nalazi kao dio tradicionalne kuhinje.



**Slika 3.** Usjev heljde

### **2. 2. 1 Površine i uzgoj u Hrvatskoj**

Na prostore bivše Jugoslavije heljde je dospjela najvjerojatnije preko Rumunjske i Rusije. Najviše se uzgajala na području Crne Gore i Slovenije, što je trajalo sve do završetka drugog svjetskog rata, nakon čega se intenzivirala proizvodnja strnih žitarica kao visokorodnih kultura.

Heljda je kultura za koju kod nas postoje odlične predispozicije za proizvodnju, pošto u Hrvatskoj pozamašan dio obradivih površina spada i u brdsko – planinska područja, gdje vladaju odgovarajući klimatski uvjeti za ovu kulturu. Kod nas su se sedamdesetih i osamdesetih godina prošlog stoljeća koristile visokorodne sorte Ruskog i Slovenskog porijekla (Majskaja, Krasnosteleckaja, Bednja i Siva). Potencijal rodnosti tih sortimenata na našim prostorima je bio i do tri tone po hektaru, ovisno o predkulturi, agroklimatskim prilikama, primjenjenoj agrotehnici i sustavu proizvodnje. Heljda je novo – stara kultura na našim prostorima, njen povratak diktiraju trendovi ekološke proizvodnje i nutricionističke potražnje na tržištu, što otvara mnoge prilike za ekološki osvještene i obrazovane proizvođače Republike Hrvatske pri integriranju heljde kao jedne od prvih i glavnih ekološki proizvedenih kultura našeg područja. U Međimurju i Zagorju nalazi se većina naših površina pod heljdom, tako da ne čudi ni podatak o dvjestogodišnjoj upotrebi ove kulture na tim područjima. Hrvatski zavod za poljoprivrednu savjetodavnu službu u suradnji s Odjelom za ruralni razvoj nastoji utjecati na održavanje i očuvanje tradicionalnih vrijednosti našeg kraja, što samo opisuje interes za promoviranje tradicije heljde u našoj državi. Josip Rusman iz Kučana Gornjeg prezentirao je 2002. na "Špancir festu" u Pitomači repliku starinskog uređaja, koji se koristio u doradi poljoprivrednih proizvoda od heljde i buče na području Varaždinske županije.



**Slika 4.** Presentacija starinske stupe za heljdu

([http://www.komora.hr/adminmax/images/photos/savjeti/ruralni\\_razvoj/20080611.jpg](http://www.komora.hr/adminmax/images/photos/savjeti/ruralni_razvoj/20080611.jpg))

Starinsku stupu za pravljenje heljdine kaše gospodin Josip je izradio prema jedno uzorku starom 100 godina koji je tada renovirao. U izradi je koristio isključivo prirodni materijal – drvo (hrastovina, ariš i dr. ) tako da su i klinovi za spajanje drveni. Hajdina (heljda) se u Kučanu Gornjem obično sijala postrno, nakon žetve strnih žitarica (najčešće ječma). Od zrna heljde se radila heljdina kaša koja se prodavala i bila je jedan od dodatnih prihoda proizvođačima te su Kučanci po tome i dobili naziv "Kašari".

Radi prenošenja tradicije na slijedeće generacije, gospodin Josip je posebno za prigodu festivala u Pitomači zapisao postupak izrade hajdinske kaše na starinski način te je sve pred brojnim posjetiocima i prezentirao:

1. Kuhanje hajdinskog (heljdinog) zrna
2. Cijeđenje u šibnatoj korpi
3. Sušenje na sjenovitom mjestu 3 – 5 dana
4. Ako je hajdina presuha, "prefajta" se (navlaži vodom)
5. Usiplje se u stopu i počne tući (sadržaj stope oko 15 l, tučenje oko 1 sat)
6. Na polovici tučenja nastale ljuske "ispašeju" se u malom koritu te se ponovi postupak, a nakon završenog tučenja ponovo se sve ispahne (izvjetri)
7. Zatim se neoljuštena zrna oko 5% "ščijaju" tj. prebere se u koritu ili rešetu.
8. Prebrana zrna zvana "skroski" malo se "nafajtaju" i ponovno u stopu stave te se istuče.



**Slika 5.** Korištenje starinske stupe za heljdu, „ispahivanje“ zrna  
([http://www.komora.hr/adminmax/images/photos/savjeti/ruralni\\_razvoj/200806113.jpg](http://www.komora.hr/adminmax/images/photos/savjeti/ruralni_razvoj/200806113.jpg))

Glavni dijelovi stupe su:

1. Babina (kapaciteta 14 – 20 l)
2. Stopec
3. Pikec
4. Nogari
5. Držać

Tu su još i pomoćni dijelovi kao što su uže ili žrd i okvir, koji služi da se zrno ne rastepe. Koliko su stupe nekada bile korištene, moglo se zamjetiti po udubljenju na stopecu gdje se stajalo bosom nogom i stupalo cijeli dan. Izrada heljdine kaše na ovaj starinski način danas se sve rijede može vidjeti.

### **2. 3. GOSPODARSKI ZNAČAJ HELJDE**

Heljda je vrlo stara kultura koja u 21. stoljeću iznova postaje uvelike upotrebljavana kultura, zbog novih trendova u prehrani i poljoprivrednoj proizvodnji. Korisnici zdrave hrane prepoznaju njene nutricionističke i ljekovite vrijednosti, dok u poljoprivredi dobiva značaj najviše u okviru ekološke proizvodnje, kao vrlo vrijedna kultura u vidu postrnog usjeva.

Kroz vrlo kratku vegetaciju stvara veliku nadzemnu masu pa može poslužiti i za zelenu gnojdbu, ali i kao čistač tla. Zbog vrlo kratke vegetacije, heljda se može uzgajati kao naknadni ili postrni usjev.

Heljda je također i medonosna kultura, predstavlja dobru pčelinju pašu jer dugo cvate i pri povoljnim uvjetima može se dobiti 80 – 100 kg meda sa jednog hektara.



**Slika7.** Heljdin med



**Slika8.** Jastuk punjen heljdinim ljuspicama (<http://www.blogcdn.com/www.slashfood.com/media/2007/10/buckwheat-honey.jpg>),

Heljdin med tamne je boje i jakog je okusa, karakterizira ga nepotpuna kristalizacija u kristale srednje krupnoće. Na našim prostorima je rijedak, često je nedostupan na tržištu zbog malog interesa potrošača i proizvođača, no sve više se javlja kao eko – proizvod u proizvodnji bez uporabe pesticida i agrokemikalija.

Vrlo značajna primjena heljde je i u proizvodnji anatomski prilagođenih jastuka, koji se prave od ljuspica (omotača heljdinog sjemena). Zbog osobine da se ne sabijaju pod pritiskom, jastuci sa punjenjem od heljdinih ljuspica preporučuje se za ublažavanje nakon povreda vrata i ramena, astme i alergije na prašinu i grinje (silicijska kiselina u ljuspicama heljde smanjuje mogućnost stvaranja bakterija, sposobnost samodezinfekcije), kod glavobolje, migrene, nesanice, hrkanja i sličnog.

### **2. 3. 1. Heljda u ljudskoj ishrani**

Površine zasijane heljdom u Hrvatskoj su zanemarive, važnost heljde kod nas do nedavno je bila vrlo malena, ali se povećava s razvitkom standarda prehrane, jer pridonosi njezinoj raznovrsnosti. Također, jača svijest o zdravoj prehrani, heljda ponovno dobija na velikoj važnosti, budući je vrlo zdrava i korisna namirnica. Proizvodi od heljde polako se uzdižu kao hrana zdravih i osviještenih ljudi, postupno se razbijaju predrasude o heljdi kao hrani najnižih slojeva društva. Heljdino brašno je vrlo kvalitetno brašno i koristi se za pripremanje palente (žganaca) i kao dodatak brašnu ostalih žitarica, za pečenje vrlo traženog kruha i peciva. Na

temelju članka 35., stavka 2. Zakona o hrani («Narodne novine» broj 117/03, 130/03 i 48/04), u Hrvatskoj postoje zakonske odredbe o kvaliteti pojedinih žitarica kao sirovina u mlinskoj i pekarskoj industriji, pa tako i heljde. Prema članku 11. "Pravilnika o žitaricama, mlinskim i pekarskim proizvodima, tjestenini, tijestu i proizvodima od tijesta", oljuštene žitarice ili kaše moraju ispunjavati slijedeće uvjete kakvoće:

-boja, miris i okus moraju odgovarati vrsti žitarice

-količina vode u oljuštenim žitaricama smije iznositi do 14,5%

-mogu sadržavati najviše do 0,25% neoljuštenih zrna i najviše do 0,25% nečistoća i zrna drugih žitarica, od čega najviše do 0,15% ljuske, pljeve i pljevice, te najviše do 0,10% zrna drugih žitarica

-ne smiju sadržavati primjese stranog podrijetla ni oštećena zrna osim ako ovim pravilnikom nije drugačije određeno

-ne smiju sadržavati nečistoće životinjskog podrijetla

Prema članku 23. mlinski proizvod od heljde je heljdino brašno, a dobiva se meljavom zdravih i očišćenih zrna heljde. Heljdino brašno može sadržavati najviše do 2,5% pepela računato na suhu tvar, a stupanj kiselosti može iznositi najviše 4. Prema članku 37. heljdin kruh je proizvod gdje heljdino brašno u zamjesu čini najmanje 30% od ukupne količine zamješanog brašna.

Rezanci od heljdinog brašna igraju veliku ulogu u pripremi tradicionalnih jela u japanskom kulinarstvu (tradicionalno jelo *Soba*), u Koreji (jela *naengmyeon*, *makguksu* i *memil guksu*) te u Sjevernoj Italiji, točnije u regiji Valtellina (vrsta rezanaca zvana *pizzoccheri*). Brašno se koristilo u Velikoj Britaniji, za izradu seljačkih jela od palačinki, raznih bobica poput borovnica i malina te od cheddar sira, koji je ujedno i najpoznatiji Engleski sir. Jelo je bilo vrlo popularno i među iseljenicima, koji su svojim migracijama tijekom 19. stoljeća palačinke integrirali u kuhinje diljem svijeta.



**Slika 9.** Korejsko tradicionalno jelo od heljde Naengmyeon



**Slika 10.** Heljdin kruh

([http://www.fieldsofgrain.com/i/CLL/Dark\\_Buckwheat\\_Flour\\_Bread.jpg](http://www.fieldsofgrain.com/i/CLL/Dark_Buckwheat_Flour_Bread.jpg))

(<http://www.koreanclicks.com/pics/Naengmyeon1.jpg>)

Heljdin griz česta je pojava u zapadnoj Aziji i u istočnoj Europi, kao i heljdina kaša, za koju se smatra da je "seljačka hrana", odnosno "hrana siromašnih". Kaša se priprema od prženog griza koji se kuha do teksture raskašene riže. Jelo je postalo opće poznato zbog Ruskih i Poljskih imigranata u Americi, koji su ustalili riječ "kaša" u Americi kao sinonim za kašu od heljdinog griza. Griz je originalno kao dio obroka pripreman u Rusiji, Ukrajini i Poljskoj.

Palčinke od heljdinog brašna jedu se u nekoliko država (u Rusiji su poznate pod nazivom *blinis*, u Francuskoj ih zovu *galettes* te *boûketes* u Walloniji, južnoj pokrajini Belgije). Ponekad se pripremaju s kvascem, slično kao palačinke koje su se pripremale među prvim pionirima u Americi.

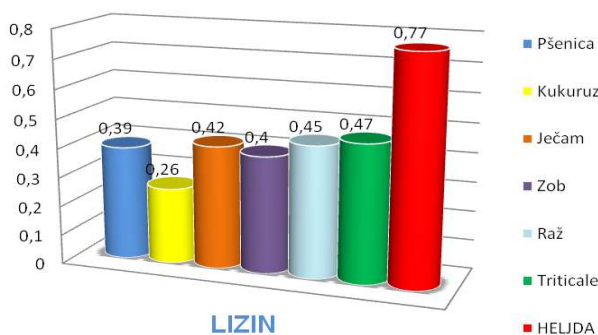
### **2. 3. 2. Heljda kao funkcionalna hrana**

Funkcionalna hrana su sve one namirnice ili sirovine za njihovo dobivanje koje doprinose pojedinim funkcijama organizma, jer sadrže neke od bioaktivnih komponenti (izoflavonin, beta-karoten, omega-3 masne kiseline, bioflavonoidi, likopen, oligosaharidi). Prema novoj terminologiji takve su namirnice nazvane "nutraceuticals" tj. napola hrana / napola lijek. Heljda je jedna od tipičnih namirnica koje se mogu koristiti kao funkcionalna hrana, uz najčešću primjenu kao dijetetska hrana, hrana kod nekih kroničnih bolesti i kao namirnica za zdrav način življenja. Premda je funkcionalna hrana novi trend sa Zapada, bila je poznata i korištena u kineskoj tradicionalnoj medicini 1000 godina prije Krista. Funkcionalna hrana ima povoljne učinke na ljudsko zdravlje, pa se zbog toga podupire i odgovarajućim propisima. Regulativu za funkcionalne proizvode prvi su uveli Japanci, inače jedni od najvećih potrošača heljde u svijetu pa oni u prometu imaju i najveći broj funkcionalnih proizvoda, od kojih su mnogi i od heljde. Brašno od heljde tamnije je od pšeničnog brašna, a odlikuje se odsustvom glutena, na koji neke osobe reagiraju izrazitom nepodnošljivošću, zbog kojeg nutricionisti daju prednost heljdi u odnosu na druge cerealije, uključujući i zob. Stanice endosperme sadrže škrob, čiji je udio u heljdi vrlo nizak, u usporedbi s ječmom, raži i pšenicom. U heljdi su zrna škroba mala i jednake veličine. Analizirajući brašno heljde, uočena su veća zrna nejednake veličine, što može upućivati na prisutnost pšeničnog brašna. Takav način otkrivanja drugih sastojaka u brašnu heljde je vrlo važan postupak za osobe koje su osjetljive na gluten. Ugljikohidrati su važan sastojak u ljudskoj prehrani. Otporni ili teško razgradivi ugljikohidrati ravnaju glikemijski proces. Usporedba riže, kruha i krumpira pokazuje povezanost između



osjetljivosti alfa-amilaze škroba s inzulinom. Postoje i drugi pozitivni učinci škroba na zdravlje. Fermentacija škroba u crijevima može biti važan zaštitni faktor protiv raka, zahvaljujući visokoj razini butirata u kratko zasićenim masnim kiselinama (Bornet, 1993; Annison i Topping, 1994, Cassidy i sur., 1994). Otporni škrob može djelovati i na kolesterol i trigliceride. U krupici heljde nalazi se manje probavljivi škrob. Slabo probavljivi i neprobavljivi škrob u krupici heljde može imati sličan učinak kao dijetalna vlakna, što znači da je prehrambeno važan za dijabetičare, jer ravna glikemijski proces. Sporije otpuštanje glukoze iz škroba može produljiti tjelesne aktivnosti čovjeka, a i daje duži osjećaj sitosti. Budući da je pšenični škrob lako i brzo probavljiv, u kombinaciji s heljdom hrani daje otporniji škrob, što je značajno pri prevenciji razvoja raka debelog crijeva. Bonafaccia i Kreft (1994) su pronašli 3.4% do 5.2% dijetalnih vlakana u heljdi. Od 20% do 30% je topljivih vlakana, što su vrlo dobri rezultati u usporedbi s ostalim žitaricama. Zbog udjela vlakana, heljda ima važnu ulogu pri sprječavanju i liječenju hipertenzije i povišenog kolesterola, što su pokazala neka istraživanja u Kini (He et al., 1995). Embrij heljde sadrži topive ugljikohidrate, uključujući fagopiritole (Obendorf, 1998). Hrana koja sadrži mekinje heljde je zdrava hrana koja može pomoći pacijentima u borbi s dijabetesom mellitusom, tj. onima kojima nije potreban inzulin (Steadman and Obendorf, 1998).

Naročita vrijednost heljdinog brašna, odnosno zrna, očituje se u povoljnom aminokiselinskom sastavu. To se posebno odnosi na sadržaj aminokiseline lizin, koji druge vrste imaju veoma malo zastupljenu u svojim proteinima, a čiji nedostatak u ljudskom tijelu izaziva usporen rast i razvoj. Biološka vrijednost (BV) bjelančevina heljde je 93, u usporedbi s bjelančevinama jaja koja iznosi 100, svinjetina 84, soja 68 i pšenica 63. Heljda sadrži vrlo malo prolamina, a na temelju kemijskih i imunoloških istraživanja, to može biti vrlo vrijedan izvor dijetalnih bjelančevina za osobe koje su osjetljive na gluten (Skerritt, 1986).



**Grafikon 1.** Sadržaj lizina u heljdi



**Tablica 1:** Prosječni sadržaj (%) aminokiselina u heljdi

<i>Aminokiseline</i>	<i>Cijelo zrno</i>	<i>Proteini heljde</i>
Glutaminska kiselina	1.99	18.02
Arginin	1.47	13.27
Aspartat	1.20	10.86
Valin	0.85	7.71
Leucin	0.75	6.75
Lizin	0.66	5.99
Glicin	0.61	5.52
Fenilalanin	0.46	4.17
Serin	0.46	4.12
Alanin	0.45	4.03
Treonin	0.43	3.87
Prolin	0.41	3.66
Izoleucin	0.39	3.48
Tirozin	0.23	2.12
Histidin	0.23	2.11
Cistin	0.18	1.66
Metionin	0.15	1.37
Triptofan	0.14	1.29

Pored proteina, heljda je bogata i mineralima, u prvom redu, magnezijem, manganom, kromom i cinkom, zatim dijetnim vlaknima, vitaminima (pogotovo onim B kompleksa), biljnim mastima te bioflavonidima, od kojih u visokom postotku sadrži rutin. Također, ugljikohidrate heljde karakterizira nizak glikemijski indeks (GI), odnosno, nizak glikemijski gluten. Glikemijski indeks je numerička skala kojom se mjeri brzina ulaska glukoze iz ugljikohidratne hrane u krv. Ovisi o: vrsti ugljikohidratne namirnice, količini konzumirane hrane, sadržaju vlakana, količini dodane masti i načinu na koji je hrana pripremljena.

Heljda sadrži značajan iznos rutina i drugih polifenola. Sa stajališta mnogih nutricionista, rutin je jedna od najvažnijih sastojaka heljde. Rutin, kvercetin i drugi polifenoli djeluju kao snažni antikancerogeni u debelom crijevu, ali i u ostalim organima. Tu karakteristiku uzrokuje njihova antioksidativna sposobnost, koja im pruža odgovarajuću zaštitu stanica. Upravo zbog rutina, čija količina u nekim varijetetima heljde iznosi i do 8 %, heljda je postala izuzetno cijenjena u medicinskim krugovima, a kao dokaz tome je činjenica da je heljda 1999. godine u Njemačkoj bila proglašena za ljekovitu biljku godine.

Fagopirin je foto-senzibilan sastojak heljde koji pripada naftodiantronima, te je strukturalno sličan hipericinu. No, još nije utvrđeno da ima antivirusni učinak kao hipericin. Nalazi se u zelenim dijelovima biljke, tako da nije preporučljivo izlaganje sunčevoj svjetlosti nakon obroka koji je sadržavao zelene dijelove ili cvijet heljde. Još uvijek nije poznato nalazi li se

fagopirin u sjemenu heljde. U heljdi su otkriveni i antranoidi, čija koncentracija može izazvati lakši laksativni učinak. Hagels (2007) je objavio mnogo zanimljivih podataka o rutinu i ostalim metabolitima koji su prisutni u heljdi.

Zbog svojih svojstava heljda pomaže u liječenju stresa, nesаницe i dijabetesa, dok čaj od njenog cvijeta liječi bronhitis i ublažava kašalj. Znanstvena istraživanja dokazala su da zastupljenost ove namirnice u svakodnevnoj prehrani pomaže u prevenciji dijabetesa i bolesti krvožilnog sustava (proširenje vena, pucanje kapilara i razna krvarenja kapilara). U narodnoj medicini, heljda se koristi kod liječenja reumatizma, glaukoma i dijabetesa i to na dva načina, kao biljni čaj od osušene biljke i kao jelo (kaša) i čaj od sjemenke heljde. Čaj od heljdina cvijeta ima ljekovito djelovanje na dišne organe i pluća (kašalj, sluz, katar), a mješavina listova i cvjetova heljde liječi aterosklerozu krvnih žila. Također, jela od heljde snižuju krvni tlak i preporučaju ih u liječenju hipertenzije (visokog krvnog tlaka) i arteroskleroze. Općenito, glavni razlozi zašto je heljda ubrojena u funkcionalnu hranu su:

visok sadržaj dijetalnih vlakana

visok sadržaj esencijalnih aminokiselina

bogata je mineralima – sadrži fosfor, magnezij, željezo, cink, bakar i mangan

bogata je flavonoidima, posebice rutinom (izrazito ljekovita svojstva)

smanjuje razinu šećera u krvi, povoljna je za dijabetičare

smanjuje visoki tlak i kolesterol

ne sadrži gluten, pogodna je za oboljele od celijakije

održava strukturu kardiovaskularnog sustava

smanjuje rizik od raka.

### **2. 3. 3. Heljda kao pčelinja ispaša**

Heljda je jedna od glavnih kasnih pčelinjih ispaša i kao takva može dati 125 do 300 kilograma po hektaru meda tamnije boje. Na svaki hektar postavljaju se bar dvije košnice već šesti dan od početka cvjetanja. Nektarnici pri dnu prašnika prestaju lučiti med iznad 20 stupnjeva, a najbolja paša na heljdi je poslije podne, ovisno od temperature zraka. U nekim uvjetima, nektar se luči samo prije podne, pa stoga treba osigurati za pčele ispašu i poslije podne na drugim kulturama, koje daju med svjetlije boje. Jedna košnica može sakupiti dnevno do 5 kilograma meda u punom cvjetanju i vedrim danima bez vjetra, kada je u zemlji dosta vlage i kada su noći hladnije. Pogodnost heljde kao pčelinje ispaše očituje se u tome što heljda dugo cvate i ima cvijet na koji pčele lako i rado sjedaju. Heljdin med cijenjen je među poznavateljima ovog prirodnog proizvoda, u prvom redu jer sadrži antioksidanse, što ga čini

kvalitetnijim u odnosu na druge vrste meda. Služi i kao zimska hrana pčelama jer blago kristalizira i lako se otvara u košnicama. Stoga je heljda od davnine poznata kao jedna od najboljih sezonskih medonosnih biljaka. Uz to, pčele mogu povećati prinos heljde od 20 do 30 %, ovisno o udaljenosti zasijanih površina od pčelinjaka. Po Evertu, prinos meda ovisi o vrsti tla na kojem se heljda uzgaja. Tako je na 100 cvjetova heljde, koja je rasla na pjeskovitoj zemlji, dobio 26.94 miligrama nektara po jednom hektaru, dok je na pjeskovito-glinastoj zemlji dobio samo 7. 50 miligrama nektara po hektaru. Međutim, prinos heljde ovisi u velikoj mjeri i o oprašenosti usjeva. Heljdin se med u današnje vrijeme sve manje vidi na tržištu, dok ga je ranije bilo neusporedivo više.

Med je vrlo tamne boje, gotovo je najtamniji med od svih cvjetnih vrsta meda. Oštrog je okusa i mirisa te pali u grlu prilikom konzumiranja, zbog čega se danas, među običnim potrošačima drži lošijom vrstom. Kristalizira se u srednje krupne kristale i ne postaje potpuno tvrd niti nakon duljeg stajanja. Razlog što heljdu insekti, a, prije svega, pri tome se misli na oprašivače-pčele, naprosto opsjedaju za vrijeme njene intenzivne cvatnje, treba tražiti u iznimnoj atraktivnosti njenih cvjetova. Cvjetovi heljde su maleni, crveni ili crvenkasto-bijeli, intenzivnog mirisa i predstavljaju atraktivan mamac te se zato heljda i ubraja u medonosne biljke. Podizanjem svijesti o upotrebi zdravih namirnica u prehrani čovječanstva, i med heljde, u zadnje vrijeme nezasluženo obezvrijeđen, trebao bi naći svoje mjesto u ishrani ljudi, pogotovo poznajući sve nutritivne vrijednosti, kako same heljde, kao sirovine, tako i njenog meda, kao konačnog produkta.



**Slika 11.** Oprašivanje heljde pčelama u polju

([http://www.pcelinjak.com/component/option,com\\_easygallery/act,photos/cid,1614/Itemid,13](http://www.pcelinjak.com/component/option,com_easygallery/act,photos/cid,1614/Itemid,13)

3/)

#### **2. 3. 4. Heljda u ishrani domaćih životinja**

Iako sirovo zrno heljde i nusproizvodi prerade služe uglavnom u prehrani čovjeka, heljda se koristi i kao stočno krmivo. Zrno heljde obavlja tvrda i vlaknima bogata ljuska, na koju otpada oko 20 % ukupne mase zrna. Relativno visok sadržaj sirove vlaknine u heljdi određuje

njenu umjerenu probavljivost organske tvari i prosječnu energetska vrijednost, po čemu je heljda slična zobi. Odstranjivanjem ljuske, povećava se probavljivost i energetska vrijednost u obrocima nepreživača, dok kod preživača ovaj tretman nema veći pozitivni hranidbeni učinak. S oko 130 grama po kilogramu u neoljuštenom, i 14.5 grama po kilogramu sirovih bjelančevina u oljuštenom zrnu, heljda je po bjelančevinastoj vrijednosti znatno ispred ječma, pšenice i tritikala. K tome, kao što je već spomenuto, i sastav aminokiselina u bjelančevinama heljde, bolji je od sastava bjelančevina drugih žitarica. Koncentracija lizina, kao i drugih esencijalnih aminokiselina: triptofana, treonina i metionina, značajnije je povećana u odnosu na žitarice. Oljuštena heljda predstavlja vrlo dobro energetska krmivo za monogastrične životinje, a u usporedbi sa žitaricama predstavlja i dobar izvor nutritivno vrijednih bjelančevina. Pripremljena u odgovarajućoj mješavini, heljda je dobra krma, pogotovo za svinje. Otpaci pri preradi heljdinog zrna u krupicu, dakle, dobra su koncentrirana stočna hrana, dok se slama heljde izjednačava po hranjivoj vrijednosti sa slamom jarih žitarica. No, međutim, pri ishrani životinja heljdom treba biti vrlo oprezan – stoci se ne smije davati u većim količinama jer sadrži alkaloid fagopirin.

U cjelini gledano, alkaloidi predstavljaju raznovrsnu skupinu heterocikličnih prstenastih spojeva izoliranih iz biljaka, gdje se nalaze u vidu lakotopivih soli jabučne, vinske, limunske i drugih kiselina. Neke biljke inače ne sadrže alkaloida, ali ih stvaraju samo u procesu klijanja sjemena. Do danas je identificirano preko 4000 biljnih vrsta koje sadrže alkaloida, među njima je i heljda. Pored fagopirina, koji se nalazi u heljdi, najznačajniji alkaloidi su: lupinin, angustifolin, hipoksantin lupanin, fazeolin, spartein, morfin, kodein, atropin, kokain, kinin, skopolamin, papaverin i drugi.

Nutricionistički gledano, u manjim količinama alkaloidi djeluju ljekovito, a u većim – toksično. Gorkog su okusa, a štetnost im se ogleda u blokiranju procesa disanja, što posljedično ometa normalno funkcioniranje živčanog sustava. Kao i kod glukozinolata, toksično djelovanje javlja se nakon što su alkaloidi pristigli hranom u probavni sustav životinje, nakon čega oksidiraju stvarajući toksičan dihidrospartein.

Na toksičan učinak alkaloida uopće, a tako i na učinak fagopirina iz heljde, najosjetljivije su svinje. Neki alkaloidi imaju i karakter narkotika, npr. alkaloidi iz čaja, kave, duhana. Fagopirin, koji se nalazi u heljdi, posjeduje fotodinamička svojstva, zbog čega se ograničava njen udio u hrani. U hrani peradi, također heljda nije preporučljiva, jer se već pri količini od 30 grama prekrupe heljde na dan pojavljuju simptomi nadimanja. Također, i pored toga što se slama heljde po hranjivoj vrijednosti izjednačava sa slamom jarih žitarica, stoci se ne smije davati u većim količinama, kao ni zrno, već ju treba prilikom ishrane stoke miješati sa drugim

žitaricama. U protivnom, moguća je pojava fagopirizma, odnosno otrovanja heljdom. Njemu podliježu prvenstveno ovce i svinje, rjeđe goveda, i to životinje nepigmentirane kože. Pigmentom nezaštićena koža biva prilikom ovog poremećaja bolesno senzibilizirana kad se životinje najedu heljde u većoj količini (ta pojava također je prisutna kod pretjerane ishrane crvenom djetelinom ili lucernom), pri djelovanju sunčeve svjetlosti. Kao direktna posljedica takvog poremećaja, javljaju se otekline, svrbež, crvenilo, upala sluznice grkljana, poremećaji disanja i centralnog živčanog sustava. U težim slučajevima, životinja ugiba za jedan dan, premda su takvi slučajevi u prošlosti bili iznimno rijetki.

Dakle, kao rezime svega do sada navedenog, može se reći da je heljda zbog svojih pozitivnih osobina poželjna u ishrani stoke (pri tome se misli na činjenicu da je heljda bogata proteinima, mineralima i vitaminima), ali se pri tome mora voditi računa o njejoj zastupljenosti u toj ishrani, kako bi se izbjegle negativne posljedice takve ishrane.

### **2. 3. 5. Agrotehnički značaj heljde**

Heljda je brzorastuća biljka, a zbog vrlo kratke vegetacije može se uzgajati i kao naknadni ili postrni usjev. Ta činjenica pridonosi tome da se heljda najbolje uzgaja i u predjelima s većom nadmorskom visinom, gdje ostale poljoprivredne kulture ne uspijevaju. Uslijed kratkog trajanja vegetacije, možemo na istoj površini dobiti godišnje i po dva prinosa.

Sjetva postrnih-pokrovnih usjeva je znana metoda unaprijeđivanja poljoprivredne proizvodnje usjeva kroz podizanje kvalitete tla i održavanje ugođenosti tala (De Bruin i sur., 2005; Stipešević i sur., 2005), zaštite tla od oštećenja vremenskim nepogodama, podizanja razine hraniva u tlu, te akumulacije i konzervacije vlage tla (Karlen i Doran, 1991), poboljšanja mase i aktivnosti mikroorganizama tla (Motta i sur., 2007), te čak i suzbijanja korova (Williams i sur., 1998; Reddy, 2001; Reddy i Koger, 2004). Konzervacija hraniva i spriječavanje ispiranja istih iz tla nakon skidanja heljde kao prethodnog, odnosno postrnog-pokrovnog usjeva, svoje pravo značenje pokazuje naročito u ekološkoj – organskoj poljoprivredi, gdje je uporaba mineralnih gnojiva izrijekom zabranjena. Na taj način pokrovni usjev služi kao usjev za prihvaćanje i prenošenje hraniva, naročito dušika u plodoredu za usjeve koji imaju velike zahtjeve za ishranom dušikom (Kessavalou i Walters, 1999; Pietsch i sur., 2002). Doduše, pravilan izbor postrnog usjeva do sada nije dostatno proučen, posebno za hrvatske agroekološke uvjete, a napose u ekološkoj – organskoj poljoprivredi, koja se definira kao kompleksan sustav (Brumfield i sur., 2000), gdje produktivnost usjeva može biti znatno

unaprijeđena nakon više godina gospodarenja u skladu s ekološkim načelima (Lockeretz i sur., 1981). Snaga heljde, kao postrnog-pokrovnog usjeva, očituje se prije svega u činjenici da heljda ima vrlo brz i intenzivan početni porast te na taj način odlično zagušuje korove.

Zbog tih svojih pozitivnih karakteristika, heljdu možemo uključiti u razne konsocijacije s drugim poljoprivrednim kulturama. Konsocijacija predstavlja istodobni uzgoj dviju ili višekultura na istoj proizvodnoj površini – to je združivanje kultura, za razliku od višestrukog sustava gospodarenja, koji razumijeva uzgoj i žetvu dviju, a katkad čak triju ili četiriju kultura na istoj površini u istoj godini. Konsocijacije su bolje nego jedna kultura, jer daju veće prinose, štite od rizika, bolesti, štetnika i, što je naročito važno u slučaju heljde, štite od korova, ravnomjernije troše biljna hraniva i vodu, osiguravaju uravnoteženiju hranu za ljude itd. Unutar opće kategorije konsocijacija, postoje četiri podkategorije: miješane konsocijacije, konsocijacije s uzgojem usjeva u redovima, konsocijacije s uzgojem usjeva u trakama i preklapajuće konsocijacije. Kao dopuna glavnim kategorijama konsocijacija, postoji čitav leksikon pojmova povezanih s njima. Na prvom mjestu je ekvivalentni zemljišni odnos (EZO) ili relativna ukupnost prinosa (RUP), koji predstavlja odnos između potrebne površine pod jednom kulturom prema jedinici površine pod konsocijacijom pri istoj razini agrotehnike, da bi se dobio jednak prinos. Na drugom mjestu je kompeticija ili interferencija, koja označava proces u kojem dvije pojedinačne biljke ili dvije populacije biljaka međusobno tako djeluju da barem jedna negativno utječe na drugu. I na kraju, to je facilitacija, kao proces u kojemu dvije pojedinačne biljke ili dvije populacije biljaka, međusobno djeluju tako da barem jedna pozitivno utječe na drugu. U suvremenim konsocijacijama, u kojima je zastupljen redovito mali broj kultura, ograničenja u primjeni pesticida mogu se svesti na minimum. Suvremene konsocijacije su orijentirane u drugom smjeru, pa se prakticiraju u modernim sustavima visoke tehnologije usijavanjem sekundarne kulture, primjerice heljde između redova primarne kulture npr. između redova vinove loze. Primjena suvremene agrotehnike moguća je u konsocijacijama drvenastih kultura s jednogodišnjim ili višegodišnjim oraničnim kulturama. To također potvrđuje da suvremene konsocijacije nipošto ne bi trebalo vezati za mogućnost primjene visoke tehnologije. Iako je primjena mehanizacije moguća kada se kulture u konsocijacijama uzgajaju u redovima ili pojasevima, to su u biti radno intenzivni proizvodni sustavi. Krajnji je cilj imati jednu kulturu ili više njih, koje se aktivno razvijaju gdje god su uvjeti za uzgoj bilja povoljni. Takva praksa obično rezultira najučinkovitijim korištenjem vode, jer je biljke koriste odmah po primitku, pa se stoga smanjuje i evaporacija iz tla. Osim toga, korištenje vode iz tla od biljaka, povećava mogućnost uskladištenja slijedećih oborina, čime se smanjuje mogućnost otjecanja i erozije. Biljni pokrov također pruža dodatnu zaštitu

od erozije. Mogućnost uzgoja kultura u konsocijaciji, s ekološkog motrišta, prvenstveno je određena hidrotermičkim obilježjima nekog područja, uz uvjet da su zadovoljeni temeljni proizvodni čimbenici. Opskrba vodom i temperature mogu biti pogodni tijekom čitave godine. Tada nema klimatskih ograničenja za uvođenje konsocijacija. Ako je opskrba vodom samo sezonska, a u istoj toj sezoni vladaju povoljne temperature, rano osnivanje prilagođenih kultura, nakon čega slijedi sjetva drugih kultura zastupljenih u konsocijaciji u odgovarajuće vrijeme, dovodi do potencijalno visoke proizvodnje. Na većini poljoprivrednih površina čovjek nastoji uzgajati samo jednu kulturu i svaku drugu biljnu vrstu smatra korovom. Ipak, diljem svijeta koriste se različiti oblici konsocijacija i u većini slučajeva konsocijacije zaista osiguravaju višu proizvodnju i bolju kakvoću nego stalni uzgoj istih kultura na jednakim površinama. Ta se činjenica može objasniti manjom kompeticijom između različitih vrsta, nego između biljaka iste vrste. Pri tome treba imati na umu moguće interakcije između živih organizama (mutualizam, komenzalizam, antibioza i parazitizam).

Nekoliko je okolnosti u kojima mogu doći do izražaja pozitivne interakcije među kulturama. Prije svega, to je postojanje vrsta s različitim korijenovim sustavom, odnosno, različitom dubinom zakorjenjivanja, čime je omogućeno korištenje vode i hraniva iz različitih slojeva. Nadalje, postojanje vrsta različitog uzrasta, što omogućuje bolje korištenje svjetla i stvaranje povoljnije mikrokline (smanjenje intenzivnosti radijacije i brzine vjetra, povećanje relativne vlažnosti zraka). Tu je i postojanje vrsta s različitim sezonskim ritmom porasta. Veći je broj temeljnih ciljeva zbog kojih se kulture uzgajaju u konsocijacijama: povećanje sigurnosti uzgoja neke kulture na granici njezina uzgojnog areala, dobijanje proizvoda bolje kakvoće, dobijanje prvog proizvoda dok raste glavna kultura, dobijanje na vremenu, postizanje zaštite jedne kulture drugom, podupiranje usjeva u rastu, osiguranje unakrsne oplodnje, povoljno djelovanje na plodnost tla, bolje iskorištenje iste proizvodne površine, iskorištavanje rubnog utjecaja od članova konsocijacije.

Heljda je kultura koja se koristi u konsocijacijama drvenastih i ratarskih kultura. U maslinicima i vinogradima sa širokim redovima, postoji trajna mogućnost uzgoja ratarskih kultura kao npr. heljde. Takva mogućnost nije isključena ni u nasadima drugih drvenastih kultura, ako su međuredni razmaci primjerene veličine i ako uzgojni oblici koji se koriste ne čine smetnje, a ekološka obilježja jamče uravnoteženo pritijecanje vegetacijskih čimbenika svim partnerima u konsocijaciji. Primjer za to je tzv. interkalarna kultura, otprije poznata u Italiji i u nas u Istri, a predstavlja konsocijaciju vinove loze, posađene na veće razmake, s ratarskim kulturama kao što je heljda. Kako bi se što potpunije razumjele mogućnosti združivanja pojedinih kultura ili čak pojedinih skupina kultura, treba uvažiti i međusobne

odnose makroorganizama i mikroorganizama poljoprivrednog tla. Biljke svojim podzemnim organima – korijenom, ne samo što primaju hraniva, vodu i kisik, već izlučuju organske kiseline, šećere, aminokiseline i ugljični dioksid, zatim fitonocide, koji su štetni za mikroorganizme, te koline (alelopatija) koji djeluju na korijenje drugih biljaka. Za očitovanje alelopatijskih odnosa vrlo su važni kolini. Više biljke djeluju na mikroorganizme nizom toksičnih tvari, poznatih pod zajedničkim nazivom fitonocidi, a sama alelopatija, koja je u stvari kruženje fiziološki aktivnih tvari i njihovo djelovanje u agroflocenozama, spada u red značajnih pojava koje mogu utjecati na oblik i karakter pojedinih konsocijacija.

Zelena gnojidba jedan je od najučinkovitijih načina povećanja plodnosti tla unošenjem u tlo nadzemne mase za tu svrhu posebno uzgojenih usjeva, kao što je npr. heljda. U skladu s rečenim, unošenje u tlo zelene mase samoniklih usjeva ili korova, ne može se smatrati zelenom gnojidbom, jer je isključen svjesno odabran pristup uzgoja. Zelenu gnojidbu poznavali su i prakticirali Grci i Kinezi prije Krista, a potom i Rimljani. Veći broj antičkih pisaca pisao je o zelenoj gnojidbi. Sinonim za zelenu gnojidbu je sideracija. Ona vuče korijen od kulta plodnosti vezanog za zvijezde i Mjesec.

Naziv sideracija dolazi od latinske riječi „siderus“, što znači „zvjezdan“. Vjerovalo se, naime, da plodnost s nebeskih tijela prelazi na biljke, a s njih na tlo. Stoga se i usjevi za zelenu gnojidbu, među koje možemo ubrojati i heljdu, nazivaju sideratima. Stoljećima je u zelenoj gnojidbi bila prisutna empirija, sve dok joj u prošlom stoljeću nije znanstvene temelje postavio Shultz – Lupitz, sustavno proučavajući zelenu gnojidbu na pjeskovitim tlima sjeverne Njemačke. Zelena gnojidba, kao i svaka druga organska gnojidba, višestruko pozitivno djeluje na svojstva tla i prinos poljoprivrednih kultura. U određenom smislu, usjeve koji se uzgajaju za zelenu gnojidbu treba smatrati pokrovnim usjevima, budući da štite površinu tla od negativnih abiotskih utjecaja. Zelena se gnojidba prakticira, prije svega, radi povećanja prinosa usjeva koji nakon nje slijede, ali isto tako i radi poboljšanja strukture tla. To se postiže povećanjem sadržaja organske tvari u tlu kako bi se uspostavila ravnoteža s gubicima koji nastaju zbog obrade, sprječavanjem ispiranja biljnih hraniva u intervalima između dvaju usjeva, povećanjem rezervi dušika u tlu i mobiliziranjem hraniva u tlu. Zaoravanje zelene mase se preporučuje, dakle, zbog očuvanja biološke faze tla, a uz nju danas se koristi čitav niz biopreparata koji sadrže korisne bakterije, a koje pomažu intenzivne mikrobiološke procese u tlu, kao i mikrobiološka bakterijska gnojiva. Takva gnojiva pomažu bolje iskorištavanje dušika i fosfora. Najpoznatija bakterijska gnojiva azotobacterin i nitragin često puta dolaze kao kombinacija dušičnih i fosfornih bakterijskih gnojiva, npr. nitrifikacijska bakterija (*Azotobacterin chroococcum*) i bakterija koja pomaže boljem



usvajanju fosfora (*Bacterium megatreriium*). Unesena svježna organska tvar u tlo, pretežno se sastoji od lako raspadljivih spojeva, tj. celuloze i hemiceluloze, čime se snažno utječe na biološku aktivnost tla. Na lakšim, pjeskovitim tlima, siderati utječu na zadržavanje vlage i usporavaju odnošenje pijeska, naročito oni dubljeg korijenova sustava, dok na težim tlima rahle i prožimaju masu tla, usvajaju teže topljiva hraniva i obogaćuju tlo dušikom, povoljno utječu na ugorenost tla i značajan su čimbenik pedohigijene tla pri ponovljenom uzgoju istog usjeva ili monokulture.

Razlozi za zelenu gnojidbu su višestruki. U osnovi, svode se na pojačan „promet“ organske tvari u tlu u kojem nema dovoljno humusa, u kojem se nedovoljno ili se uopće ne primjenjuje stajski gnoj i da se pokrovnim usjevom siderata zaštititi tlo. Danas, u sklopu organsko-biološke, ali i konvencionalne poljoprivrede, sideracija poprima sve šire značenje upravo zbog toga što najvažniji siderati spadaju u leguminoze, čime bitno pridonose ukupnoj bilanci dušika u tlu. U tom smislu, njihova će uloga biti sve važnija, no niti kulture koje pripadaju drugim porodicama, poput heljde i dr., ne treba zanemariti. U neleguminozne siderate, pored heljde, spadaju repica, ogrštica, gorušica, uljana rotkvica, lihoraps, rauola, facelija, raž, zob. Dakako, svi navedeni siderati nemaju istu važnost. Dapače, neke leguminozne usjeve treba prvenstveno koristiti za proizvodnju krme (djetelina i lucerna) ili u druge svrhe (soja), a tek potom kao siderate. Isto vrijedi i za neke neleguminozne siderate. Pri izboru siderata, važnu ulogu igra dubina njihova zakorjenjivanja, posebice pri istodobnoj sjetvi više različitih siderata radi kvalitetnijeg i sveobuhvatnijeg prožimanja mase tla. Navode se, stoga, podaci o dubini ukorjenjivanja nekih važnijih siderata: maljava grahorica (*Vicia villosa*) – 30 do 50 centimetara, obična grahorica (*Vicia sativa*) – 30 do 90 centimetara, konjski bob (*Vicia faba*) – 30 do 120 cm, inkarnatka (*Trifolium incarnatum*) – 30 do 80 cm, crvena djetelina (*Trifolium pratense*) – 10 do 200 cm, gorušica (*Sinapis alba* i *Sinapis nigra*), ogrštica (*Brasica rapa oleifera*), heljda (*Fagopyrum esculentum*) i facelija (*Phacelia tanacetifolia*) – 80 do 150 centimetara. Pri uzgoju je najbolje kombinirati leguminozne i neleguminozne siderate. Time se postiže veća nadzemna i podzemna masa te učinkovitije vezanje i korištenje dušika, veća otpornost prema negativnim abiotskim i biotskim čimbenicima, ali i bolja prilagodba na vladajuće stanišne uvjete.

Na izbor siderata, a samim time i na uspjeh sideracije, u najvećoj mjeri utječu klima, tlo i sustav biljne proizvodnje. Sa stajališta klime, najvažniji su vladajući hidrotermički odnosi, unutar njih osobito količina i distribucija oborina te dužina vegetacijskog razdoblja, budući da se siderati siju prvenstveno kao vremenski interpolirani usjevi. Stoga dovoljno dugo, vlažno i toplo vegetacijsko razdoblje, omogućuje nesmetan uzgoj siderata. Minimalnom se smatra

godišnja količina od 500, eventualno 600 milimetara, ovisno o evaporaciji. Ispod tih vrijednosti nema dovoljno vode za ekonomski isplativi uzgoj siderata, ako se ne provodi natapanje. Prema tlu, postoje određene razlike između pojedinih siderata, premda srednje teška tla, povoljne reakcije, dobro opskrbljena humusom i kalcijem, odgovaraju svim sideratima. Na teškim tlima dobro uspijevaju stočni grašak, bob, grahor i bijela djetelina, a na laganim seradela, žuta lupina i heljda. Usto, lupine, bob, heljda i gorušica imaju veliku sposobnost usvajanja teško topljivih fosfata, čak 60 % iz sirovih fosfata u usporedbi sa superfosfatom. Heljda se, kao i ostali siderati, dakle, može uzgajati na oranici i u nasadima drvenastih kultura. Uzgoj heljde kao siderata na oranici, uklapa se u prakticirani sustav biljne proizvodnje. U pravilu se sije kao vremenski interpolirani usjev (naknadni i postrni), rjeđe kao podusjev, a vrlo rijetko kao glavni usjev, odnosno samo onda kada je nužno pojačati „promet“ organske tvari kroz tlo i kada je vegetacijsko razdoblje kratko. Heljda kao siderat na oranici, u nas se najčešće sije nakon žetve ranih usjeva ljeti, uz uvjet da nakon toga ima dovoljno oborina. Taj uvjet češće je zadovoljen u sjeverozapadnim, nego u istočnim predjelima kontinentalne Hrvatske. Ako se siderati siju kao podusjevi, za njih nije potrebna zasebna agrotehnika. Kao vremenski interpolirani međusjevi i, dakako, kao glavni usjevi, imaju vlastitu agrotehniku (obradu, gnojidbu i sjetvu). Posebnu pozornost treba pridati gnojidbi, osobito ako su po srijedi manje plodna tla, jer samo pri povoljnoj opskrbljenosti tla hranivima, siderati mogu stvoriti veliku nadzemnu masu.

Uzgoj heljde kao siderata u nasadima drvenastih kultura unekoliko se razlikuje od njihova uzgoja na oranici. Naime, u tim nasadima siderati se uvijek siju kao prostorni međusjevi, odnosno podusjevi, pa postoji mogućnost da dođe do kompeticije za vodu i hraniva između glavne kulture i siderata. Razumije se da siderati ne smiju činiti smetnje pri obavljanju radova u nasadima. Izbor siderata u nasadima drvenastih kultura ovisi o klimi, tlu, vrsti kulture i razmaku sadnje. Klima je, dakako, najvažnija, jer o njoj ovisi najpovoljnije vrijeme sjetve siderata, koji se inače mogu sijati u proljeće, ljeto i jesen. U nizinskom području Hrvatske, povoljnija je proljetna i ranoljetna sjetva, a u obalnom – jesenska, zbog tamošnje klime. Kako bi hraniva sadržana u sideratima, postala biljci pristupačna ili organski ostaci postali dio humusa tla, siderati se moraju razgraditi. Mlade biljke i tvari bogate dušikom, razgrađuju se vrlo brzo. Kako razgradnja napreduje, ona se odvija sporije zbog relativno većeg otpora rezidualne organske tvari razgradnji. Siderati osiguravaju energiju mikroorganizmima koji vrše razgradnju. Vrlo brzo i potpuno razgrađuju se vodotopljivi spojevi, ponajviše šećeri, organske kiseline, alkohol i glukozidi, škrobovi i aminokiseline. Slobodno živuće bakterije fiksatori dušika, koriste većinu tih tvari kao izvor energije. Siderati mogu sadržati 20 do 40 %

ukupne suhe tvari u vodotopljivu obliku. Odgađanje zaoravanja siderata, koji su prispjeli u jesen, do proljeća čuva vlagu i usporava razgradnju, površinsko otjecanje i eroziju. Vrijeme unošenja siderata u tlo povezano je s nizom čimbenika. Pri opasnosti od isušivanja tla, ne bi se smjelo kasniti s njihovim zaoravanjem. U tom se slučaju često sliježe tlo nakon nicanja ozimina, ogoljavaju čvorovi busanja i smanjuju otpornost na niske temperature. Za povećanje učinkovitosti sideracije, veliko značenje ima vrijeme njihova unošenja u tlo. Budući da se u tlu brže razgrađuju bjelančevine, vrijeme unošenja u tlo biljaka bogatih bjelančevinama, treba podesiti tako kako bi hraniva oslobođena iz njih odmah mogle iskoristiti uzgajane kulture. U prvom se to redu odnosi na laka tla u kojima dušik bjelančevina brzo prelazi u amonijski i nitratni oblik, od kojih ovaj drugi može biti brzo ispran iz tla. Ta je opasnost posebice prisutna pri unošenju mladih biljaka u tlo. Stoga siderate treba zaoravati tek onda kada su biljke odrvenjele ili kada ih ofuri mraz. Na teškim tlima siderate valja unositi u tlo u jesen, a na lakim pretežno u proljeće. Brzina razgradnje unesenih siderata ovisi o dubini unošenja u tlo, starosti biljaka, mehaničkom sastavu i vlažnosti tla. Što je dubina unošenja veća, biljke starije i teži mehanički sastav tla, siderati se sporije razgrađuju i obratno. Danas se općenito daje prednost dubljem unosu siderata, kako bi se osiguralo njihovo produženo djelovanje. Pri dubljem unošenju zelene mase, biljke efikasnije koriste oslobođeni dušik. Razgradnja organske tvari u tom slučaju odvija se u anaerobnim uvjetima i ne teče do kraja, što pridonosi određenom obogaćivanju tla organskom tvari. To je osobito važno za laka tla. Izuzetno se siderati unose u tlo vrlo plitko, tako da biljke vire iz tla kako bi se snijeg zadržavao na proizvodnoj površini. U pravilu, biljna bi masa morala biti prekrivena tlom, kako ne bi dolazilo do smetnji u predstjetvenoj pripremi tla. Što se tiče tehnike unošenja siderata u tlo, nju prvenstveno treba podesiti prema visini nadzemne mase, brinući o tome jeli masa sočna ili odrvenjela. Rotacijska oruđa, na prvome mjestu freza, dobro miješaju i prekrivaju biljnu masu tlom. No, siderati se u tlo najčešće unose lemešnim plugom. Zaoravanju siderata, osobito visokih, može predhoditi valjanje, zatim tanjuranje teškim tanjuračama. Ako je tlo u vrijeme zaoravanja zbito i suho, treba ga povaljati kako bi se osiguralo kapilarno kretanje vode u sloj tla u kojemu je zaorana masa. Premda je učinkovitost zelene gnojidbe na povećanje prinosa jasno dokazana, o njenom utjecaju na sadržaj humusa i dušika u tlu, postoje različita, ali u cjelini ipak pozitivna mišljenja. Mali utjecaj siderata na sadržaj humusa objašnjava se time što se pri intenzivnoj razgradnji zelene mase mladih biljaka, koje su bogate lako topljivim hranivim tvarima i dušikom, ali siromašne ligninom, u tlu u obliku humusa veže beznačajna količina dušika. Međutim, novostvoreni humus ne može kompenzirati gubitke do kojih dolazi pri obradi tla. Novijim istraživanjima s primjenom izotopa utvrđeno je da se pri razgradnji

svježe biljne mase procesi u tlu toliko aktiviraju, da oni dovode do smanjenja zaliha humusa u tlu. Tako je pomoću C 14 bilo utvrđeno da se razgradnja humusa u tlu pojačava s povećanjem količine unesene zelene mase i da je pri sideraciji nemoguće povećanje i čuvanje zaliha humusa u tlu. Učinkovitost zelene gnojidbe ovisi o prinosu siderata. Što je prinos veći i što je veća masa unešena u tlo, jače je izravno i produžno djelovanje zelene gnojidbe. U pogledu produžnog djelovanja, zelena gnojidba zaostaje za stajskim gnojem, što se objašnjava bržom razgradnjom organske tvari siderata. Za zelenu gnojidbu su najpoželjniji oni usjevi koji zauzimaju tlo samo dio vegetacijskog razdoblja i ne interferiraju s glavnim usjevima u plodoredu. Ako se u tlo unose velike količine svježe zelene mase, mora proći neko vrijeme (dva do tri tjedna) prije sjetve iduće kulture, kako bi se izbjeglo oštećivanje klijanaca tvarima koje nastaju njezinom razgradnjom. Pod utjecajem sideracije, zbog raspadanja organske tvari, stvaraju se veće količine ugljičnog dioksida, što dovodi do gubitaka kalcija, osobito na lakšim tlima. Učinkovitost zelene gnojidbe proističe zapravo iz njezine vrijednosti, koja se u najvećoj mjeri očituje stvorenom količinom svježe organske tvari. Najveću masu stvara siderat sijan kao glavni usjev, potom kao podusjev, a najmanje kao postrni međususjev. Sideracija se smatra uspješnom kada je prinos stvorene organske suhe tvari od 5 do 8 tona po hektaru. Vrijednost sideracije mjeri se njezinim gnojidbenim učinkom na prinos kultura koje nakon nje slijede, koji traje jednu do dvije godine.

Učinak je u prosjeku na razini stajskoga gnoja. Značajna je uloga zelene gnojidbe i u vezi s pedohigijenom tla, osobito pri sužavanju plodoreda i ponovljenoj sjetvi ili monoprodukciji istog usjeva. U tom smislu, u prednosti su neleguminozni siderati (repice, gorušica, rauola, heljda, raž, facelija i dr.), jer su sigurniji u uzgoju. Kvalitetan primjer korištenja heljde kao siderata, naveden je od strane Instituta za zemljište, Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu, gdje su tamošnji znanstvenici koristili heljdu kao površinski usjev prilikom pripreme tla za sadnju maline, a koji je imao svrhu, zasijan godinu dana prije sadnje maline, osigurati dodatne organske tvari te smanjiti pojavu oštećenja izazvanih nematodama. Heljda je tom prilikom sijana u količini 80 kg po hektaru sjemena, kao ranoljetni usjev, prinos biljne mase bio je 1 do 1.5 tone po hektaru, a zaorala se je kasno u jesen i u potpunosti je opravdala svrhu zbog koje je korištena kao zelena gnojidba. Iskustva iz SAD govore da se heljda nakon pčelinje paše zaore za zelenu gnojidbu te se u toku 45 do 60 dana može tako dobiti i do 7 tona suhe tvari po hektaru, koja se zaore za jesenju sjetvu raži. Promatra li se sideracija s ekonomskog stajališta, treba reći da ona ne pruža izravnu korist, a ipak traži određena ulaganja (obrada, gnojidba, sjeme, sjetva), pa je prije njezina uvođenja treba procijeniti i s tog motrišta. Treba je, dakako, promatrati i sa stajališta zaštite tla od erozije i drugih negativnih učinaka, kao i u sklopu

sustava konzervacijske obrade tla, ali i organsko-biološke poljoprivrede. Gotovo bi se moglo reći kako je u nasadima drvenastih kultura „a priori“ opravdana. Sideracija biološki aktivira tlo, čuva glavna biljna hraniva od ispiranja, uz istodobno obogaćivanje tla tim hranivima i uvelike utječe na popravljjanje strukture tla.

Zaoravanju siderata, osobito visokih, može predhoditi valjanje, zatim tanjuranje teškim tanjuračama.

Ako je tlo u vrijeme zaoravanja zbito i suho, treba ga povaljati kako bi se osiguralo kapilarno kretanje vode u sloj tla u kojemu je zaorana masa. Premda je učinkovitost zelene gnojidbe na povećanje prinosa jasno dokazana, o njenom utjecaju na sadržaj humusa i dušika u tlu, postoje različita, ali u cjelini ipak pozitivna mišljenja. Mali utjecaj siderata na sadržaj humusa objašnjava se time što se pri intenzivnoj razgradnji zelene mase mladih biljaka, koje su bogate lako topljivim hranivim tvarima i dušikom, ali siromašne ligninom, u tlu u obliku humusa veže beznačajna količina dušika. Međutim, novostvoreni humus ne može kompenzirati gubitke do kojih dolazi pri obradi tla. Novijim istraživanjima s primjenom izotopa utvrđeno je da se pri razgradnji svježe biljne mase procesi u tlu toliko aktiviraju, da oni dovode do smanjenja zaliha humusa u tlu. Tako je pomoću C 14 bilo utvrđeno da se razgradnja humusa u tlu pojačava s povećanjem količine unesene zelene mase i da je pri sideraciji nemoguće povećanje i čuvanje zaliha humusa u tlu. Učinkovitost zelene gnojidbe ovisi o prinosu siderata. Što je prinos veći i što je veća masa unesena u tlo, jače je izravno i produžno djelovanje zelene gnojidbe. U pogledu produžnog djelovanja, zelena gnojidba zaostaje za stajskim gnojem, što se objašnjava bržom razgradnjom organske tvari siderata. Za zelenu gnojidbu su najpoželjniji oni usjevi koji zauzimaju tlo samo dio vegetacijskog razdoblja i ne interferiraju s glavnim usjevima u plodoredu. Ako se u tlo unose velike količine svježe zelene mase, mora proći neko vrijeme (dva do tri tjedna) prije sjetve iduće kulture, kako bi se izbjeglo oštećivanje klijanaca tvarima koje nastaju njezinom razgradnjom. Pod utjecajem sideracije, zbog raspadanja organske tvari, stvaraju se veće količine ugljičnog dioksida, što dovodi do gubitaka kalcija, osobito na lakšim tlima. Učinkovitost zelene gnojidbe proističe zapravo iz njezine vrijednosti, koja se u najvećoj mjeri očituje stvorenom količinom svježe organske tvari. Najveću masu stvara siderat sijan kao glavni usjev, potom kao podusjev, a najmanje kao postrni međuusjev. Sideracija se smatra uspješnom kada je prinos stvorene organske suhe tvari od 5 do 8 tona po hektaru. Vrijednost sideracije mjeri se njezinim gnojidbenim učinkom na prinos kultura koje nakon nje slijede, koji traje jednu do dvije godine. Učinak je u prosjeku na razini stajskoga gnoja. Značajna je uloga zelene gnojidbe i u vezi s pedohigijenom tla, osobito pri sužavanju plodoreda i ponovljenoj sjetvi ili

monoprodukciji istog usjeva. U tom smislu, u prednosti su neleguminozni siderati (repice, gorušica, rauola, heljda, raž, facelija i dr. ), jer su sigurniji u uzgoju. Kvalitetan primjer korištenja heljde kao siderata, naveden je od strane Instituta za zemljište, Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu, gdje su tamošnji znanstvenici koristili heljdu kao površinski usjev prilikom pripreme tla za sadnju maline, a koji je imao svrhu, zasijan godinu dana prije sadnje maline, osigurati dodatne organske tvari te smanjiti pojavu oštećenja izazvanih nematodama. Heljda je tom prilikom sijana u količini 80 kg po hektaru sjemena, kao ranoljetni usjev, prinos biljne mase bio je 1 do 1.5 tone po hektaru, a zaorala se je kasno u jesen i u potpunosti je opravdala svrhu zbog koje je korištena kao zelena gnojidba. Iskustva iz SAD govore da se heljda nakon pčelinje paše zaore za zelenu gnojidbu te se u toku 45 do 60 dana može tako dobiti i do 7 tona suhe tvari po hektaru, koja se zaore za jesenju sjetvu raži. Promatra li se sideracija s ekonomskog stajališta, treba reći da ona ne pruža izravnu korist, a ipak traži određena ulaganja (obrada, gnojidba, sjeme, sjetva), pa je prije njezina uvođenja treba procijeniti i s tog motrišta. Treba je, dakako, promatrati i sa stajališta zaštite tla od erozije i drugih negativnih učinaka, kao i u sklopu sustava konzervacijske obrade tla, ali i organsko-biološke poljoprivrede. Gotovo bi se moglo reći kako je u nasadima drvenastih kultura „a priori“ opravdana. Sideracija biološki aktivira tlo, čuva glavna biljna hraniva od ispiranja, uz istodobno obogaćivanje tla tim hranivima i uvelike utječe na popravljavanje strukture tla.

## 2. 4. SISTEMATIKA HELJDE

### 2. 4. 1. Botanička klasifikacija

Sinonimi za heljdu su ajda, eljda, elda, elja, jeljda, hajdinje, golokud, itd. Sistematika heljde jest slijedeća:

**Tablica 2.** Sistematika heljde

Carstvo	<i>Plantae</i>
Podcarstvo	<i>Tracheobionta</i>
Nadodjeljak	<i>Spermatophyta</i>
Odjeljak	<i>Magnoliophyta</i>
Razred	<i>Magnoliopsida</i>
Podrazred	<i>Caryophyllidae</i>
Red	<i>Polygonales</i>
Porodica	<i>Polygonaceae</i>
Rod	<i>Fagopyrum</i> Mill.
Vrsta	<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench.

Rod *Fagopyrum* obuhvaća petnaest vrsta, a u proizvodnji se koriste samo tri :

1. *Fagopyrum cymosum* – višegodišnja heljda, gaji se samo u Indiji, u brdima, kao povrtna, krmna i ljekovita biljka (rutina sadrži 8,5 %), a kao divlja nalazi se u južnoj i istočnoj Aziji, kao prethodnik prave heljde.

2. *Fagopyrum esculentum* Moench. – (sinonimi : *Fagopyrum sagittatum* Gilib., *Fagopyrum vulgare* Hill., *Fagopyrum emarginatum* Roth., *Fagopyrum fagopyrum* Karsten., *Fagopyrum cereale* Raf. i *Polygonum fagopyrum* L.) – obična heljda, koja se uzgaja i na našim prostorima.

3. *Fagopyrum tataricum* – tatarska heljda, koja se, zbog loše kvalitete zrna, koristi za silažu.

Najvažnija vrsta, dakako je obična heljda, koja se može dalje podijeliti na podvrste (*ssp. vulgare* i *ssp. multiflorum*), po bujnosti, broju listova i grana, a *ssp. vulgare* opet se dijeli na dva varijeteta: *alata* Bat. i *aptera* Bat., a neki su izdvojili i dva daljnja varijeteta. *marginata* i *rhombea*, po obliku zrna.

Ukrštanjem *Fagopyrum tataricum* i *Fagopyrum cymosum*, stvorili su 1966. godine amfidiploid *Fagopyrum giganteum* (Krotov – Dranenko), a Schmidt izdvojio je *Fagopyrum suffruticosum* vrstu, koja daje veliku biljnu masu za silažu, ali u našim agroekološkim uvjetima, ne donosi sjeme. Kamerunsku (afričku) heljdu – *Fagopyrum ciliatum* Jaeg. još nisu

počeli gajiti, dok *Fagopyrum tinctorium* L. u svom lišću sadrži boju pa bi se mogla uvesti u kulturu za tu svrhu.

Kad je u Japanu 1935. godine proizveden prvi autotetraploid, nastala je nova botanička vrsta *Fagopyrum tetraploidum* St., koja veličinom biljke, listova i plodova odskače od ostalih diploidnih vrsta.

Tatarska heljda je genetski izolirana vrsta, autofertilna, interesantna je samo kao čitava biljka (za silažu) pošto daje nedovoljno kvalitetno zrno za brašno i krupicu.

#### 2. 4. 2. Morfološka svojstva

**Korijen** se prema morfološkim svojstvima razlikuje od žitarica, jer ona pripada drugoj porodici (porodica *Polygonaceae*). Heljda ima vretenast korijen (po tome se razlikuje od drugih žitarica), dobro je razvijen, razgranat je i dobre upojne moći. žile i žilice prodiru u tlo do dubine 120 centimetara. Bočne žile su u velikoj mjeri obrasle dugačkim dlačicama, što i omogućuje veliku upojnu snagu samog korijena. Zanimljivo je da korijen čini tek samo oko 3 % ukupne težine biljke. To heljdi ne smeta da se dobro opskrbljuje vodom i hranom, što znači da je funkcija korijena heljde izvanredno dobra.



Slika 12 Korijen heljde



Slika 13. i 14. Stabljika heljde

**Stabljika** je uspravna, čvrsta i šuplja, visine 50 – 150 cm (neki kultivari i do 300 cm). Može biti bez bočnih grana, no većina kultivara ima razgranatu stabljiku s granama I, II i III reda te do šest pojasa grananja. Iznad posljednjeg pojasa grananja počinje plodni dio stabljike i grana, na kojima se grupiraju cvjetovi u grozdastu cvat. Stabljika je crvenkaste boje zbog antocijana, no u zriobi prelazi u smeđu. Stablo je zeljasto, glatko ili rebrastoi i kao kod ostalih žitarica, sastoji od nodija i internodija, a njihov broj ovisi o sortimentu, zatim o uvjetima uzgoja i o agrotehnici. Stabljika je najdeblja pri dnu, a prema vrhu je sve tanja. Stabljika se razvija



također iz klice – klicina pupoljka, u koljencu je ispunjena spletom provodnih žila (diafragma) i na tom dijelu razvija se list i nalazi se zona rasta odakle rastu međukoljenca.

**List** je kod heljde različito građen, donji se sastoji od peteljke i velike srcolike plojke, dok listovi pri vrhu imaju samo plojku, dakle pri vrhu stabla sjedi, a u donjem dijelu je na drškama. Na donjem dijelu lista je opnasto proširenje (jezičac ili ligula) koje obuhvaća stabljiku te na taj način onemogućuje prodiranje vode, prašine i mikroorganizama između listnog rukavca i stabljike. Listovi su poredani naizmjenično, stoje pod kutem 180 stupnjeva, dugački su 5 – 10 centimetara, a boja, također, zahvaljujući antocijanu, može poprimiti crvenkastu nijansu. Zavisno od sorte, listova može biti u obilju ili su malobrojni.



**Slika 15.** List heljde **Slika 16.** Cvat heljde

**Cvijet** ima cvjetove skupljene na cvjetnoj grančici, složene u grozdolike (ponekad u štitolike) cvati, a cvjetne grančice rastu iz pupova u pazuhu listova. Na dobro razvijenoj biljci može biti veliki broj cvjetova, od 1 000 do 2 000. Cvijet heljde sastoji se od pet lapova, pet latica, osam prašnika i jednog tučka, po čemu se razlikuje od cvijeta drugih žitarica, kod kojih se u cvijetu nalaze samo tri prašnika. Latice su bijele, a mogu biti ružičaste ili s ružičastom nijansom, dok je cvijet tatarske heljde zelenkastožut. Cvjetanje traje dugo (oko trideset dana). Oploduje se samo oko 20 % cvjetova, jer cvatnja i oplodnja traju dugo pa u nepovoljnim uvjetima dio cvjetova ostaje neoplođen. Naime, heljda je stranooplodna, cvjetovi su dvospolni, po pravilu heterostilni, tj. dimorfni, a selekcijom su stvorene i homostilne forme sa većim postotkom autofertilnosti. Heterostilan cvijet u heljde omogućava legitimno oprašivanje kad polen cvjetova s kratkim prašnicima pada na cvjetove sa kratkim tučkom i takođe kad se polenom dugačkih prašnika oprašuju cvjetovi s dugačkim tučkom. Dakle, u jednih cvjetova su prašnici duži od tučka, a u drugih – kraći. I jedan i drugi tip cvjetova, zastupljen je na biljci heljde u približno u istom broju. Cvatnja traje paralelno sa formiranjem zrna u mnogih sorti sve do kraja vegetacije. Oprašivanje cvjetova obavljaju insekti, koji po hladnom, kišovitom i vjetrovitom vremenu ne lete te je i to jedan od razloga za tako mali postotak oplodjenih cvjetova, premda duga cvatnja omogućuje pčelama dugo pašno razdoblje.

Treba naglasiti da oplodnja cvijetova heljde može često biti ilegitalno (nenormalno) – to se događa kod cvjetova kod kojih prašnici nisu jednako dugački kao tučak te se u usporedbi sa normalnim oplođivanjem, zametanje sjemena smanjuje i do 50 % .

**Plod** heljde je zrno, specifičnog trokutastog oblika. Plod se sastoji od sjemene ljuske i jezgre. Na sjemenu ljusku otpada od 20 do 40 % težine zrna. Jezgra je tamne boje, a endosperm je bijele boje, s većim sadržajem škroba od ostalih žitarica. Klica se nalazi u sredini endosperma, kotiledonima u obliku slova S. Težina 1 000 zrna (apsolutna težina) je 20 do 30 grama. Tetraploidna heljda ima veću apsolutnu težinu. Hektolitarska je težina od 55 do 65 kilograma – hektolitarska masa mora biti za prvu klasu iznad 62 kilograma, za drugu klasu iznad 58 kilograma, dok za treću klasu ne smije biti manja od 54 kilograma. Krajnje uške čašice ostaju pripojene uz osnovu oraščića, a jedro (orašicu) ili aheniju pokriva čvrst omotač (perikarp). On obrazuje na ivicama krila (alata) ili ih ne obrazuje (aptera), ili su deformirane pa to služi za određivanje vrste heljde. Po sastavu je plod sličan zrnu drugih žitarica. Masa ljuske ploda određuje se ljuštenjem dvadeset uzoraka po dvadeset zrna. Sjemenka unutar ljuske također je trouglastog oblika, a klica (embrio) smještena je u središte endosperma. Karakteristično za heljdu je da se iz kotiledona može regenerirati čitava biljka (Yamane, 1974; Srejović-Mišović, 1981). Postoje varijacije u boji ploda heljde, od crne, crvenkaste, srebrnaste, sa šarama ili bez njih.



**Slika 17.** Plod heljde (trobridni oraščić, bez ljuske)

([http://www.visualphotos.com/photo/2x3639201/buckwheat\\_close-up\\_06387cs-u.jpg](http://www.visualphotos.com/photo/2x3639201/buckwheat_close-up_06387cs-u.jpg))

## 2. 5. BIOLOŠKE OSOBINE I UVJETI USPIJEVANJA

### 2. 5. 1 Temperatura

Temperatura je kvalitativni izraz toplinskog stanja neke tvari. Rasprostranjenost biljnih vrsta na Zemlji uvjetovana je otpornošću i zahtjevima prema temperaturi stvorenim tijekom filogeneze, pa se sve biljke dijele na termofilne (pogoduju im više temperature), mezofilne i psihofilne (niža temperatura). Različite biljne vrste i varijeteti, ali i različiti organi iste biljke pa čak i tkiva, imaju specifične zahtjeve prema temperaturi, a ti zahtjevi se mijenjaju i obzirom na period rasta i razvoja. Intenzitet rasta različit je u pojedinim temperaturnim intervalima. Tkivo biljaka koje intenzivno raste uglavnom ne podnosi temperature iznad 45°C, dok suho sjeme može podnijeti i do 120°C, a zrnca peluda do 70°C. Biljne vrste koje su tijekom evolucije razvila tzv. CAM (Crassulacean acid metabolism) tip fotosinteze, poput rodova *Opuntia* i *Sempervivum*, prilagođene su uvjetima visoke temperature i nedostatka vode pa podnose i do 65°C. Tipične biljke umjerenog klimata hlade se transpiracijskom strujom a temperatura lista za sunčanog ljetnog dana i pri nedostatku vode može im biti 4 do 5°C veća od temperature zraka. U pojasu umjerene klime na Zemlji postoje izrazite sezonske razlike u temperaturi zraka i tla, ali i intenzitetu svjetlosti, duljini dana a često i količini i rasporedu oborina. Navedeni činitelji rasta i razvoja te rasprostranjenosti biljnih vrsta djeluju interaktivno. Pravilna izmjena godišnjih doba ima značajan učinak na životni ciklus biljaka. U umjerenom klimatu sniženje temperature i smanjen intenzitet svjetlosti također dovode do mirovanja biljaka koje smanjuju aktivnost pojedinih organa koji prolaze fazu senescencije (starenja) i odumiru (opadanje lišća kod listopadnih višegodišnjih biljaka). Mirovanje je privremeni prestanak rasta uvjetovan promjenama metabolizma i stanja protoplazme što dovodi do smanjenja intenziteta fizioloških procesa do dopustivog minimuma, a nastupa uslijed agroekoloških uvjeta nepovoljnih za rast biljnih organa ili cijele biljke (ljetni sušni periodi ili visoke temperature). U toj fazi dolazi ipak do određenih kvalitativnih promjena koje određuju budući rast i razvoj biljke. Visoka ili niska temperatura mogu oštetiti tvrdo sjeme (u prirodnim uvjetima požari i smrzavanje tijekom zime, u laboratoriju stratifikacija na 0-10°C) čime se prekida dormantnost (mirovanje) sjemena i omogućuje klijanje. Zbog toga na opožarenim površinama često dolazi do promjene u uobičajenom sastavu vegetacije, jer visoka temperatura tla u vrijeme požara prekida mirovanje sjemena nekih biljnih vrsta u tlu.

Sve se biljke, odnosno kulture, mogu razvrstati u tri skupine :termofilne, kojih je aktivni život pomaknut u zonu viših temperatura, kriofilne ili frigorofilne, koje su dobro prilagođene

nižim temperaturama, i mezotermne, kojih su termički zahtjevi između dviju prethodnih skupina. One biljke koje podnose velika termička kolebanja u smislu ekološke valencije ili životne amplitude, mogle bi se označiti kao euritermne, a one s uskom ekološkom valencijom, odnosno malim termičkim kolebanjima, kao stenotermne. Sve kulture, pa tako i heljda, imaju, dakle, svoje minimalne, optimalne i maksimalne limite za svaki stadij (fazu) razvitka. Visoke su temperature vrlo štetne zbog golemog povećanja evapotranspiracije, koja često može uzrokovati negativnu vodnu bilancu biljke i uginuće od uvenuća. Pod utjecajem visoke temperature ubrzava se respiracija i dozrijevanje kultura, a negativan je aspekt često prisilna zrioba, što je posljedica toplinskog udara.

Toplotni stres kod biljaka je u uskoj vezi s problemom nedostatka vode pa su simptomi često identični a mehanizmi prilagodbe u anatomskom i fiziološkom smislu slični. Anatomske prilagodbe na toplotni stres temelje se na smanjenju insolacije listova (reflektirajuće tvari u sastavu kutikule, formiranje dlačica, uvijanje listova, promjena položaja površine lista prema kutu upada sunčevih zraka) i poboljšanju usvajanja vode (dublji razvoj korijena). Na staničnoj razini, visoka temperatura povećava fluidnost staničnih membrana što remeti njihove fiziološke funkcije. Kod aklimatiziranih biljaka poput oleandera (*Nerium oleander*), povećan je stupanj zasićenosti masnih kiselina u membranskim lipidima, što smanjuje fluidnost membrana, a integralni proteini su čvršće vezani uz lipide. U uvjetima toplotnog stresa inicira se sinteza zaštitnih tvari u stanicama, poput proteina toplinskog šoka (HSP – heat stress proteins). Neki od HSP se pojavljuju isključivo u uvjetima stresa (ne samo toplotnog) a neki imaju određene funkcije i u normalnom metabolizmu stanica (haperoni koji sudjeluju u sintezi i razgradnji drugih proteina). Također je uočena akumulacija osmoprotektanata poput prolina u biljkama koje su pokazale tolerantnost na visoku temperaturu, ali je još nedovoljno poznato da li se radi samo o očuvanju hidratacije protoplazme ili te tvari imaju i neke druge zaštitne funkcije, kao što je neutralizacija slobodnih radikala. U osnovi otpornosti biljaka na visoke temperature je i sposobnost vezanja amonijaka oslobođenog dezaminacijom oštećenih proteina, tako da ne dođe do njegovog nakupljanja i toksičnog djelovanja. Amonijak se veže na organske kiseline pri čemu nastaju aminokiseline, naročito alanin (tzv. učinak alanina) i amidi.

Koristi od visokih temperatura mogu se manifestirati bržim isušivanjem mokrog tla i korisnim ubrzavanjem dozrijevanja i sušenja plodina. Pri zaštiti kultura od visokih temperatura, mogu se primijeniti neizravne mjere, npr. izbjegavanje uzgoja pri visokim ljetnim temperaturama, izbor kultivara koji rano sazrijevaju, te izbor rezistentnih vrsta. Visoke temperature mogu

katkad biti čak štetnije od niskih temperatura, ali u pravilu, visoke temperature nisu tako štetne kao niske, uz uvjet da ima dovoljno vlage, kako bi se izbjeglo venuće.

Štetno djelovanje niskih temperatura manifestira se na vanjskom izgledu biljke, ali, dakako, i na druge načine. Kada su usjevi izvrgnuti niskim temperaturama, rezultat može biti oštećenje ili uginuće. Otpornost biljaka prema niskim temperaturama ovisi o njihovoj životnoj aktivnosti, odnosno fazi razvoja, a najveća je u fazi mirovanja biljaka. Štetnost niske temperature ovisi o dužini trajanja i genotipu. Kod neotpornih vrsta aktiviraju se procesi oksidacije, hidrolize, nakupljaju organske kiseline, aminokiseline i amidi, te štetne tvari. Otporne biljke ekonomičnije troše energiju, imaju veću sintezu ATP-a, sporiju hidrolizu proteina i veći sadržaj šećera. Neotpornost na niske temperature obuhvaća negativan utjecaj temperatura ispod nule, ali i pozitivnih niskih temperatura (granica otpornosti duhana +2.5 do +5°C). Otpornost prema temperaturama ispod 0°C podrazumijeva stvaranje leda u intercelularima a ne u unutrašnjosti stanice, te očuvanje integriteta i funkcije biomembrana. Mehanizam djelovanja zaštitnih tvari poput šećera se sastoji u povećanju udjela vezane vode i direktnom specifičnom djelovanju na osjetljive membrane.

Za biljke su važne osim temperature zraka i temperature tla. Kolebanja temperature tla, među ostalim čimbenicima, u funkciji su dubine tla (smanjuju se s dubinom), a u plićim slojevima tla u jačim su koleracijskim vezama s temperaturom zraka. Događa se, stoga da u proljeće temperatura bude preniska za klijanje sjemena, dok je temperatura zraka dovoljno visoka za rast biljaka. Udaljavanjem od površine tla, temperatura zraka se u prosjeku snizuje za 5,5 stupnjeva za svakih 1000 metara visine. Optimalne temperature su one pri kojima se vitalne funkcije biljaka odvijaju maksimalnom brzinom. Kardinalne temperature, minimalne i maksimalne, su one ispod ili iznad kojih životne funkcije prestaju, ali se eventualno mogu povratiti, ako se temperaturni uvjeti poboljšaju. Kritične temperature su one minimalne i maksimalne temperature ispod ili iznad kojih nastaju nepopravljive štete u funkcijama ili na biljnim organima. Međutim, optimalne, kardinalne i kritične temperature nisu fiksni pokazatelji, niti su valjani za sve situacije, već su različiti, ovisno o varijabilnim okolnostima. Svi organi jedne biljke nemaju iste zahtjeve, ni ista termička ograničenja. Za razvoj korijena potrebna je niža minimalna temperatura, nego za razvoj stabljike, mladi su listovi osjetljiviji od starijih, muški cvjetni organi osjetljiviji su na minimalne i maksimalne temperature od ženskih organa. Biljke u punoj aktivnosti daleko su osjetljivije na kritične temperature, nego u vrijeme mirovanja. Stoga se može zaključiti kako se termički zahtjevi usjeva mijenjaju shodno razvojnim stadijima, a u skladu s njima mijenjaju se i biološki minimumi. Pod biološkim minimumom temperature podrazumijevamo najnižu minimalnu vrijednost

temperature pri kojoj neka fenofaza otpočinje. Za agrobiocenozu, ili još šire, za agrikulturu, najvažnije su temperature od 0 do 45 stupnjeva, dok je prosječni optimum za glavne fiziološke procese između 25 i 35 stupnjeva C. Biljka maksimalno prima vodu pri temperaturi od 35 do 40 stupnjeva C, a to je ujedno optimalna temperatura za disanje, dok se pri 45 stupnjeva C inaktivira klorofil i prestaje fotosinteza. Iznad te temperaturne granice zbivaju se negativne kemijske promjene u klorofilu, koje uzrokuju njegovu destrukciju. Disanje biljaka prestaje pri 50 stupnjeva C, što se za većinu biljaka može uzeti kao granica koju mogu podnijeti. Optimalna je temperaturna zona bliža apsolutnom temperaturnom maksimumu, nego apsolutnom temperaturnom minimumu. Biljke, prema tome, mogu živjeti u sredini u kojoj temperatura prelazi određeni prag. Od tog praga, koji se naziva nultom vegetacijskom točkom, sve su druge eksterne temperature dovoljne ili optimalne, pa je razvoj biljaka praktički proporcionalan s rastom temperature. Svaka fenološka faza biljke ograničena je maksimalno tolerantnom razinom temperature. Ispod nulte vegetacijske točke biljka može izdržati relativno niske temperature bez veće štete. Ako, međutim, temperatura padne ispod ovog praga, biljka također uginu. Pri ocjenjivanju važnosti noćnih temperatura u razvoju biljaka, koristi se koncept efektivnih dnevnih i noćnih temperatura prema kojemu je :

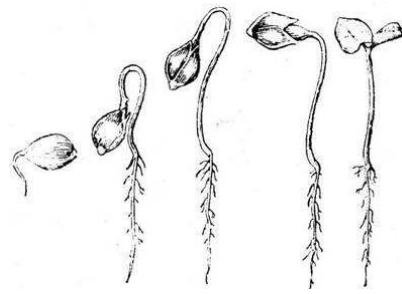
efektivna noćna temperatura = srednji mjesečni minimum +  $\frac{1}{4}$  (srednja mjesečna dnevna kolebanja)

efektivna dnevna temperatura = srednji mjesečni maksimum +  $\frac{1}{4}$  (srednja mjesečna dnevna kolebanja)

Univerzalni koncept u agrometeorologiji je vegetacijsko razdoblje, tj. broj dana između prosječnog datuma posljednjeg mraza u proljeće i prvog mraza u jesen. Temperatura je vrlo važna za biljke tijekom čitavoga njihovog životnog ciklusa. Premda se može malo utjecati na temperaturu od klijanja do cvatnje, u vrijeme klijanja temperatura se može kontrolirati izborom termina sjetve. U vrijeme i nakon cvatnje, problemi s temperaturom mogu se izbjeći pažljivim odabirom kultivara osjetljivih usjeva, kao i izborom rokova sjetve. Često dužina razdoblja nicanje-žetva neke kulture jače varira, ovisno o datumu sjetve, što znači da se zakašnjenje u sjetvi ne mora jednako očitovati i na sazrijevanje. To se prvenstveno može povezati s ukupnom raspoloživom toplinom, koja se može definirati pomoću toplinskih jedinica ili toplinske sume ili termičke vegetacijske konstante, koje je izražavanje vrlo jednostavno i svodi se na sumiranje srednjih temperatura u tijeku životnog ciklusa neke biljke. Toplinske jedinice imaju brojna ograničenja. Početni rast neke kulture ovisi više o temperaturi tla, nego zraka. Budući da su biljke poikilotermni organizmi, njihova se temperatura mijenja u

tijeku dana ili godine pa bi se moglo reći da postoji dnevni i godišnji ritam temperature biljaka.

Utvrđeno je da se razvoj neke kulture ne odvija najbolje pri konstantnim temperaturama, već pri ritmički fluktuirajućim temperaturama, slijedeći dnevnu alternaciju dana i noći. Biljke slijede ritam klimatskih prilika pojedinih područja, premda temperatura biljaka nije samo ovisna o temperaturi zraka. Pod utjecajem termoperiodizma nalaze se različiti životni procesi biljaka: klijanje, cvatnja, fruktifikacija i dr. Termoperiodizam je pojava koja predstavlja reakciju biljaka na fluktuaciju temperature, ili, drugim riječima, svi efekti temperaturnih razlika između svijetle i tamne periode u životu biljaka, bez obzira na to radi li se o stadiju cvatnje, zriobe plodova ili rasta usjeva, označuju se kao termoperiodicitet. Termoperiodizam je pojava koja predstavlja reakciju biljaka na fluktuaciju temperature, ili, drugim riječima, svi efekti temperaturnih razlika između svijetle i tamne periode u životu biljaka, bez obzira na to radi li se o stadiju cvatnje, zriobe plodova ili rasta usjeva, označuju se kao termoperiodicitet. Ali, niske temperature, također, mogu stimulatивно djelovati na neke biljke i nužne su da bi njihovi organi mogli proći neku razvojnu fazu, da bi npr. stimulirali tvorbu cvjetnih pupova. Za postizanje dobre klijavosti, sjeme nekih kultura podvrgava se stratifikaciji, koja razumijeva izlaganje sjemena na hladnom i vlažnom mjestu, na temperaturi od -1 do 2 stupnja C. Što se tiče same heljde, suma topline potrebne za vegetaciju ove kulture, iznosi oko 1 000 do 1 200 stupnjeva C, što je svrstava u kulture koje zahtijevaju vrlo malo topline, odnosno, to znači da heljda nema većih potreba za toplinom. Minimalna temperatura potrebna za sjetvu kreće se oko 4 – 9 stupnjeva C, dok je minimalna temperatura klijanja oko 4 – 5 stupnjeva. Optimalna temperatura potrebna za klijanje iznosi oko 17 stupnjeva, a pri temperaturi 26 stupnjeva C, proklija za tri dana. Optimalan trenutak sjetve je kada se tlo na dubini 10 centimetara, zagrije na 15 stupnjeva C. Biljke niču na temperaturi od 7 do 8 stupnjeva, a ponikle biljke su vrlo osjetljive i na visoke i na niske temperature – ugibaju ako se temperatura spusti ispod -1 stupanj C. Dakle, heljda je kultura iznimno osjetljiva na mrazeve. Pri 12 – 13 stupnjeva raste slabo, a pri temperaturi ispod 10 stupnjeva heljda zaostaje u rastu. Za rast i razvoj, optimalna temperatura je od 13 do 26 stupnjeva C°. Pri temperaturi ispod 10 stupnjeva, također, zaustavlja se asimilacija. Osim na niske temperature i na mrazeve, heljda je osjetljiva i na visoke temperature : oplodnja cvjetova heljde zaustavlja se ako je temperatura iznad 24 stupnja C, odnosno, tada se cvjetovi oploduju nepotpuno, jer je lučenje nektara umanjeno pa je i posjeta insekata (pčela) smanjena. Tada, za vrijeme cvjetanja, optimalna temperatura trebala bi biti preko dana od 17 do 19 stupnjeva C.



**Slika 18:** klijanje i nicanje heljde

### 2. 5. 2 Voda

Sve aktualniji fenomen globalnog zatopljenja i promjena klime dovodi u prvi plan problem dovoljne količine raspoložive vode, kako u visoko razvijenim zemljama s intenzivnom poljoprivrednom proizvodnjom tako i u područjima s nedovoljnom proizvodnjom hrane u kojima je biljna proizvodnja na niskoj razini agrotehnike i često je ugrožena pojavom suše. S druge strane, klimatski poremećaji tipa El Niño sve češće izazivaju sušu ili preobilne padaline i poplave, koje ugrožavaju poljoprivrednu proizvodnju izazivanjem anoksije (nedostatka kisika u tlu) i erozije tla. Također, problem kontaminacije prirodnih vodotokova kemikalijama nije značajan samo zbog resursa pitke vode nego i zbog mogućnosti navodnjavanja usjeva. Stoga su svi naponi kojima se može poboljšati gospodarenje prirodnim zalihama vode, u smislu očuvanja količine i kakvoće vode, poželjni i korisni s agroekološkog stanovišta.

Značaj i nezamjenjivost vode u produktivnosti biljaka temelji se na raznolikim funkcijama vode u metabolizmu biljaka. Poznavanje tih funkcija i cjelokupnog vodnog režima biljaka presudno je za održivu biljnu proizvodnju i primjenu agrotehničkih mjera kojima se može poboljšati gospodarenje vodom, kako na razini pojedinačnog usjeva tako i na globalnoj razini.

Uloga vode u biljkama:

- neophodna za rast
- otapalo
- prenositelj tvari kroz biljku
- reaktant u biokemijskim reakcijama
- održavanje čvrstoće i oblika biljke
- sredstvo za hlađenje biljke
- činitelj kvalitete.

Kao ekološki čimbenik, voda u svim svojim oblicima igra fundamentalnu ulogu u razvoju i proizvodnji poljoprivrednih kultura. Apsolutno je nužna za život biljaka. Biljke koriste puno više vode, nego bilo koje druge tvari koju sorbiraju. Fizikalno kemijska svojstva vode kao



kemijskog spoja određuju učešće i značaj vode u fiziološkim procesima, oblike u kojima se može nalaziti u biljkama i odnos biljke prema raspoloživoj vodi u okolini.

U osnovi, glavni oblici vode u biljci su slobodna i vezana voda. O omjeru između ta dva oblika ovisi cjelokupan status vode u biljci. Kako u normalnim uvjetima u vrijeme intenzivnog rasta preteže sadržaj slobodne vode, koja relativno brzo prolazi kroz biljku služeći kao transportno sredstvo i ima sva svojstva slobodnih molekula vode, biljke zahtijevaju veliku količinu pristupačne vode u supstratu. U širokom prosjeku, oko 99% usvojene vode prolazi kroz biljku kao tranzitna voda a tek 1% se zadržava u biljci kao kemijski vezana (0.1-0.2%) ili kemijski nevezana (0.08-0.09%). Slobodna, tranzitna ili transpiracijska voda se kreće od korijena preko stabljike do lišće i svih nadzemnih organa biljke gdje se izlučuje većinom u obliku transpiracije ali i drugim načinima izdvajanja vode u okolinu. Taj oblik vode u biljci ne mijenja svoja fizikalno-kemijska svojstva iako može značajno utjecati na intenzitet fizioloških procesa. Slobodna voda ima velik značaj za ascendentan transport tvari od korijena u nadzemne dijelove (usvajanje i prijenos hraniva), kao i regulaciju topline biljke. Naime, slobodne molekule vode apsorbiraju infracrveno (toplinsko) zračenje, koje se isparavanjem vode iz biljke kroz različite oblike transpiracije izdvaja iz biljnog organizma, čime se biljka štiti od pretjeranog zagrijavanja. U uvjetima povećane temperature zraka, niske relativne vlage u atmosferi i uz prisutnost vjetrova, transpiracija može biti znatno povećana, što uz nedovoljnu pristupačnost vode u supstratu može izazvati stres u biljkama zbog dehidracije koloida i pojačanog stvaranja slobodnih radikala na molekularnoj razini. U takvim uvjetima se u otpornim odnosno aklimatiziranim biljkama aktiviraju obrambeni mehanizmi čuvanja usvojene vode i neutralizacije štetnih međuprodukata metabolizma. Jedan od tih mehanizama zaštite je vezanje molekula vode na ione i molekule hidrofilnog karaktera.

Vezana voda ima izmijenjena svojstva, ovisno o obliku veze s različitim česticama u protoplazmi stanica. Dio usvojene vode koji se veže na različite čestice fizikalno-kemijskim silama podrazumijevamo pod pojmom opća hidratacija, u čemu učestvuju osmotski, kemohidratacijski i imobilizacijski vezana voda. Osmotski vezana voda čini hidratacijski omotač oko osmotski aktivnih čestica kao što su ioni i manje organske molekule polarne građe (jednostavni šećeri, aminokiseline, organske kiseline). Koloidno vezana voda je privučena polarnim grupama većih organskih molekula (bjelančevine u protoplazmi) čime nastaju koloidne micle, kod kojih je voda kemohidratacijom vezana na vanjske i unutrašnje površine (micelarna i permutoidna kemohidratacija). Imobilizirana voda je oblik vezane vode koji predstavlja molekule vode koje su geometrijski ili strukturno vezane u mikrokapilarnim

prostorima različitih polimernih tvari. Navedene molekule imaju svojstva slobodne vode ali ne sudjeluju u tranzitnoj vodi jer im je ograničeno kretanje. Međutim, svojim prisustvom utječu na procese bubrenja i veličinu matriks potencijala (hidrofilne površine koloidnih čestica i krupnijih struktura kao što su stanične membrane). Higroskopno vezana voda predstavlja čvrsto adsorbiranu ili imobiliziranu vodu koja se ne može izdvojiti niti sušenjem na 105°C.

Ukoliko dođe do promjene u opskrbljenosti stanica vodom, dolazi i do preraspodjele između oblika vode u stanici, pa u uvjetima suše raste relativni sadržaj vezane vode. Slobodna voda se kao najpokretljiviji dio prva gubi iz stanice u uvjetima deficita, dok kod dobre opskrbljenosti raste ukupna hidratacija uz relativno veći sadržaj slobodne vode.

Svježa tvar biljnih dijelova u kojima su aktivni metabolički procesi sastoji se najvećim dijelom, kao i kod svih organizama, od vode. U protoplazmi se uglavnom nalazi 85-90% vode. Najmanje vode sadrži sjeme u fazi mirovanja, naročito sjeme s visokim udjelom bjelančevina i ulja. Sadržaj vode u biljnoj tvari ovisi o velikom broju unutrašnjih činitelja kao što su biljna vrsta, o kojem se organu pa čak i vrsti stanica radi te o stadiju razvoja biljke odnosno starosti. Općenito, starenjem biljaka (senescencija) se smanjuje omjer slobodne prema vezanoj vodi, što zavisi od ukupnog sadržaja vode u biljci.

Brojni vanjski činitelji utječu na potrebe biljaka za vodom. Na razini usjeva, značajan je broj biljaka po jedinici površine tla (sklop) jer biljke jedna drugoj konkuriraju kako za dostupnim hranivima, svjetlosti i CO<sub>2</sub>, tako i za vodom. Također je u agrocenozama značajna konkurencija korovskih biljaka, utjecaj tipa tla sa svim fizikalnim svojstvima (retencijski kapacitet tla za vodu, kretanje i raspoloživost vode po profilu tla ovisno o teksturi), razina agrotehnike (način obrade tla, gnojidba, mogućnost navodnjavanja) i sva agrometeorološka svojstva određenog klimata (temperature tla i zraka, količina i raspored oborina itd). Najpovoljnijim sadržajem vode u tlu za većinu biljaka umjerenog klimata se smatra 60-70% poljskog vodnog kapaciteta (sadržaj vode u tlu koji nije pod utjecajem gravitacije), kada u tlu ima i dovoljno kisika neophodnog za disanje korijena i aktivan transport vode kroz endodermu korijena, što je preduvjet korijenovog tlaka. Kritično razdoblje nedostatka vode u vegetaciji predstavlja razdoblje tijekom kojega eventualan deficit vode može izazvati najveće gubitke prinosa. Kod većine poljoprivrednih usjeva koji se uzgajaju zbog plodova ili sjemena, to razdoblje se većim dijelom poklapa s cvatnjom i rastom plodova.

Voda je pogonska snaga koja, u stalnom pokretu, stavlja u promet aktivne tvari iz tla, donosi ih biljci i raznosi ih u sve organe, da bi potom transpiracijom napustila biljku. Voda koja ulazi u sastav biljke i koja se veže u organsku tvar u tijeku procesa fotosinteze, samo je jedan mali

dio vode koju usvaja korijenov sustav. Oko 99% te vode odlazi u atmosferu u obliku vodene pare u procesu transpiracije, pošto je poslužila biljci kao prijenosnik otopljenih hraniva iz tla. Transpiracijski koeficijent ili pojedinačni utrošak vode, količina je vode utrošena za proizvodnju težinske jedinice suhe tvari, a određen je većim brojem čimbenika. Očito je da kserofiti, mezofiti i higrofiti zahtijevaju različite količine vode, a također, klima, osobito temperatura, relativna vlaga zraka i vjetar, bitno utječu na količinu vode koju će istranspirirati biljka. Količina istranspirirane vode je velika pri toplu, vjetrovitu i suhu vremenu, a mala pri hladnu, mirnu i vlažnu vremenu.

Dosljedno tome, količina vode potrebna za pojedinu vrstu usjeva, varira ovisno o prostoru i vremenu. O transpiracijskom strujanju ovisi prenošenje tvari, napose mineralnih, od korijena do svih nadzemnih organa. Transpiracijsko strujanje utječe povoljno na temperaturu biljaka, osobito za vrućih ljetnih dana, a količina proizvedene suhe tvari u gramima, koja otpada na jedan kilogram istranspirirane vode, odgovara „produktivnosti transpiracije“. Razlozi za veće usvajanje vode tijekom procesa fotosinteze, povezani su uz funkciju i regulaciju otvaranja i zatvaranja puči. Više od 90%, a u nekim slučajevima, bliže 95% vode transpirirane biljkom, prolazi u atmosferu kroz puči. Oboje, relativna vlaga i vjetar, utječu na korištenje vode biljaka. Ako je relativna vlaga 100%, nema transpiracije vode iz biljke u atmosferu.

Utjecaj vjetra na usvajanje vode u relaciji je s relativnom vlagom zraka na površini svakog lista. Pri mirnu zraku, relativna vlaga na površini lista dostiže 100% kako se voda kreće iz lista u zrak, transpiracija je smanjena, jer postoji samo blagi gradijent vlage između zraka i lista. Kako se gradijent vlažnosti između zraka i površine lista povećava, povećava se i transpiracija. Budući da je relativna vlažnost, direktna funkcija temperature zraka, utjecaji temperature, vjetra i relativne vlažnosti, međusobno su povezani, a sve je opet povezano sa svjetlom i procesom fotosinteze. Za određivanje mase lišća, najčešće se koristi indeks lisne površine (ILP) – to je odnos površine lišća (gornja ili donja površina) prema određenoj površini tla, obično jednom hektaru.

Biljke često trpe zbog nedostatka vode, a pravilo je da one kulture sa kraćim trajanjem vegetacije, trebaju i manje vode. Kraći dani, viša vlažnost i niže temperature, smanjuju potrebe za vodom tijekom vegetacije.

U uvjetima suše ili stresa vlažnosti, ukupan se razvoj biljke ili proizvodnja suhe tvari, smanjuje. Stoga se i prinos smanjuje. Biljke mogu preživjeti uvjete stresa vlage ili suše na tri načina. Neke vrste biljaka su tolerantne na sušu. Ako se količina raspoložive vode smanji, njihov se ukupni rast proporcionalno smanjuje. Druge vrste biljaka izbjegavaju sušu ili stres vlažnosti – to izbjegavanje obično zahtjeva neke vrste internog prilagođavanja u biljci, npr.

kad nema vode, lišće nekih kultura se uvija prema unutra. Neke biljke postaju dormantne kada su podvrgnute stresu vlažnosti. Najposlije, metoda borbe sa sušom je njezino izbjegavanje – biljke koje tako reaguju, ubrzavaju svoj ukupni životni ciklus kako se vlaga smanjuje. One se razvijaju od sjemena do sjemena prije nego što ostanu bez vode. Suša nastaje kada je biljci potrebno za transpiraciju i direktnu evaporaciju više vode od količine u tlu, što uzrokuje dehidraciju rizosfere i poremetnje u osiguranju biljaka vodom. Razlikujemo dva tipa suše :

1. fiziološka suša – suša stanica, tkiva i organa. Ako se količina vode smanji ispod određene, minimalne, letalne vrijednosti, većina biljaka uginu.

2. ekološka suša – podrazumijeva nedostatak ekološki aktivne vode u okolini u kojoj živi biljka. Ekološki je aktivna samo ona voda koju biljka može usvojiti iz okolne sredine i koja joj omogućuje održavanje turgescenosti stanica, tkiva i čitavih organa. Ekološka suša može nastati i pod utjecajem visoke koncentracije soli u hranjivoj sredini, odnosno, u otopini tla.

Smanjenje prinosa zbog ekscesivne vlažnosti, povezano je sa slabom aeracijom tla i smanjenim rezervama kisika za respiracijske potrebe biljaka. Ekscesivna vlažnost kasnije, u tijeku vegetacijskog razdoblja, može otežati cvatnju i dovesti do slabije razvijenog sjemena i slabije kakvoće sjemena. Također, neizravno trajnije utječe na rast biljke, a višestruko negativno na plodnost tla. Stagnirajuća voda potiskuje kisik iz tla, koji je potreban za život aerobnih organizama, uključujući, dakako, i podzemne organe biljaka. Značenje oborina u agrikulturi je višestruko, pri čemu treba imati na umu njihov oblik (kiša, snijeg, tuča, rosa itd. ), količinu i raspored, kao i njihove pozitivne i negativne implikacije prema biljci i tlu. Sva voda koju biljke trebaju za svoje životne aktivnosti, je voda tla, ali sva voda tla potječe od vode koja se isparena uz pomoć sunčane energije, nalazi u atmosferi u obliku pare i koja se vraća u tlo u obliku oborina. Količina oborina je važna u poljoprivredi, ali vrlo je važna i njihova frekvencija i, iznad svega, distribucija. Za agrikulturu su najpovoljnije tihe oborine, slabog intenziteta.

Heljda je kultura humidnih podneblja, dakle, područja koja najčešće imaju višak oborinskih voda, koju često treba hidromeliorativnim zahvatima regulirati. Heljdi treba puno vlage, naročito pri cvjetanju i formiranju plodova. Pulman (već 1904.) utvrđuje presudan utjecaj vlage na formiranje prinosa od cvatnje do žetve. Najviše vode troši u prvom mjesecu, a u drugom znatno manje, iako se u tom periodu lisna masa podvostručila. Poslije cvjetanja, a naročito kod nalijevanja zrna, utrošak vode opet se više nego udvostručuje u trećem mjesecu, što ukazuje na prirodan ontogenetski ritam heljdine evapotranspiracije (Hall, 1950). Transpiracijski koeficijent za heljdu iznosi 500 do 600, pa je karakterizira osjetljivost na pomanjkanje vode. Za prinos od 2 tone zrna i 5 tona slame po hektaru, heljda treba 3500 tone

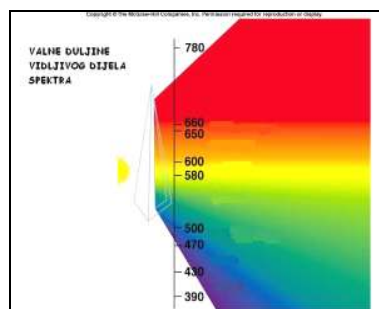
vode (Stoletova, 1958). Minimalne oborine u periodu od klijanja do cvjetanja iznose 70 milimetara i još 20 milimetara do kraja vegetacije. Česte kiše, uz visoke temperature podstiču bujan vegetativni rast, ali mali prinos zrna. Primjer je da su najveći prinosi u Ukrajini dobiveni kada je bilo u toku vegetacije heljde 160 do 230 milimetara kiše, uz istovremeni prosjek temperatura između 18 i 20 stupnjeva C (Koroljkov, 1973). Hladno vrijeme, praćeno kišama, nepovoljno utječe na oplodnju pa prinos može u tom slučaju potpuno podbaciti. Razlog malog prinosa u uvjetima s puno vlage i viših temperatura, leži u tome što se u takvim uvjetima oplodi malo cvjetova, dok se hraniva troše na izgradnju stabljike i lista. Vode bi trebalo biti dovoljno da je vlažnost tla i zraka povoljna od klijanja do završetka cvatnje. U vrijeme nalijevanja zrna treba puno vode. Prema suši, kako zemljišnoj, tako i zračnoj, vrlo je osjetljiva, pa može i potpuno podbaciti u prinosu. Stoga se heljda ne može uzgajati u suviše suhim krajevima. Novijeg datuma istraživanja su koja su provedena na dva lokaliteta u Srbiji. Prikazani su rezultati dvogodišnjeg ispitivanja heljde gajene u agroekološkim uvjetima Južnog Banata (Pančevo) i Zapadne Srbije (Gorobilje). Na osnovu dobivenih podataka istraživanja, potvrđuje se hipoteza da je heljda biljka humidnih rejona, jer je prinos veći na lokalitetima koji su bili bogatiji oborinama. Tako je 1999. godine prinos bio veći na lokalitetu u Pančevu, a naredne godine u Gorobilju. Isto tako, u 2000. godini, prosječna visina biljaka, broj sjemena po biljci i masa sjemena po biljci, bili su veći u Gorobilju, dok su u 1999. godini (prvoj godini istraživanja), koja je sa klimatskog stajališta bila optimalna, prinos i svi drugi ispitivani pokazatelji, bili bolji u Pančevu. U 2000. godini bile su u sjemenu postotno više zastupljene srednje frakcije, što je, između ostalog, rezultat utjecaja većih količina oborina. Kada je u pitanju upotrebna vrijednost sjemena, istraživanja su također pokazala da je bolje klijalo sjeme proizvedeno u 2000. godini (na oba lokaliteta), iako je imalo manju masu u odnosu na sjeme koje je proizvedeno 1999. godine. Cvjetanje je u prvoj godini istraživanja na oba lokaliteta počelo pet do sedam dana ranije u odnosu na drugu godinu i trajalo je vremenski duže pet do osam dana. S druge strane, znanstvenici koji su vodili dvogodišnje ispitivanje (Maletić i Jevđović, 1998), došli su na osnovu dobivenih rezultata do zaključka da je žetva u drugoj godini ispitivačkog rada, bila ranija u odnosu na prvu deset do dvanaest dana. Na osnovu svega zaključenog, jasno se vidi da je heljda kultura kojoj odgovaraju uvjeti humidne klime.

### 2. 5. 3. Svjetlost

Život na Zemlji u cjelini, ne samo biljaka, u potpunosti je ovisan o sadašnjoj i/ili bivšoj fotosintetskoj produkciji organske tvari. U cijelom biosustavu, biljke imaju ključnu ulogu apsorpcije svjetlosne energije i njene transformacije u kemijski oblik, organske spojeve, koji se troše procesima staničnog disanja u svim živim organizmima, pri čemu se uskladištena energija oslobađa i koristi u svim fiziološkim procesima. Biljka je dakle, univerzalni akceptor Sunčevog zračenja i polazna karika u hranidbenom lancu. U najdoljnem sloju atmosfere, odnosno na tlu, i u biljkama zbiva se konverzija energije solarne radijacije, koja utječe najneposrednije na meteorološke pojave. Zbog toga je sunčevo zračenje veoma značajno u agrikulturi. Od ukupne količine solarne radijacije, koja se naziva solarnom konstantom, površina Zemlje prima približno 43%. Svjetlost djeluje na biljke svojim intezitetom i spektralnim sastavom, tj, rasponom valnih duljina. Sastoji se od energetskih čestica koje je Einstein nazvao fotoni, koji se kreću u obliku vala različite valne duljine, ovisno o energiji koju sadrže. Fotoni s većom energijom imaju manju valnu duljinu i obrnuto. Djelovanje pojedinih dijelova spektra na biljke pa i druge organizme je različito. Za fotosintezu u biljkama, kao jedinstveni biokemijski proces akumulacije svjetlosne energije, djelotvoran je raspon 400 – 700 nm, što znači da fotoni koji imaju nižu ili višu frekvenciju (veće ili manje valne duljine), ne mogu biti iskorišteni u fotosintezi. Energija koju nosi jedan foton naziva se kvant, te je za fotosintetsku reakciju potrebno da energija kvanta bude veća ili jednaka fotoelektričnom pragu. Navedeni raspon fotosintetski aktivnog zračenja (photosynthetic active radiation – PAR) podudara se s valnim duljinama koje ljudsko oko osjeća kao bijelu ili vidljivu svjetlost, koja se može rastaviti na spektralne boje (od ljubičaste do crvene). Crveni dijelovi spektra pogoduju sintezi škroba i estera a plavi utječu na pojačanu sintezu aminokiselina i proteina u biljkama.

Zračenje kraćih valnih duljina, ultraljubičasto (UV), ima veći sadržaj energije i može oštetiti žive organske strukture, kako kod biljaka tako i kod drugih organizama. Velik dio ovog Sunčevog zračenja ne dopire do površine zemlje zbog apsorpcije u ozonskom sloju atmosfere (20-25 km visine), tako da prisutna opasnost od uništavanja ozonskog sloja predstavlja opasnost za sva živa bića, a naročito za biljke koje kao sesilni organizmi ne mogu izbjeći utjecaj UV zraka. Oštećivanje ozonskog sloja izazivaju prije svega kemijski spojevi klorfluorouglijci (CFC), poznatiji kao freoni, primjenjivani u rashladnim uređajima i različitim sprejevima. Montrealskim protokolom iz 1987. utvrđene su mjere i rokovi za

ukidanje potrošnje tvari koje oštećuju ozonski sloj. Energija infracrvenog zračenja koje obuhvaća valne duljine preko 760 nm je nedovoljna za pokretanje fotokemijske reakcije ali kako ovaj dio spektra predstavlja toplinsko zračenje, koje u biljkama apsorbira voda, ne može se zanemariti njegova fiziološka uloga.



**Slika 19.** Valne dužine vidljivog dijela sunčevog spektra

Svjetlost je atmosferski ekološki čimbenik koji je prijeko potreban za život svih zelenih organizama. Svjetlost, zajedno s toplinom, igra glavnu ulogu u tome gdje i kako će se poljoprivredne kulture uzgajati. Za uspješan uzgoj usjeva treba znati kako ti čimbenici utječu na njihov razvoj, kakvim su promjenama podvrgnuti u poljskim uvjetima te kako se na njih može utjecati. Iako većina biljaka raste i u tami, za normalan ontogenetski rast svih biljaka, svjetlo je prijeko potrebno. Na biljnu proizvodnju uvelike utječu tri važna obilježja svjetla: kakvoća, količina i trajanje. Premda se pri uzgoju bilja na svjetlo može malo utjecati, potrebno je znati kako biljke reagiraju na kritične promjene kakvoće, količine i trajanja svjetlosti, da bi se poduzele odgovarajuće mjere za njihov učinkoviti uzgoj. Sve lišće donekle sudjeluje u ukupnoj fotosintetskoj produktivnosti, no ipak, fotosintetska aktivnost donjeg lišća uvelike ovisi o penetraciji svjetlosti dovoljnog intenziteta unutar sklopa. Prema intenzitetu svjetla potrebnog zasićenje, biljke se mogu podijeliti na dvije velike skupine: heliofiti (biljke koje trebaju puno svjetla) i skiofiti (biljke koje žive u sjeni), dok se biljke sa srednjim potrebama za svjetlom nazivaju semiskiofiti. Padne li količina svjetla ispod minimuma, nema podražaja na klorofil, a u mraku se klorofil ne stvara. Nema li dovoljno svjetla, biljka se ne može normalno razvijati. Prejaki intenzitet svjetla rastvara klorofil, što se nepovoljno odražava na tvorbu organske tvari, odnosno na asimilaciju. Ta se pojava naziva solarizacija. Heljda je prema tim potrebama svrstana u skupinu kultura koje kao minimalnu količinu svjetlosti za omogućavanje cvatnje i stvaranje ploda, trebaju od 850 do 1 100 luksa, što je relativno mala zahtjevnost, naročito u usporedbi s nekim važnijim žitaricama (kukuruz- 1 400 do 1 800 luksa, pšenica i ječam- 1 800 do 2 000). Za život biljaka važno je trajanje

osvjetljenja, odnosno, dužina dana. Što Sunce duže sije, fotosinteza se povećava. Međutim, mnogi usjevi zahtijevaju svjetlo specifična trajanja da bi otpočela cvatnja, kao što je to slučaj i sa heljdom. Reakcija biljaka na relativnu dužinu dana i noći promjenom brzine vegetativnog i generativnog razvoja, naziva se fotoperiodičkom reakcijom ili fotoperiodizmom. Prema reakciji na dužinu dana, biljke se kategoriziraju kao biljke kratkog dana, biljke dugog dana, intermedijarne i neutralne biljke. Biljke dugog dana trebaju minimalno od 13 do 14 sati dnevnog osvjetljenja prije nego što će u potpunosti razviti cvjetove, dok biljke kratkog dana traže maksimalno oko 12 sati dnevnog osvjetljenja za iniciranje i razvoj cvjetova. Fotoperiodička reakcija se općenito povezuje sa cvatnjom, ali su i neki drugi procesi pod utjecajem fotoperiodizma, poput otpadanja lišća na listopadnom drveću, dormantnosti, grananja, pigmentacije, osjetljivosti prema parazitima, hranidbenih potreba i kemijskog sastava, sposobnosti i brzine regeneracije itd. .

Intenzitet svjetlosti koji prelazi granice optimuma za pojedinu biljnu vrstu može djelovati inhibitorno na rast i razvoj biljaka. Inhibicija se uglavnom odnosi na odvijanje procesa fotosinteze ali i drugih fizioloških funkcija kao što je sinteza proteina i replikacija DNA u diobi stanica u tkivu koje raste. Temelj stresa u biljkama prouzročeno svjetlom, kao i kod drugih vrsta stresa uslijed nepovoljnih uvjeta sredine je nastanak slobodnih radikala, tj. molekula s nesparenim elektronom koje specifično reaguju s organskim molekulama u stanici, narušavajući njihovu strukturu. Kod biljaka koje ne toleriraju visok intenzitet svjetla dolazi do tzv. fotoinhibicije u kloroplastima, gdje kisik nastao kao sporedni produkt fotosinteze može izazvati fotooksidaciju klorofila, ukoliko nije vezan karotenoidima. Oksidacijski stres u takvim uvjetima dodatno se stimulira ako su i drugi vanjski činitelji izvan optimuma (previsoke ili preniske temperature, nedostatak vode, anoksija, toksično djelovanje polutanata). Osim intenzitetom, svjetlost može izazvati funkcionalna oštećenja i svojim sastavom, pri čemu valne duljine ultraljubičastog dijela spektra svojim visokim sadržajem energije mogu izazvati strukturne promjene značajne u procesima replikacije i transkripcije DNA te sinteze proteina.

Nedovoljan intenzitet svjetla također izaziva određeni stres zbog nedovoljne sinteze organske tvari za rast biljaka, što može imati velik značaj u biljnoj proizvodnji za postizanje željenog prinosa. Regulacija svjetlosnog režima, u smislu pravca sjetve ili sadnje u pravcu sjever-jug, prekrivanje tla između redova u voćnjacima

Za heljdu je karakteristično da stasavanje zavisi od sorte i dužine dana. Skraćivanjem dana (tj. produžavanjem noći) u svim stadijima razvića zadržava se rast biljaka, a znatno povećava prinos zrna u odnosu na kontrolu. Intenzitet svjetla, također, utječe na povećanje prinosa zrna



heljde. U svjetskom sortimentu, za naše uvjete, kroz prošlost najboljom ranom sortom za postrnu sjetvu heljde pokazala se „črna ajda“, jer joj za indukciju cvjetanja ne treba više od devet sati tame. Iza nje su dolazile sive heljde (forme grisea) dok se noć nije skratila ispod deset sati. Najdužu noć traže sorte iz pojasa između 25 i 30 stupnjeva zemljopisne širine (forme badia). Što se heljda sije dalje na sjever, to je duža faza cvjetanja, sve dok ga ne prekinu jesenji mrazovi. Heljda raste najjače između 11 i 12 sati, najmanje između 18 i 21 sat. Općenito gledano, na dužinu dana većina sorti heljde, osim starijih, ne reagira, tako da svjetlosni uvjeti ne predstavljaju ograničavajući čimbenik u uzgoju heljde, međutim, lijepo i sunčano vrijeme u doba cvjetanja i formiranja plodova, svakako utječe na rodnost vrlo povoljno.

#### **2. 5. 4. Tlo**

Heljda najbolje rezultate daje na plodnim i strukturnim tlima, ali će i na tlima slabije plodnosti uspjevati bolje od nekih drugih, zahtijevnijih žitarica. Naravno, u takvim uvjetima, cjelokupna agrotehnika mora biti kvalitetnija. Nasuprot tome, na suviše plodnim tlima bujno raste, ali pri tome daje malo sjemena, a česta posljedica je i polijeganje usjeva. Također, teška i podvodna tla heljda ne podnosi.

## **2. 6. AGROTEHNIKA ZA PROIZVODNJU HELJDE**

### **2. 6. 1. Plodored i izbor površine uzgoja**

U monokulturi heljda daje niži prihod, stoga ju obavezno treba uzgajati u plodoredu (uzrokuje premorenost tla, onemogućava tlo da osigura potrebnu dinamiku hraniva, vode, razinu humusa, pojava bolesti i štetnika, poskupljenje proizvodnje) U proizvodnji heljde kao glavne kulture, najbolje su joj predkulture jednogodišnje mahunarke i okopavine. Dobre su predkulture uljana repica i strne žitarice.

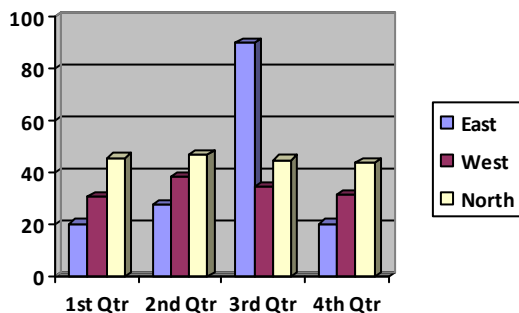
Budući da heljdu sijemo kasnije, u svibnju, šteta ju je sijati kao glavnu kulturu, jer u postrnoj sjetvi može dati dobre prihode kao u glavnoj sjetvi, osobito nakon ranih predkultura, kakve su uljana repica, grašak, ječam, sjemenski krumpir, rane krmne kulture. Zato se preporučuje sijanje postrne heljde za merkantilnu uporabu, a samo za sjemensku proizvodnju – kao glavne kulture.

Razlozi uvođenja plodoreda mogu biti biološki (tolerantnost usjeva na ponovljenu sjetvu, širenje bolesti, štetočina i korova), agrotehnički (održavanje razine humusa i povoljne strukture tla, pravilno trošenje vode, različito zakorjenjivanje usjeva, bolje korištenje biljnih hraniva, različita obrada tla, struktura tla, zaštita tla od erozije), organizacijsko-tehnički i ekonomski (primjena suvremene agrotehnike, uz najekonomičnije korištenje radne snage, materijala i mehanizacije).

Pored dobrih strana, plodored ima i svoje nedostatke (otežana specijalizacija gospodarstva za uzgoj jednog ili manjeg broja usjeva, smanjena mogućnost za uzgoj najrentabilnijih kultura, povećani troškovi nabavke i oruđa, smanjena produktivnost rada, složenija organizacija rada i proizvodnje, povećan rizik od rezidualnog djelovanja herbicida). Čimbenici koji utječu na izbor plodoreda su:

- a) klima – dužina vegetacijskog razdoblja, dužina dana, insolacija, vlažnost klime – količina i raspored oborina, termičke osobine, vjetar – učestalost, brzina, pravac vjetrova
- b) tlo – bonitetna vrijednost tla, tekstura, uslojenost, vodni režim, pH vrijednost, sadržaj Ca, humusa itd.
- c) kompatibilnost i sukcesija usjeva
- d) građevne jedinice s % zastupljenosti građevnih skupina usjeva u plodoredu.

Heljdu je bolje sijati na tlima slabije plodnosti, jer ih bolje koristi od drugih kultura. Na plodnim tlima bujno raste, oplodnja je slabija i poliježe, u plodoredu na dobrom zemljištu sa dužim periodom vegetacije, nije konkurentna drugim usjevima, ali je odličan postrni usjev na slabijem zemljištu nakon usjeva koje skidamo od 15. lipnja do 25. srpnja (uljana repica, ogrštica, grašak, ozimi ječam ili pšenica, sjemenski krumpir, ako nismo upotrijebili herbicide dugotrajnog rezidualnog djelovanja). Na kiselim tlima, proizvodi se krumpir za jelo bez krastavosti, pa iza njega možemo sijati heljdu iduće godine i kao glavni usjev (SAD – Maine). U SAD heljda redovito ulazi u plodored iza krumpira (Rourke, 1982), iako je Ivanova (1975) (Rusija) izolirala na njoj nematodu krumpira kod umjetne infekcije zemljišta. Veoma visok prinos postiže se i nakon graška (Jefimenko, 1975). Heljda, dakle nije veliki probirač u pogledu zemljišta, ali je osjetljiva na klimu. Dobar je predusjev za druge usjeve jer uspješno



potiskuje korovske biljke. Nekad je diploidna heljda sijana gušće, upravo radi uništavanja korova, stoga se može se reći da je heljda „čistač tla“ .

### 2. 6. 2. Obrada tla

Obrada tla najviše ovisi o predkulturi. Nakon ranih predkultura, možemo izvesti oranje strništa, ljetno oranje i duboko jesenje oranje. Poslije srednje ranih predkultura, mogu se izvesti dva oranja, a poslije kasnih, samo duboko jesenje oranje na 30 do 35 cm dubine. S praktične točke gledišta, tlo se smije obrađivati samo kada se takvim zahvatom popravlja njegova struktura. Ako je tlo suviše mokro, ono se pod utjecajem obrade razmazuje, a ako je pak suviše suho, tada ima visok stupanj kohezije da se kida u velike grude i raspršuje, pri čemu se kviri njegova struktura. Tlo mora imati dovoljno izraženu konzistenciju da zadrži male agregate i da podnese oruđa kojima se obrađuje. S druge strane, mora biti dovoljno mrvičasto da se lomi u smjeru prirodnih ravni između agregata. Povoljnost tla za obradu također se može procijeniti, s uvijek prisutnim subjektivnim momentom, tako da se uzme u šaku komad tla i stisne. Ako izlazi voda, tlo je vrlo mokro, ostaje li tlo slijepljeno, tada je plastično. Ne može li se stisnuti, znači da je kruto, dakle suho. Nijedno od tih stanja nije povoljno za obradu. Baci li se gruda tla iz ruke i pritom se raspe, tlo je povoljno za obradu. Povoljnost tla za obradu može se procijeniti i pri pokušaju obrade nekim oruđem. Ako se tlo mrvi, a ne lijepi na oruđe ili otkida, stanje je konzistencije tla povoljno za obradu. Budući da heljdu sijemo polovicom svibnja ili u drugoj polovici svibnja, tlo do sjetve moramo kultivirati dabi sačuvali vlagu i spriječili zakorovljenje površine. Pripremu tla za sjetvu treba obaviti kvalitetno sjetvospremačem. Ako se tlo ne može kvalitetno pripremiti za sjetvu samo sjetvospremačem, treba koristiti tanjuraču s drljačom, a pripremu u tom slučaju obaviti noću, jer su dnevne temperature visoke, pa se na vjetrovitom vremenu brzo gubi vlaga, što otežava pripremu tla, sjetvu, klijanje i nicanje sjemena.

### 2. 6. 3. Gnojidba

Temeljna je zadaća gnojidbe da kulturama osigura potrebna hraniva kojih u tlu nema u dovoljnim količinama, a time i stabilne prinose. Glavni čimbenici koji utječu na određivanje količine i način primjene gnojiva, jesu zahtjevi kulturnih biljaka, svojstva tla, očekivani prinos i cijena gnojiva. Budući da je korijen glavni organ kojim biljka usvaja hraniva, poznavanje njegovih značajki i aktivnosti, pomoći će u osmišljavanju zahvata gnojidbe. Najvažniji čimbenik tla koji utječe na količinu i način unošenja gnojiva, količina je hraniva u tlu koju neka kultura zahtijeva u tijeku vegetacijskog razdoblja. Pri tome, vrlo korisne mogu biti kemijske analize tla i biljnog materijala, način gospodarenja i opažanja o razvitku biljaka. Način primjene gnojiva važan je čimbenik za učinkovito korištenje hraniva. Unošenje gnojiva na odgovarajuću dubinu tla, prema svojoj važnosti, usporedivo je s izborom potrebne količine hraniva. Polaganje gnojiva važno je iz nekoliko razloga. Ponajprije treba osigurati učinkovito korištenje hraniva tijekom čitavog biološkog ciklusa kulture, tj. od nicanja do sazrijevanja. Brzi početni razvitak i nesmetano pritjecanje hraniva bitni su za normalan razvitak biljke. Unošenje gnojiva samo po sebi ne jamči da će biljka iz njih koristiti hraniva, već ih treba unijeti na dohvat korijenovu sustavu, a dio gnojiva i dublje u tlo gdje ima dovoljno vlage. Nadalje, polaganje gnojiva treba biti takvo da se spriječi oštećenje klijanaca, budući da topljive soli dušika, fosfora, kalija i drugih elemenata u neposrednoj blizini sjemena, mogu biti štetne. Stoga se između gnojiva i sjemena mora nalaziti tlo u koje nije doprlo gnojivo. I, napokon, način polaganja gnojiva, važan je i sa stajališta uštede u radu, brzini obavljanja samog zahvata i vremena izvođenja. U praksi je neosporno prisutna težnja da se većina gnojiva zaore prije sjetve. Važnost primjerenih količina biljnih hraniva, dobro je poznata. No, puna učinkovitost pokatkad je ograničena neadekvatnim polaganjem, osobito sa stajališta oštećenja usjeva.

Pa i u slučajevima kada se primjene velike količine gnojiva, neće se postići maksimalno dobra učinkovitost, ako je glavnina hraniva položena blizu biljke. Treba, međutim, naglasiti da se s povećanjem plodnosti tla, smanjuje učinkovitost gnojiva. S obzirom da heljda ima dobro razvijen korijenov sustav, dobre upojne snage, može koristiti teže topiva hraniva i zalihu hraniva u tlu, pa stoga gnojidba u uzgoju heljde može biti skromnija. Osobito ne smijemo dati veliku količinu dušika, jer će on izazvati prebujan porast, polijeganje, lošiju oplodnju, produženje vegetacije i slabije sazrijevanje. Na srednje plodnim tlima, za heljdu se može planirati oko 80 kilograma po hektaru dušika i kalijeva oksida, te oko 50 do 60 kilograma po hektaru fosfora.

U postrnoj sjetvi, tu količinu možemo upola smanjiti, pa je i u tome prednost postrne sjetve. Na tlu slabije plodnosti, heljda uspijeva bolje nego druga žita, ukoliko joj odgovaraju klimatski uvjeti i nivo najkritičnijeg bioelementa. Ali, zato na plodnom tlu postoji opasnost suviše bujnog rasta sa malo oplođenih cvjetova, uz polijeganje. Heljda može usvajati fosforu kiselinu iz slabije rastvorljivih fosforita, što ne mogu druga žita. Heljda iznosi iz tla do dva puta više fosfora, tri puta više kalija i pet puta više kalcija u odnosu na jaru pšenicu – ako ima dovoljno vlage i hraniva. Na krečnom staništu, heljda usvaja fosfor četiri puta bolje od pšenice, a na kiselom pješčanom, čak osam puta bolje, uglavnom, većom acidifikacijom rizosfere (Lungu, 1982). Na sređenom tlu, obično se ne gnoji direktno, osim ponekad, 125 do 375 kg /ha superfosfata – prema analizama uzoraka tla. Zbog velikog kolebanja oborina nakon sjetve, može se korigirati ishrana prihranjivanjem na osnovu folijarne dijagnoze dušika, u stadiju trećeg lista i nakon prvog cvjetića (Cerling, 1974). Prema grupi autora (Jevtić i sur., 1986), orijentacione količine NPK prema analizi tla, mogućnosti klime i sorte i očekivanom ispiranju oborinama, kreću se u granicama: dušik – 44 do 88 kg/ha (pri niskom prinosu) do 235 do 400 kg/ha (pri visokom prinosu – 4000 kg/ha), fosfor – od 26 do 132 kg/ha, te kalij – od 33 do 165 kg/ha. Za svaki kilogram zrna heljde, treba 150 grama dušika lakopristupačnog, u uvjetima kada u doba vegetacije heljde, ukupna evapotranspiracija nadmašuje 200 mm. U našim uvjetima, često imamo duplo više oborina, pa treba interpolacijom pronaći pravu dozu. Poljoprivredna stanica Varaždin, u trogodišnjim poljskim pokusima kompleksnim NPK gnojivom, 400 kg/ha 7 : 14 : 21 i 150 kg/ha KAN, četrnaest dana nakon nicanja, postigla je 866 kg veći prinos od kontrole (1876 kg/ha). Ukupna količina, pri tome, NPK hraniva, iznosila je 68 : 56 : 84 kg/ha. Apsorpcija NO<sub>3</sub> u svjetlosnom stadiju je neznatna, kasnije se povećava i dostiže maksimum u formiranju cvjetova i prašnika, a na kraju vegetacije znatno opada. Ukupna količina apsorbiranih iona NO<sub>3</sub> bilaje četiri puta veća od kalija i dva puta veća od fosfora, koji se koristio u toku čitave vegetacije, a najviše u formiranju plodova. Maksimalno korištenje kalija bilo je pri kraju perioda života biljke (Šustova, 1958). Kisel (1972) je utvrdio jako stimulativno djelovanje mikroelemenata i bakterija, što je potvrdio i Ruszkowski (1982). Kalij na bazi klorida, depresivno djeluje na heljdu. Najviše poljskih pokusa sa ishranom heljde, obavila je u bivšem SSSR-u, škola Sokolova (1978), ali se nalazi moraju vrlo oprezno primjenjivati u našim uvjetima. Umjerena primjena kreča također se pokazuje korisnom. Obaveznom se pokazala kontrola razine bora.

Apsorpcija NO<sub>3</sub> u svjetlosnom stadiju je neznatna, kasnije se povećava i dostiže maksimum u formiranju cvjetova i prašnika, a na kraju vegetacije znatno opada. Ukupna količina apsorbiranih iona NO<sub>3</sub> bilaje četiri puta veća od kalija i dva puta veća od fosfora, koji se

koristio u toku čitave vegetacije, a najviše u formiranju plodova. Maksimalno korištenje kalija bilo je pri kraju perioda života biljke (Šustova, 1958). Kisel (1973) je utvrdio jako stimulatívno djelovanje mikroelemenata i bakterija, što je potvrdio i Ruszkowski (1982). Kalij na bazi klorida, depresívno djeluje na heljdu. Najviše poljskih pokusa sa ishranom heljde, obavila je u bivšem SSSR-u, škola Sokolova (1978), ali se nalazi moraju vrlo oprezno primjenjivati u našim uvjetima. Umjerena primjena kreča također se pokazuje korisnom. Obaveznom se pokazala kontrola razine bora. Polovicu planiranih fosfornih i kalijevih gnojiva treba zaorati. U pripremi tla za sjetvu, treba dati preostalu količinu fosfornih i kalijevih gnojiva, te do polovice dušičnih gnojiva. Ostatak dušičnih gnojiva dodaje se u prihrani.

Folijarnom dijagnostikom, kao što je već naglašeno, u fazi trećeg lista i nakon oblikovanja prvoga cvijeta, može se korigirati hranidba heljde odgovarajućom prihranom dušičnim gnojivima. Prihrana heljde obavlja se 15 dana nakon nicanja (pred pupanje) i u cvatnji (15 dana nakon prve prihrane). Na tlu slabo opskrbljenom potrebnim mikrohranivima, osobito borom, potrebno je gnojidbom osigurati ta hraniva.

#### **2. 6. 4. Izbor kultivara**

Za sjetvu heljde kao glavne kulture, treba birati kultivare dulje vegetacije, a za naknadnu i postrnu sjetvu, treba koristiti kultivare kraće, odnosno, kratke vegetacije. To je važno, jer duljina dana i noći, te ukupna duljina vegetacije, uvelike utječu na stvaranje prevelikog broja plodova i njihovo nepotpuno dozrijevanje. Preporučuje se da heljdu kao glavnu kulturu sijemo za sjemensku proizvodnju, a u naknadnoj i postrnoj sjetvi, valja uzgajati heljdu za merkantilne namjene. Tako se može svrhovitije iskoristiti tlo i dobiti druga žetva. U proizvodnji se nalazi mali broj kultivara, pa treba više poraditi na selekciji i introdukciji boljeg sortimenta te na provjeri toga sortimenta da bismo odabrali najbolji za određene agroklimatske uvjete. Također, valja obaviti agrotehnička istraživanja kako bismo mogli primijeniti najbolju agrotehniku. Najveći uspjeh u samoj proizvodnji u prethodnim godinama uzgoja heljde, postigli su kultivari Bednja 4n, Šatilovskaja 4, Siva i Darja, Bogatir, Mednovska, Jaroslavka, Slavjanka, Kalinska, a od domaćih, populacija Čakovečka, Varaždinska i Našička. Dužina vegetacije ranih sorata je 60 do 70 dana, srednje kasnih 70 do 80 dana, a kasnih više od 80 dana. Kod ranih sorata cvjetovi se pojavljuju 20 dana nakon nicanja, kod srednje kasnih za 25 do 28 dana, a kod kasnih nakon 30 i više dana. Dobar prinos postiže se već s 10% oplodjenih cvetova od ukupno zametnutih. Sorte za glavni usjev sredinom ili krajem svibnja mogu imati dužu vegetaciju, a prije svega, moraju se uklapati u uvjete dosta kratkih noći, kakvih na jugu nema pa je utoliko teže iz svjetske kolekcije 4238 sorti i formi heljde u Lenjingradu (VIR), odabrati pravu i za naše uvjete. Za sorte kratkog dana (Japan, SAD), naše su noći prekratke, pa će se neproduktivno cvjetanje suviše produžiti. Selekcijom i ispitivanjem svjetskog sortimenta i domaćih populacija (pritom se misli na područje bivše države) za postrnu sjetvu, u dosta reduciranom obimu, bavi se Biotehnički fakultet u Ljubljani, a za sjetvu i kao glavni usjev u brdskoj poljoprivredi, rade na introdukciji istraživači u BiH i Hrvatskoj. U Fort Collinsu (SAD) čuva se svega 53 američke i 86 kanadskih populacija heljde, dokazano različitog genotipa.

#### **2. 6. 5. Sjetva**

Treba razlikovati sjetvu heljde kao glavne kulture i kao naknadne ili postrne kulture. Neke vrlo rane kulture mogu na vrijeme osloboditi tlo kako bi mogli pravodobno posijati heljdu kao glavnu kulturu. Iako heljda klija kod 4 do 5 stupnjeva celzijusa, ne smijemo prerano obaviti sjetvu, jer je vrlo osjetljiva na niske temperature; već temperatura -1 stupanj C uništava heljdu

pa bi mogla stradati od kasnih proljetnih mrazeva (koji su u česti u sjeverozapadnoj Hrvatskoj). Optimalni je rok za sjetvu heljde polovica svibnja, ako se temperatura sjetvenog sloja podigne iznad 10 stupnjeva C°. U postrnoj sjetvi, heljdu sijemo nakon skidanja glavnih kultura, a to može biti u drugoj polovici lipnja (uljana repica, ječam). Heljda je osjetljiva na visoke temperature i sušu, pa ako tijekom vegetacije vladaju takvi uvjeti, može potpuno podbaciti u prirodu. Pri temperaturi ispod 10 stupnjeva C jako se smanjuje fotosinteza, a iznad 25 stupnjeva C, izostaje oplodnja. Heljda bi trebala imati na raspolaganju 80 do 90 dana za vegetaciju. Sjeme heljde mora biti sortno čisto, krupno, zdravo i dobre klijavosti. Osobito treba paziti da sjeme obične heljde ne sadrži sjeme tatarske heljde. Sjeme tatarske heljde prepoznaje se po tome što je nešto sitnije u odnosu na običnu heljdu i što su mu bridovi naborani. Sjeme treba sortirati po težini i krupnoći te po specifičnoj težini. Sjetvu obavljamo sijačicama u uske ili široke redove. Iskustva pokazuju da se sjetvom u uske redove, razmaka oko 10 cm između redova, dobijaju veći prirodi nego pri sjetvi u široke redove, razmaka oko 25 ili 45 – 50 cm, ako želimo obavljati kultivaciju. Uskoredna sjetva pogodnija je što se tiče korova jer se u takvoj sjetvi korovi slabije razvijaju, a također, bolje se čuva vlaga tla, heljda manje poliježe, a moguća je i nešto gušća sjetva jer je bolje raspoređen vegetacijski prostor, pa sve to pridonosi većem prirodu.



**Slika 20.** Sjetva heljde

Razmak unutar reda ovisi o gustoći sklopa. Gustoća je sklopa oko 200 do 250 klijavih sjemenki na metar kvadratni. Gušću sjetvu treba koristiti u postrnoj sjetvi. Količina sjemena ovisi o klijavosti, čistoći, težini 1 000 zrna, gustoći sklopa i pripremi tla za sjetvu, a iznosi oko 50 - 60 kg/ha. Dubina sjetve je 2 do 4 cm. Pliće sijemo na težim, vlažnijim i hladnijim tlima, a dublje na lakšim i suhljim tlima. U šestogodišnjim pokusima (1948-53), dobijeno je u uskim redovima 1320 kg/ha, a u širokorednoj sjetvi samo 1010 kg/ha. U sušnim godinama, sjetva u uske redove je podbacila, međutim u praksi nije (Netević, 1957). U pokusima kod



Ljubljane (1982), uskoredna sjetva dala je viši prinos, jer je manje polegla i bilo je manje korova. Ranija sjetva od optimalnog roka nije povoljna, jer glavno cvjetanje dolazi u doba više temperature, a kasnijom sjetvom povećava se rizik jesenskog mraza, a smanjuje se rizik viših temperatura za vrijeme cvjetanja.

### **2. 6. 6. Njega i zaštita**

Budući da heljdu kasno sijemo, pogotovo u postrojnoj sjetvi, često je tlo suho, pa je poslije sjetve potrebno obaviti valjanje tla, kako bi se uspostavio bolji kontakt tla i sjemena, omogućio kapilarni uspon vode do sjemena i tako ubrzalo i izjednačilo klijanje i nicanje. Valjanje je mjera koja spada u dopunsku ili sekundarnu obradu tla, to je zahvat pri kojem se, za razliku od ostalih načina obrade, tlo zbija, a osim navedenih koristi, valjanje ima i druge temeljne zadaće, kao što su razbijanje gruda i pokorice te uništavanje korova. Ako se poslije sjetve, a prije nicanja, stvori pokorica, treba je pravodobno uništiti drljanjem poprijeko ili dijagonalno na pravac sjetve. Heljda brzo raste, brzo pokriva površinu i dobro guši korove, pa se često izostavlja suzbijanje korova (posebno u uskorednoj sjetvi). Ako se koriste herbicidi, treba ih koristiti nakon sjetve, a prije nicanja. Od herbicida, mogu se koristiti Dual R500 (3 l/ha), Alaklor (4 l/ha), Lasso (4-6 l/ha), preparati aminske soli 2,4-D (2 l/ha), Dual 960 (1,5 l/ha). Ako je sjetva izvedena na razmak 45-50 cm, potrebno je obaviti kultiviranje, a broj kultiviranja ovisi o stanju tla i zakorovljenosti. Tu mjeru njege najbolje je izvoditi nakon kiše, kad se tlo dovoljno prosuši, kako bi zatvorili i sačuvali vlagu, ali i uništili i eventualne korove. Također ćemo time omogućiti prodor zraka u tlo. Zajedno s kultiviranjem, obavlja se i prihrana. Heljda se, dakle, okopava kod širokoredne i trakaste sjetve. Preporučuje se da se provedu 2-3 okopavanja. Prvo okopavanje obavlja se čim se pojave redovi, drugo nakon 10-15 dana, a zatim, nakon isto toliko vremena, i treće.

Prihranjivanje heljde vrlo je važna mjera njege, a provodi se u fazi pupanja, a ako je potrebno, heljda se može prihraniti i pred cvatnju. Jedna od mjera njege je i natapanje, koje povoljno utječe na visinu prinosa heljde. Prvi put provodi se u fazi grananja biljaka, a drugi put u sredini cvatnje. Dopunsko oprašivanje korisno je, osobito u prilikama nepovoljnim za oplodnju. Može se provesti prinošenjem pčelinjih društava (košnica) na površinu s heljdom ili vučenjem užeta u visini cvjetova. Dopunsko oprašivanje provodi se u jutarnjim satima i ponavlja se nekoliko puta u toku vegetacije. Treba paziti pri tome da se prije tretiranja insekticidima i dva dana nakon tretiranja, zatvore košnice da se pčele ne bi otrovale. Za vrijeme cvjetanja, košnice sa pčelama postavljaju se na dva suprotna kraja polja (2-4 košnice po hektaru). Time se prinos može povećati i do 1 000 kg/ha.

Heljdu manje napadaju bolesti i štetnici nego druge ratarske kulture. Napad epifitacije može se spriječiti primjenom Ridomila, a tretiranje njime obavlja se tri puta. Sorte heljde razlikuju se po otpornosti prema parazitskoj gljivici koja ponekad uzrokuje pjegavost lista (*Ramularia* i *Ascochyta fagopyri* Bres.). *Alternaria alternata* nije opasna, *Bipolaris sorokiniana*, pak, prouzrokuje nekrotičke mrlje na listovima, ali ekonomska šteta nije ispitana. Također, na heljdi parazitira i nematoda *Longidorus elongatus*.

Buhači, kod mladih biljaka poslije nicanja, mogu prouzrokovati veće oštećenje listova. Heljdu napadaju lisne uši (*Aphidula nasturtii* i *Rhamni*), a njih možemo suzbiti primjenom različitih insekticida, kakvi su Sumialfa 5 FL, Thiodan E 35, Desic 1,25 EC i dr. . Povremeno je heljda izložena napadu žičnjaka (*Agriotes lineatus*), stjenica (*Adelphocoris lineolatus*) i drugih štetnika (*Ostrinia nubilalis*, *Agrostis tritici* i *Segetum*). Uz to, heljdu u blizini šuma može oštetiti divljač, naročito srna, a fazani na manjim površinama uzrokuju i polijeganje pa iza toga miševi naprave više štete.

### 2. 6. 7. Žetva

Heljda nejednolično i dugo dozrijeva i nikad ne dozriju svi plodovi, a sjeme joj se jako osipa. Sazrijevanje može trajati i do 35 dana. Stoga, termin žetve moramo odabrati tako da žetvu počnemo kad je većina plodova zrela, a da se zrno ipak ne osipa, obično kada je 75% zrna na gornjoj trećini biljke ima tamnu boju karakterističnu za zrelo zrno. Tada stabljika počinje dobivati crvenkastu boju. Žetva se obavlja žitnim kombajnima koji se za to posebno podese. Broj okretaja bubnja treba podesiti na 600 okretaja u minuti, što mora biti usklađeno s kretanjem kombajna, količinom vlažnosti i stanjem mase biljaka. Sita trebaju biti promjera 7 mm, a motor kombajna treba raditi s oko  $\frac{3}{4}$  gasa. Provjetranje treba gotovo potpuno zatvoriti i podesiti prema uvjetima rada (vlažnost biljke). Petersonovo sito treba potpuno otvoriti, a produžetak do kraja podignuti te korpu potpuno otvoriti. Heljdu normalne gustoće, nepolegnutu i neisprepletenu, žanjemo bez vitla, dok u suprotnom koristimo vitlo s malim brojem okretaja, kako ne bismo prouzročili udaranje po biljkama i osipanje zrna. Tijekom rada podešava se kombajn i kontrolira gubitak. Za desikaciju, može se upotrijebiti i 1% - tni magnezij klorid pa možemo kombajnirati već nakon sedam dana (20 kg/ha ili 15 kg/ha Pentadina). Dakle, ubiranje heljde vrši se na opisani način – jednofazno, ali i dvofazno (najčešće na napristupačnim terenima). U tom slučaju, pokošene biljke slažu se u tzv. „kristine“, koje se zatim sakupljaju kombajnom i vrše. Kod dvofazne žetve, heljda se može kositi rano prije podne, sa dosta rose, ako je bar 75% plodova zrelo, a nakon 7 do 10 dana može se kombajnirati, kada se zrno osuši ispod 16% vlage. Kao što je već ranije naglašeno,

utvrđivanje optimalnog trenutka žetve dosta je otežano, jer cvjetanje dugo traje, i po mjesec dana. Na jednoj biljci istovremeno protiče faza cvjetanja i formiranja ploda. Ako se heljda uzgaja kao postrni usjev, čeka se da padne prvi mraz jer to znači kraj vegetacije i onda se obavi žetva, obično u rujnu. Ukoliko se heljda uzgaja kao glavni usjev, žetva se uglavnom obavlja krajem srpnja i početkom kolovoza. Prije žetve, ubira se 300 do 500 najrodnijih, zdravih biljaka za umnožavanje u izolaciji ili križanje s drugom komplementarnom sortom za dobijanje heterozisa. Nakon testiranja najpovoljnijih partnera, pristupa se iduće godine proizvodnji hibridnog sjemena ( Medvedev, 1969. ).



**Slika 21.** Žetva heljde

### **2. 6. 8. Prirodi, spremanje i skladištenje**

Nakon žetve, sjeme heljde treba sušiti na manje od 14% vlage, da bismo spriječili kvarenje. Za spremanje, čuvanje i skladištenje heljde, vrijede iste zakonitosti kao i za skladištenje pšenice. Nakon žetve u zrnu se odvijaju biokemijski, kemijski i fiziološki procesi. Što je veća vlažnost i pogodnija temperatura, ti su procesi intenzivniji. Stoga, da bismo uspjeli u skladištenju i čuvanju sjemena, potrebno je poznavati tehnologiju spremanja i čuvanja sjemena, u što ulazi dorada, sušenje, čišćenje i zaštita sjemena. Zato, ako je vlažnost zrna heljde veća od 14%, potrebno ga je sušiti do ispod spomenutog postotka, jer će mu se u protivnom smanjiti kakvoća i nastati gubici. Sušenje se obavlja u sušarama, a moguće je i lopatanjem u prikladnim suhim i zračnim prostorijama. Najbolje je heljdino zrno spremati u silose, jer se u njima mogu kontrolirati uvjeti i, prema potrebi, obaviti zaštita od skladišnih štetnika. Domaća i priručna skladišta moraju biti dobro očišćena i dezinficirana, dobro zatvorena, da bi se onemogućio pristup glodarima, a mora postojati i mogućnost

provjetravanja. Uz to, skladišta imaju mehanizirani prijem sjemena i opremljena su instrumentima za kontrolu temperature i vlage.

Krupnoplodna heljda bolja je za mlinare, jer se ljuške lakše odstranjuju. Tatarska heljda se manje melje, jer je njeno brašno tamne boje i gorkog okusa. Prije mljevenja, zrno se mora osušiti na 12% vlage. Od 100 kg čiste heljde, dobija se 60 do 70 kg brašna, 4 do 18 kg mekinja, 18 do 26 kg ljuške. Čistog bijelog brašna dobija se svega 52 kg.

Prirodi heljde su niski i znatno variraju, ovisno o klimatskim uvjetima, kojima je jako podložna, ali i o agrotehnici, jer se suvremenom agrotehnikom, prirodi mogu znatno povećati. U glavnoj sjetvi trebali bi postići više od 2 tone, a u postrnoj sjetvi, 1,5 do 2 t/ha.

## **2. 7. EKOLOŠKA PROIZVODNJA**

Ekološka poljoprivreda definirana je od strane Međunarodnog udruženja za razvoj organske poljoprivrede – International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), te prihvaćena u programima Organizacije ujedinjenih naroda (WHO i FAO), te Vijeća Europske unije (Uredba vijeća 2092/91 od 24. lipnja 1991), gdje se provodi prema posebnim standardima i pravnim propisima, a zajednička radna skupina FAO/WHO pri UN-u radi na smjernicama za proizvodnju ekološke hrane (Pravilnik o prehrani). Znači, ekološka poljoprivreda je definirana kao poseban sustav održivog gospodarenja u poljoprivredi i šumarstvu koji obuhvaća uzgoj bilja i životinja, proizvodnju hrane, sirovina i prirodnih vlakana te preradu primarnih proizvoda, a uključuje sve ekološki, gospodarski i društveno opravdane proizvodno-tehnološke metode, zahvate i sustave, najpovoljnije koristeći plodnost tla i raspoložive vode, prirodna svojstva biljaka, životinja i krajobraza, povećanje prinosa i otpornosti biljaka s pomoću prirodnih sila i zakona uz propisanu uporabu gnojiva, sredstava za zaštitu bilja i životinja, sukladno s međunarodno usvojenim normama i načelima. Pod ekološkom poljoprivredom uglavnom se misli na proizvodnju bez primjene mineralnih gnojiva, pesticida, hormona i sl.

Takav oblik poljoprivredne proizvodnje, vrlo često se uspoređuje s tradicionalnim načinom uzgoja. Međutim, to je koncept proizvodnje mnogo složeniji i njegova bit nije samo u izostavljanju agrokemikalija, nego u sveukupnom gospodarenju kojim je to moguće postići. Ovaj vid poljoprivrede u svojoj tehnologiji proizvodnje iz godine u godinu znatno napreduje te koristi rezultate novih znanstvenih istraživanja i u skladu s njima razvija nova zaštitna

sredstva te adekvatnu mehanizaciju. Bavljenje ekološkom poljoprivredom zahtijeva stalno ulaganje u nova znanja i praćenje trendova na tržištu.

Mješovita gospodarstva u ekološkoj poljoprivredi imaju više prednosti: širi plodored, bolju iskorištenost površina, uključuju sve ekološki, gospodarski i društveno opravdane proizvodno-tehnološke metode, zahvate i sustave, najpovoljnije koristeći plodnost tla i raspoložive vode, prirodna svojstva biljaka, životinja i krajobraza, povećanje prinosa i otpornosti biljaka pomoću prirodnih sila i zakona, uz propisanu uporabu gnojiva, sredstava za zaštitu bilja i životinja, sukladno s međunarodno usvojenim normama i načelima. Ova proizvodnja znači ravnomjerniji raspored rada, brže obrtanje hraniva, biološku preradu divljih biljaka i otpada proizvodnje, manje impute, zatvoreni prirodni ciklus kruženja materije, čuvanje plodnosti tla, ujednačenu opskrbu i ponudu poljoprivrednih proizvoda na tržištu, bolji prirast novca i stabilniji gospodarski rezultat u cjelini. Bitno je da ekoproizvođač na temelju svojega iskustva i znanja shvati složenost agroekološkoga sustava i značaj trajnoga provođenja ekotehnologije kao temelja stabilnosti i profitabilnosti svojega gospodarstva, a ostvarujući ravnotežu i sklad cjeline, a ujedno i stabilnost i otpornost na vanjske utjecaje (prirodne, ekonomske i dr.). Na taj se način uspostavlja opći društveni cilj ekološke proizvodnje, a to je zaštita zdravlja i života ljudi te zaštita prirode i okoliša, te suradnja s prirodom, njegovanje smisla za dobro i lijepo.

U klasičnoj, konvencionalnoj poljoprivredi evidentno je prekomjerno i neracionalno trošenje neobnovljivih prirodnih resursa, kao i razne mjere koje ostavljaju trajne štetne posljedice na cjelokupnu prirodu i prirodne procese, remeteći tako milijardama godina uspostavljanu ravnotežu u prirodi. Suvremena je znanost potvrdila kako veliki broj bolesti izravno utječe na kvalitetu hrane koju jedemo i pojavu raznih rezidua koje ostaju u biljkama nakon primjene brojnih kemijskih sredstva u agrotehnici. Ponovo se privlači stav kako suradnja s prirodom daje mnogo bolje rezultate od njezinoga sustavnoga uništavanja. Ekološka se poljoprivreda uklapa u koncept održivoga razvitka jer čitavim nizom mjera koje obuhvaćaju ukupno gospodarjenje, pritom teži ekološki čistoj, gospodarski isplativoj, etički prihvatljivoj i socijalno pravednoj poljoprivrednoj proizvodnji. Današnja poljoprivreda pretvorila je polja u svojevrsan oblik industrijske proizvodnje čiji je jedini cilj iz zemlje izvući što više. Ovakav se pristup temelji na neracionalnoj uporabi fosilne energije i kemikalija, što je dovelo do opasnih ekoloških posljedica i iscrpljivanja neobnovljivih prirodnih izvora. Nestale su mnoge biljne i životinjske vrste, a drastično se smanjio i broj seoskih gospodarstava. Osim toga, konvencionalna je poljoprivreda danas najveći onečišćivač okoliša, pitke vode i zraka. Stoga je ekološka proizvodnja nužnost želimo li Zemlju sačuvati za sljedeće naraštaje.



**Tablica 3:** Neki biološki procesi u poljoprivredi (modific. prema Speddingu, 1979)

<b>BIOLOŠKI PROCESI</b>	<b>NEBIOLOŠKI, UMJETNI PROCESI</b>
Bakterijsko vezivanje atmosferskog N	Gnojdba industrijskim N - gnojivima
Kruženje, otapanje i ekstrakcija P i K zbog korijenske aktivnosti, rada mikorize i drugih organizama tla	Gnojdba industrijski proizvedenim fosfornim i kalijevim gnojivima umjetnog porijekla
Usisavanje vode iz dubljih slojeva dubokim korijenjem i njeno „skladištenje“ u tlu	Navodnjavanje
Održavanje dobre strukture tla visokim sadržajem humusa, plodoredom i dr.	Upotreba sintetičkih poboljšivača strukture npr. stiropora i sl.
Regulacija štetnika, bolesti i korova putem prirodnih antagonizama	Upotreba pesticida
Oprašivanje pčelama i ostalim insektima	Umjetno oprašivanje prskanjem suspenzija polena i sl.
Prirodno razmnožavanje životinja	Umjetno osjemenjivanje
Ispaša	Uzgoj stoke u stajama, kavezima i sl., bez mogućnosti boravka na otvorenom
Dojenje teladi i janjadi	Uzgoj teladi, janjadi na imitacijama mlijeka

Ekološki proizvod je onaj proizvod koji je proizveden i označen sukladno odredbama Zakona o ekološkoj proizvodnji poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda. Proizvodi koji nose ekološki certifikat su:

- bolje kvalitete (zbog strožih kontrola tijekom procesa proizvodnje);
- sadrže u prosjeku 50% više vitamina, minerala, enzima i ostalih mikroorganizama;
- smanjuju unošenje brojnih otrova;
- boljeg su okusa;
- smanjuju zdravstvene rizike;
- njihovim korištenjem izbjegavamo genetski modificiranu hranu;
- doprinose ljepoti i prirodnim različitostima;
- realno gledano nisu skuplji od ostalih proizvoda.

Od početka 1990-tih godina ekološka se poljoprivreda brzo razvijala u gotovo svim europskim državama. Koncem 2005. godine u Europi se ekološki gospodarilo na blizu 190.

000 certificiranih gospodarstava i površinama od 6,9 milijuna hektara. Za usporedbu, od 1985-1987. godine certificiranih je površina pod ekološkom poljoprivredom u Europi bilo tek nekih stotinjak tisuća hektara.

Od ukupnih europskih površina pod ekološkom poljoprivredom u 2005. godini na Europsku uniju je otpadalo gotovo 6,3 milijuna hektara ili 91,3%, a što je predstavljalo 3,9% od ukupnih poljoprivrednih površina u EU. Certificiranih ekogospodarstava je bilo 160. 000 ili 84,2%.

Europska država s najvećim brojem certificiranih eko-gospodarstava te najvećim površinama pod ekološkom poljoprivredom je Italija. U usporedbi s koncem 2004. godine površine pod ekološkom poljoprivredom u cijeloj Europi su porasle za 510. 000 hektara ili za 8%, a u Europskoj uniji za 490. 000 hektara ili 8,5%.

**Tablica 4:** Površine ekološke proizvodnje u Hrvatskoj

Godina/površina (ha)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Oranice	2214	2957,92	2915,69	2800	9766	17. 066	22. 156
Voćnjaci	84	200,93	574,72	792	1264	1770	2. 058
Vinogradi	30	31,93	74,84	212	191	400	614
Maslinici	26	36,98	82,83	100	228	322	600
Livade i pašnjaci	740	2620,1	3495,81	5603	1998	2. 452	4. 943
Ugar	27	101,8	40,15	100	84	156	452
Šume (neobr. zemlj.)	60	58,58	86,94	82	315	444	352
Povrće			92,17	95	68	284	143
Ljekovito bilje			214,14	226	279	388	718
<b>SVEUKUPNO</b>	<b>3,184</b>	<b>6008,24</b>	<b>7. 577,29</b>	<b>10. 010</b>	<b>14. 193</b>	<b>23. 282</b>	<b>32. 036</b>

Gdje je tu Hrvatska? Hrvatska je međutim jedna od doista rijetkih zemalja svijeta koje nisu prepoznale važnost njenog razvoja, o čemu svjedoče statistički podaci o ukupnom zemljištu uključenom u ekološku poljoprivrednu proizvodnju, ali i malen broj eko-proizvođača. Prema službenim podacima organizacije IFOAM u veljači 2003. godine Hrvatska je bila na 90 mjestu po veličini ekološkog zemljišta sa svega 120 ha. U 2005. godini je sa ukupnih 3. 184 certificiranih ekoloških hektara bila na 83. poziciji u svijetu, niže od nevelikog Luksemburga, a daleko iza svih svojih zapadnih, sjevernih i južnih bližih i daljih susjeda, što i ne začuđuje ako se uzme u obzir da je tek krajem 2001. godine izglasan Zakon o ekološkoj proizvodnji poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda (N. N. 12/01). Danas, rezultati razvoja ekološke poljoprivrede u Hrvatskoj govore nam kako je ova grana posljednjih godina sve više



prepoznata. Velik broj poljoprivrednih gospodarstva, dijelom ili u cijelosti, preorijentirao se na proizvodnju koja ne koristi agro-kemikalije. Unaprijediti kvalitetu života i održivi gospodarski razvitak ruralnih područja i osigurati socijalni, kulturni i demografski oporavak hrvatskog sela temeljni su ciljevi Akcijskog plana razvoja ekološke poljoprivrede. Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja prepoznalo je ekološku poljoprivredu kao bitan poduzetnički koncept koji takve ciljeve može ostvariti i istovremeno biti u suglasju sa zaštitom prirode i okoliša i održanjem biološke raznolikosti. Ovim planom želi se ubrzati razvoj ekološke poljoprivrede te prvenstveno osigurati opskrba domaćeg tržišta, a u narednim godinama osigurati i plasman ekoloških proizvoda na inozemnom tržištu.

U RH, gledano regionalno, u 2010. godini najviše registriranih površina pod ekološkom poljoprivredom utvrđeno je u Osječko-baranjskoj (7.911,51 ha) i Virovitičko-podravskoj (2.490,06 ha) županiji, a najmanje u Krapinsko-zagorskoj i Varaždinskoj županiji (53 i 57 ha) (MPRRR, 2011).

Zbog svih pozitivnih prehrambenih karakteristika heljde, koje su potanko navedene i opisane ranije, značajan korak bio bi ekološki uzgoj ove, prema mnogim relevantnim pokazateljima, vrlo korisne kulture. Naravno, ekološki pristup uzgoju bilo koje kulture, tako i heljde, značajno se razlikuje od klasičnog, uobičajenog konvencionalnog uzgoja.

Heljda je od pamtivjeka bila poznata i kao medonosna biljka, no međutim, od sredine šezdesetih godina, barem na području zapadne Hrvatske i Slovenije, više ni približno ne medi kao nekada, odnosno još je češće da ne medi – nikako. Premda za sada razlog ovoj promjeni uopće nije poznat, neki slovenski agronomi mišljenja su da je do ove „degeneracije“ došlo uslijed uvođenja novih sorti heljde, ali još više zbog prevelike upotrebe agrokemikalija.

Za heljdu se tvrdi inače i da je jedna od rijetkih biljaka koja ima dobru sposobnost korištenja teže topivih fosfata u tlu, pa i s ovog aspekta predstavlja kulturu koja će naći svoje mjesto u ekološkoj poljoprivredi, dalje može se odlično uklopiti u plodored, naročito u zapadnim krajevima Hrvatske.

Što se tiče sjetve, mnogi eko-proizvođači, jedan dan prije sjetve, sjeme namaču raznovrsnim „kupkama“ koje imaju dezinficirajuću te stimulirajuću namjenu, također dodaju i „sjetveni gnoj“ (stimulira razvoj korijena, rezultira ranijom zriobom) koji se sastoji od smjese kafeterija (košanog, rožnatog i pernatog brašna, te sušene i mljevene krvi i mesa životinja), bazalnog brašna, kalcificiranih algi te prosijanog zrelog komposta. Ovako pripremljen „sjetveni gnoj“ miješa se u samoj sijačici, i to u omjeru 20 do 30 kg na 100 kg sjemena. Eko-gospodarstva nastoje upotrebljavati sjeme čije je porijeklo isključivo iz eko-proizvodnje. Pri sjetvi se upotrebljava 10 do 15 % više sjemena nego li je uobičajeno u konvencionalnoj proizvodnji,

čime se postiže nešto gušći sklop biljaka, što pridonosi smanjenoj zakorovljenosti usjeva. Često se pri samoj sjetvi, odmah ostavljaju slobodne trake širine 2 do 10 metara na koje se kasnije usijava smjesa divljeg i aromatičnog bilja. Taj pojas je dom korisnim insektima i pridonosi borbi protiv štetnika te svojim radom doprinose na različite načine boljem razvoju usjeva. U eko-proizvodnji, sve popularniji je uzgoj smjesa žitarica, a što znači da se na istoj parceli uzgaja više vrsta različitih žitarica (obično dvije). Pri tome se pazi da sve žitarice dozrijevaju otprilike u isto vrijeme.

Budući da heljda ima vrlo kratku vegetaciju, jako je teško uskladiti njeno vrijeme dozrijevanja sa vremenom dozrijevanja drugih žitarica. U takvim slučajevima, može se koristiti također popularna metoda ekološkog uzgoja heljde, a to je podsijavanje heljde unutar drugih (širokorednih) kultura, npr. kukuruza. Nakon berbe kukuruza, heljda je već razvijena i može se koristiti kao merkantilna ili pak zaorati, ako se koristi kao zelena gnojidba. Ovom tehnikom pridonosimo smanjenju ispiranja hraniv te čuvamo tlo od erozije.

Ekološka poljoprivreda je u potpunosti integrirana u politiku ruralnog razvoja i ima strateško dugoročno značenje za održivi razvitak hrvatskog ruralnog prostora i poljoprivrede, što se posebice odražava 2011. godine kroz mjere agro-okolišnih potpora. Naime riječ je o mjerama za koje se očekuje da će još više dobiti na značenju u financijskoj perspektivi EU nakon 2013. Godine kroz predviđeno „ozelenjivanje“ Zajedničke poljoprivredne politike EU. Stoga ekološka poljoprivreda je partner za održivu budućnost Hrvatske.

### **2. 7. 1 Postrni usjevi u eko-poljoprivredi**

Među neophodnim mjerama ekološkog uzgoja su plodored, biološka zaštita te održavanje više biljnih i životinjskih vrsta zajedno jer se na taj način međudjelovanjem živih bića smanjuje pojava štetočina. Rotacija usjeva također pridonosi smanjenju korova, što ostavlja prostora za postrne usjeve poput heljde. Postoje dvije glavne vrste pokrovnih usjeva, mahunarke i ostale vrste. Mahunarkama na korijenu rastu kvržice koje fiksiraju dušik iz zraka i pretvaraju ga u oblik koji biljka može koristiti. Kasnije ga mogu koristiti usjevi koji se uzgajaju nakon što su mahunarke zaorane u tlo. Mahunarke koje se najčešće koriste kod nas kao pokrovni usjevi su crvena i bijela djetelina, inkarnatka, perzijska djetelina, zvjezdasta djetelina, stočni grašak. U slučaju sjetve mahunarki, prije sjetve sjemenke mahunarki trebaju biti obložene (inokulirane) kulturom odgovarajućih sojeva bakterija *Rhizobium* prije sjetve, koje uspostavljaju simbiotski odnos s mahunarkama i na taj način fiksiraju dušik.

U ostale vrste spadaju biljke koje ne pripadaju skupini mahunarki mogu se koristiti za iskorištavanje viška dušika iz prethodnog usjeva, kao i dostupnost fosfora i kalija za sljedeći

usjev. Ove biljke ne fiksiraju dušik, ali doprinose izgradnji organske tvari u tlu i sprečavaju ispiranje hranjiva. Kao pokrovni usjev najčešće se koriste jednogodišnje žitarice raž, zob i heljda, jednogodišnje ili višegodišnje krmne trave poput ljulja, trave poput sudanske trave, neke kupusnjače i gorušice.

Zaoravanje postrnih usjeva ima povoljan utjecaj na teškim, ali i na pjeskovitim tlima, a naročito je preporučljiva onim poljoprivrednim proizvođačima koji svoje površine gnoje samo mineralnim gnojivima već dulji niz godina. Duboko razvijen korijen ovih vrsta, širom razgranjena korjenova mreža omogućava produbljenje mekote, popravljjanje strukture tla, vodnog režima i tvorbu organskih tvari u samom tlu. Kojom brzinom će teći razgradnja organske tvari u tlu ovisit će o tome koliko duboko ih zaoravamo, vrsti i starosti biljaka, mehaničkom sastavu i vlažnosti tla. Danas se općenito daje prednost dubljem unošenju nadzemne mase, kako bi se osiguralo njihovo produžno djelovanje, jer pri dubljem unošenju zelene mase biljke efikasnije koriste oslobođeni dušik.

Pojedine kulture mogu poslužiti i kao dodatni izvor zarade, npr. heljda i facelija, kroz ispašu pčela. Uzgoj i korištenje postrnog usjeva može trajati do kasne jeseni (npr. stočni kelj za zelenu krmu) jer se nakon ozimih žitarica kao iduća glavna kultura najčešće sije jarina poput kukuruza, suncokreta ili soje. U posebnim slučajevima, te pri izboru postrnih usjeva koji podnose niske temperature, postrne usjeve možemo ostaviti i do proljeća, da bi se osigurala zelena krma što ranije u proljeće. (Stipešević, 2008)

Nadalje, pravilan izbor postrnog usjeva do sada nije dostatno proučen, posebno za Hrvatske agroekološke uvjete, a napose u ekološkoj poljoprivredi, koja se definira kao kompleksan sustav (Brumfield i sur., 2000), gdje produktivnost usjeva može biti znatno unaprijeđena nakon više godina gospodarenja u skladu s ekološkim načelima (Lockeretz i sur., 1981).

Najznačajnije prednosti korištenja postrnih usjeva u ekološkom ratarenju i općenito su kontrola erozije obrađenog sloja tla, veći udio organske tvari i rahlije tlo, fiksiranje atmosferskog dušika, sprečavanje gubitaka određenih hraniva u tlu (najviše nitratnog oblika dušika), mobilizacija hraniva iz donjih u gornje profile tla, povećanje benefitne mikro i makrofaune, djelomično zaustavljanje rasta nekih korova te mogući izvor krme.

Erozija tla (nepovratno odnošenje čestica tla) najčešće se događa na golim tlima. Postrni usjevi mogu pružiti zaštitu od erozije vodom i vjetrom u periodu između sjetve glavnih kultura. Biljni ostaci smanjuju udar kišnih kapi koje inače rastvaraju zemljišne čestice i čine ih sklonima eroziji. Površinsko slijevanje vode je usporeno postrnim pokrivačem, koji pospješuje infiltraciju vode u dublje horizonte. Ne samo rast nadzemnog dijela, već i rast korijena pospješuje očuvanje stabilnosti strukture oraničnog sloja. Također, postrni usjevi

dozvoljavaju raniji ulazak mehanizacije u vlažnija tla i tako smanjuju zbijanje tla u vlažnijim proljećima. Kao i žetveni ostaci i stajnjak, postrni usjevi unose organsku tvar u tlo (u mnogo manjoj mjeri, ovisno o kojim usjevima se radi). Iako se sadržaj organske tvari u tlu povećava postupno i dugotrajno, uključivanje postrnih usjeva u proizvodni sustav sigurno održava razinu, ili čak minimalno povećava.



**Slika 22.** Erozija tla vodom

(<http://mmhorsefarmservices.webs.com/erosion.jpg>)

Postrni usjevi su pogotovo značajni kod proizvodnje silažnog usjeva, gdje poslije žetve ostaje minimalna količina žetvenih ostataka. Kao produkt razgradnje biomase žetvenih ostataka nastaje humus, stabilni izvor mineralnih hraniva za rast biljaka s vrlo povoljnim utjecajem na strukturu tla. Humus je građen od visokomolekularnih organskih spojeva koji imaju karakter kiselina: humusnih kiselina – fulvo i huminske kiseline i humina, a koje su povezane sa mineralnim djelom tla. Krupnije čestice organske tvari koje su sačuvale svoju organiziranu strukturu žive tvari predstavljaju inertnu organsku rezervu tla (Waksman i sur., 1955). Zbog humusa su stabilniji agregati tla, imaju bolji vodozračni režim, odnosno bolji odnos između mikro i makro pora te bolji kationski izmjenjivački kapacitet (Vukadinović, 1993).

Leguminoze imaju sposobnost da u simbiozi s određenim sojevima nitrofiksirajućih bakterija (*Rhizobium sp.* i *Bradyrhizobium sp.*) vežu atmosferski dušik i koriste ga za svoje potrebe, opskrbljujući bakterije s vodom i hranivima. Kada ostaci leguminoznih postrnih usjeva ostaju na tlu ili bivaju inkorporirani, to svakako utječe na povećanje dušika i drugih makro i mikro elemenata, koje mogu vrlo brzo usvojiti usjevi koji dolaze u proizvodnji nakon njih na parcelu. Kvržične bakterije mogu fiksirati i do 250 kg N ha<sup>-1</sup>, no količina ovisi o vrsti leguminoze, soju bakterije, tipu obrade tla, stanju tla i vremenskim uvjetima. Neiskorišteni, odnosno nevezani dušik u tlu sklon je ispiranju tijekom jeseni, zime i proljeća te nerijetko

završi u podzemnim vodama. Poneki postrni usjevi imaju vrlo učinkovitu sposobnost zadržavanja ekscesnih hraniva. Kada postrni usjev odumre ili bude otkošen za krmu, određena količina dušika ostaje u tlu i biva reutilizirana od strane biljke koja slijedeća dolazi u proizvodnji ili ga životinje koriste u vidu proteina.

Povećani žetveni ostaci i vrste obrade tla u ekološkoj poljoprivredi povezane s postrnim usjevima mogu poboljšati svojstva tla u smjeru povoljnih uvjeta za određene benefitne organizme. Mikroorganizmi su glavni humifikatori jer bez njih ne dolazi do stvaranja prirodnog humusa u tlu, a istodobno sudjeluju u procesima sinteze i analize organske tvari. Svaki od faunističkih i mikrobioloških humifikatora ima određenu zadaću u tlu. Njihova uloga je raznovrsna, ali uvijek povezana s razgradnjom organske tvari tla. Makrofauna čini oko 5% ukupnih humifikatora, ovdje ubrajamo paučnjake, stonoge, mrave, puževe, krtice i slično. Kišne gujavice (oko 12%) unose organsku tvar zajedno s tlom u digestivni trakt, gdje je djelomično razlažu i miješaju sa tlom, a zatim izbacuju u okoliš. Ta tvar bogata je kalcijem, time gujavice sljepljuju čestice gline i humusa u stabilni tzv. glineno-humusni kompleks. Također, određeni insekti koje privlače biljni ostaci predstavljaju prirodne neprijatelje za neke od štetnika ratarskih kultura.

Postrni usjevi poput heljde ponašaju se kompetitivno za vodu i hraniva naspram korovnih vrsta, također nadmetajući se za vegetacijski prostor i time sunčevu svjetlost. Heljda ima brz početni porast koji guši korove, a takvo svojstvo može biti vrlo značajno kod onemogućavanja rasta većine jednogodišnjih korova. Postrni usjevi i njihovi žetveni ostaci imaju ulogu malča, odnosno fizičke barijere koja sprečava proklijavanje sjemenki korova i njihov rast. Također njihovo korijenje ili raspadnuti ostaci mogu izlučivati ili otpuštati određene supstance koje djeluju alelopatski na korove, onemogućavajući njihov opstanak u blizini. S druge strane, to ovisi i o tipu i količini postrnih usjeva te o vanjskim uvjetima tijekom uzgoja. Unatoč ovom potencijalu u onemogućavanju rasta nekih vrsta, postrni usjevi nisu kompletan vid suzbijanja korova je ovise o mnogo (još neistraženih) situacija i uvjeta. Možda nije prikladno za ekološku proizvodnju, no uz postrne usjeve preporučljivo je mehaničko ili kemijsko suzbijanje korova.

Većina postrnih usjeva, naročito onih iz porodice trava, mogu biti korištene kao sirovina u proizvodnji krmiva ili direktno kao krmivo. Mogu biti korištene ispašom ili mogu biti požnjevene pa korištene u vidu sijena ili sjenaže. Općenito gledano, žetva mehaničkim putem ne može imati štetan utjecaj na svojstvo zaštite tla od erozije, pogotovo ako slijedi direktna sjetva u neobrađeno tlo. S pravilnim ophođenjem, ispaša će također imati sličan efekat, jer

iako je postrni usjev požnjeven ili su životinje obrstile gornji sloj tla, masa korijena i samo strnište pričvršćuju i drže tlo na okupu.

U novije vrijeme, umjesto za hranu, slama se rabi za bioenergetske potrebe (MPŠVG, MGRP, 2009.), gdje slama iz postrnog uzgoja heljde može biti značajan faktor zadovoljena energetske potreba, naravno, ukoliko je zajednica prepoznala i prilagodila energetske pogone ovakvo pristupačnoj i najvažnije, obnovljivoj energiji.

### 3. MATERIJALI I METODE RADA

Tema ovoga rada svodi se na istraživanje utjecaja sustava obrade tla na nicanje usjeva heljde (*Fagopyrum esculentum* L.) te različitih načina prihrane heljde na visinu prinosa u postrnom uzgoju. Pokus je postavljen na dvije lokacije (Široko Polje i Valpovo, osječko-baranjska županija) u 2009. i 2010. godini. Eksperimentalni dizajn bio je split plot u četiri ponavljanja, s obradom tla kao glavnim tretmanom, te sustavom gnojidbe kao podtretmanom. Tip tla na kojem je ispitivanje izvršeno bilo je eutrično smeđe tlo, vrlo dobre opskrbljenosti hranivima. Za pokus s različitim načinima prihrane heljde poslužila je heljda sorte „Darja“, kultivar Sjemenarne Zagreb, s normom sjetve od 80 kg/ha, za ciljani sklop od 200 – 250 biljaka po kvadratnom metru.

Tretmani osnovne obrade tla bili su:

CT - standard, oranje do 30 cm dubine;

HDH- višestruko tanjuranje, s 2-3 prohoda tanjuračom do 15 cm dubine, i;

LDH - jednostruko tanjuranje, sa svega jednim prohodom tanjuračom do 15 cm dubine.

Podtretmani sustava gnojidbe bili su slijedeći:

GO – bez ikakve gnojidbe

GK – dvije prihrane s po 100 kg KAN /ha svaka

GU – dvije prihrane s po 60 kg Uree/ha, aplicirane u obliku 5 %-tne otopine u vodi

GM1 – dvije prihrane folijarnim sredstvom „Profert Mara“, proizvođača Vitaflora doo, u standardnoj preporučenoj dozi od 8 l sredstva, otopljenog u 400 l vode po ha formulacije 5,7-1,4-2,4 % NPK, te s dodatkom 1,5 % Ca, 0,2 % Mg, 0,6 % S i <0,01 % Fe, Cu, Mn, B i Zn.

GM2 – dvije prihrane istim folijarnim sredstvom, u dvostrukoj dozi u odnosu na preporuku, dakle 16 l/ha svaka.

Veličina osnovne parcelice tretmana obrade tla iznosila je 50 m<sup>2</sup>, a svaka se dijelila na pet parcelica podtretmana gnojidbe, čija je veličina iznosila 10 m<sup>2</sup>.

Heljda je sijana u postrnoj sjetvi žitnom sijačicom (6. srpnja 2009. i 20. srpnja 2010.),poslije pripreme tla iza ozimina ječma i pšenice, i to u sjetvenoj normi od oko 80 kg/ha, s kojom se dobivao zadovoljavajući sklop od oko 200 – 220 biljaka na m<sup>2</sup>. Za postrne sjetve inače se preporuča nešto gušći sklop, čak do 250 biljaka na m<sup>2</sup> heljde. Pri tome treba voditi računa o vlazi tla te procjeni (vrlo subjektivno) o mogućnosti daljnjih oborina tijekom perioda uzgoja postrnih usjeva i zahtjevu kulture, kao i načinu pripreme tla, gdje pri grubljoj pripremi (kao za tretman LDH) treba, po preporukama, povećati sjetvenu normu za otprilike 10%. U ovom

slučaju nije vršeno nikakvo povećanje sjetvene norme, nego su za sve obrade norme sjetve bile uniformne.

Prva prihrana obavljena je pred fazu pupanja (3. kolovoza 2009. i 20. kolovoza 2010.), dok je druga prihrana obavljena u punoj cvatnji (21. kolovoza 2009. i 2. rujna 2010.). Osim prihrana, nije obavljena nikakva prethodna gnojidba, a za prethodne usjeve, ozimi ječam i pšenicu, bila je izvršena gnojidba tijekom obrade tla, i to s 400 kg NPK 7:20:30, zaoravanjem na 30 cm dubine, te dvije prihrane s ukupno 60 kg dušika po ha.

Žetve heljde obavljene su 23. rujna 2009. i 2. listopada 2010. godine. Cjelokupan urod zrna je odvagana na prijenosnoj vagi, a dva poduzorka od otprilike 1 kg, uzeta su sa svake osnovne parcelice tijekom žetve, za određivanje vlage zrna, hektolitarske mase i mase 1 000 zrna.

Praćeni parametri bili su: komponente uroda heljde (sklopovi pri nicanju, konačni sklop, masa cijele biljke, masa zrna, vlaga zrna, hektolitar i apso-masa), pojavnost korova i štetočina, vlaga tla, gustoća i zbijenost tla (do 40 cm), te relativni sadržaj klorofila, mjeren klorofilmetrom.

Sklop je određen brojanjem izniklih biljaka heljde po kvadratnom metru, nasumičnim bacanjem kvadrata od  $\frac{1}{4}$  m<sup>2</sup> četiri puta po svakoj osnovnoj parcelici. Maksimalna zbijenost tla u sloju 0-50 cm određivana je penetrometrom Eikelkamp, te izražena u MPa. Stanje zbijenosti tla (g/cm<sup>3</sup>) je određeno uzimanjem volumne gustoće tla na dubini 5-10 cm Kopecki cilindrima, nakon čega su se uzorci sušili na 105°C tijekom 24 sata. Relativni sadržaj klorofila, izražen kao indeks, mjeren je uređajem SPAD 502 Minolta.

Postotak dušika u zrnu dobiven je razaranjem zrna heljde metodom mokrog spaljivanja (smjesom sumporne i perklorne kiseline i vodik peroksidom), te destilacijom uzorka matične otopine na mikrokjeldahlu, te određen atomskom apsorpcijom. Računanje konverzije biomase u energiju rađeno je na osnovu odnosa zrno:slama=1:1, te konverzijskih faktora 1 kg slame u nazivnu donju ogrjevnost od 14 MJ (3,89 kWh), u skladu sa Šljivac i Šimić (2008.).

Statistička je obrada podataka obavljena računanjem analize varijance (ANOVA metodom), koja je uključivala Fischerov test za potvrđivanje nulte hipoteze i LSD (Least Statistical Difference) test za P<0.05 za usporedbu srednjih vrijednosti promatranih parametara. Za obradu podataka je poslužio statistički paket SAS (SAS V8. 0, SAS Institute, Cary, NC, SAD, 2001).



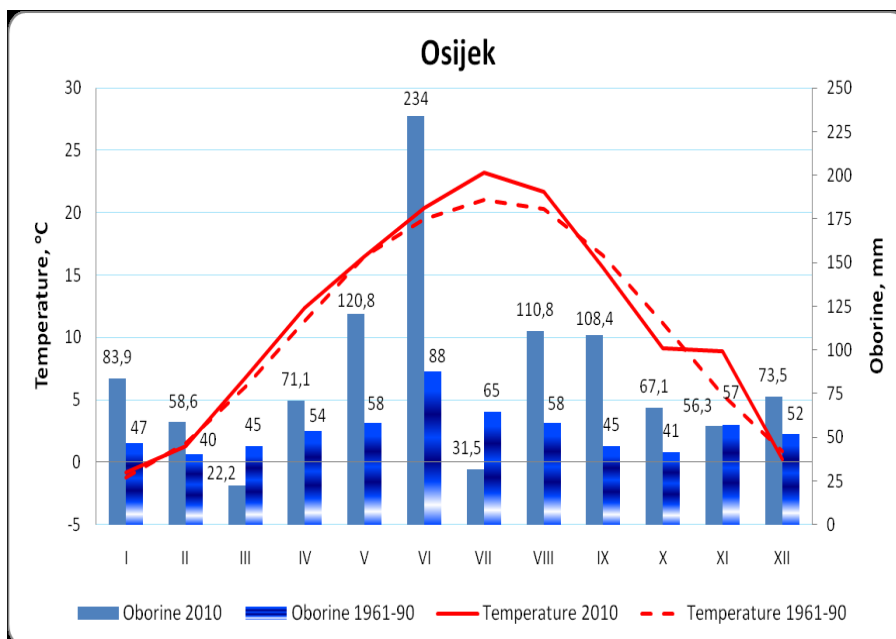
## 4. REZULTATI

### 4. 1. Agroklimatski pokazatelji

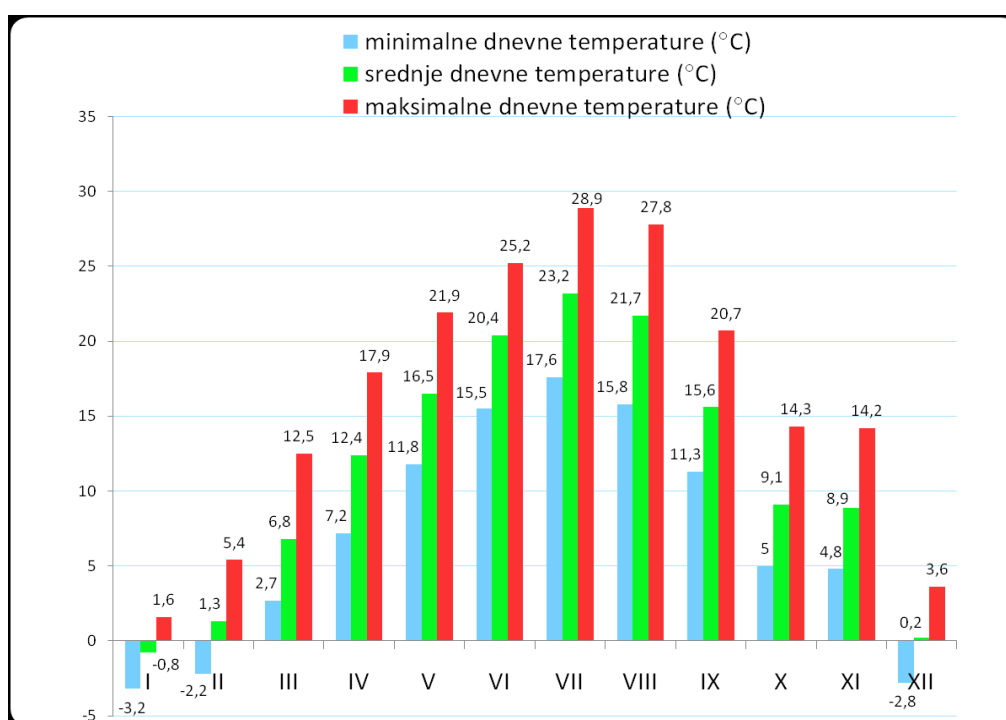
Što se tiče agroklimatskih pokazatelja, najvažniji utjecaj u agrološkim istraživanjima predstavljaju temperature i oborine. Utjecaj vremena najbolje se vidi u ekstremnim godinama, koje odstupaju od višegodišnjih prosjeka nekog mjernog područja. U ovom radu korišten je tridesetogodišnji prosjek u razdoblju 1961. – 1990. godine.

Od datuma sjetve (6. srpnja 2009. godine) do datuma žetve (23. rujna 2009. godine) nisu zabilježene neuobičajene temperature za ovo doba godine, pa je tako mjesečna srednja vrijednost temperature zraka za srpanj, kolovoz i rujna bila 23. 2, 22. 9 i 19. 1 stupanj Celzusa, što je u prosjeku vrlo povoljna temperatura za postrni uzgoj heljde. Maksimalne mjesečne temperature (30. 0, 29. 9 i 26. 7 stupnjeva C) za iste mjesece ne pokazuju prevelike vrućine tijekom vegetacije heljde, što navodi na zaključak da nije došlo do jačeg stresa uslijed visokih temperatura. No, treba naglasiti da je tijekom vegetacije heljde, palo iznimno malo oborina (13. 8, 30. 6 i 10. 0 mm u srpnju, kolovozu i rujnu 2009. godine), što sve zajedno iznosi svega 54 mm oborina tijekom ovog perioda. Tolika količina ne bi bila dovoljna za zadovoljavajuću visinu prinosa, no, prethodnih mjeseci palo je dosta kiše (preko 100 mm tijekom svibnja i lipnja 2009. godine), što je popunilo rezerve vode u tlu i svakako bilo dobrodošlo usjevu heljde tijekom cijele vegetacije.

Tijekom 2010. godine, vremenska situacija bila je ekstremna u smjeru povećane vlažnosti, kiše su bile vrlo česte i obilne, što je u nekim krajevima Republike Hrvatske dovelo do katastrofalnih poplava. Naime, iz grafikona 2. jasno je da je riječ o vrlo vlažnoj godini s nepravilnim rasporedom oborina, što je u kombinaciji s nešto višim ljetnim temperaturama od prosjeka igralo veliku ulogu u utjecaju na agrotehničke zahvate i na sam rast poljoprivrednog bilja. Samo u svibnju i lipnju palo je ukupno 355 mm kiše, što predstavlja više od polovice oborina u višegodišnjem prosjeku ovog područja. U prva četiri mjeseca palo je 235,8 mm kiše, s tim da je u veljači palo 22,2 mm. za područje Osijeka, u odnosu na višegodišnji prosjek, bilo za 0,5°C toplije. Kakav je raspored oborina i temperatura bio u oba slučaja, jasno je prikazano u grafikonu 2. Tijekom 2010. godine palo je 1038 mm kiše, što govori o jednoj iznimno vlažnoj godini za prilike Osijeka, gdje je u tridesetogodišnjem mjerenju (1961. – 1990.) zabilježen prosjek oborina od 650 mm (388 mm oborina više od prosjeka).



**Grafikon 2.** Walterov klima dijagram, prikaz temperatura i oborina u 2010. godini te tridesetogodišnji prosjek (1961. -1990. ), meteorološka postaja Osijek (DHMZ RH)



**Grafikon 3.** Prosjeci minimalnih, srednjih i maksimalnih dnevnih temperatura u 2010. godini, meteorološka postaja Osijek (DHMZ RH)

Srpanj je bio težak za većinu kultura, uz prosječne temperature i količinu oborina od samo 31,5 mm. Gledano na prosjeke dnevnih minimalnih, srednjih i maksimalnih temperatura u 2010. godini, jasno je vidljiv raspored temperatura koje su zabilježene na području Osijeka.

## 4. 2. Statistička analiza podataka

Podatci ovog segmenta pokusa obrađeni su prema metodi analize varijance (ANOVA), uz provjeru putem Fischerovog F – testa i putem LSD testa (Least significant difference), odnosno testa najmanje značajne razlike. Analizu varijance možemo definirati kao računski postupak pomoću kojega se ispituju podaci određenoga pokusa, kroz procjenu otklona pojedinih srednjih vrijednosti od prosječne vrijednosti uzorka uzetih iz nekog osnovnog skupa (Horvat, 2006.). Otklon se naziva pogreška pokusa, koja je rezultanta nekontroliranih čimbenika, koji mogu biti različitog utjecaja na jedinicu promatranja. U poljoprivredi su to agroklimatski čimbenici od kojih su najvažnije oborine i temperature od abiotskih te bolesti i štetnici od biotskih.

Pri analizi nekog pokusa bitno je uočiti mogu li se razlike između pojedinih tretmana pripisati samo utjecaju slučaja ili su rezultat različitih osobina samih tretmana. Taj se postupak provodi pomoću F – testa, koji daje odgovor o ujednačenosti pokusa u cjelini. F testom ispituje se pokusom postavljena nulta hipoteza, prema kojoj su aritmetičke sredine osnovnih skupova ili tretmana međusobno jednake, odnosno da u cjelini nema statistički značajne razlike. Za uspoređivanje više razlika između srednjih vrijednosti tretmana u praksi se najčešće rabi LSD test, odnosno NZR test, koji determinira statističku značajnost obrađenih podataka.

Komponente pokusa bile su: stanje zbijenosti tla, sklop (broj biljaka heljde po kvadratnom metru), urod zrna (sveden na 14% vlage zrna), hektolitarska masa zrna, apsolutna masa zrna, ukupna biomasa, sadržaj dušika u zrnu i relativni % klorofila u listu.

**Tablica 5.** Zbijanje tla (MPa) u 2009 nalokaciji Široko Polje

Tretmani obrade	Zbijenost (MPa)	
CT	2,80	b
HDH	1,70	a,b
LDH	1,65	a
LSD (0,05) 0,96		

Najmanja zbijenost tla u uzgoju heljde na lokaciji Široko polje u 2009. godini bila je pri LDH obradi tla, zbijenost tla pri HDH obradi signifikantno se ne razlikuje od LDH obrade, ali zbijenost tla pri CT obradi pokazuje signifikantne razlike u odnosu na HDH i LDH obradu tla.

**Tablica 6.** Zbijanje tla (MPa) u 2009 na lokaciji Valpovo

Tretmani obrade	Zbijenost (MPa)	
CT	2,78	b
HDH	1,92	a
LDH	1,80	a
LSD (0,05)0,96		

Najmanja zbijenost tla u uzgoju heljde na lokaciji Valpovo u 2009. godini bila je pri LDH obradi tla, te se signifikantno razlikuje od zbijenosti pri CT obradi tla. Zbijenost tla pri HDH obradi signifikantno se ne razlikuje od zbijenosti pri LDH i CT obradi tla.

**Tablica 7.** Zbijanje tla (MPa) u 2010 na lokaciji Široko Polje

Tretmani obrade	Zbijenost (MPa)	
CT	2,92	b
HDH	1,92	a,b
LDH	1,87	a
LSD (0,05) = 0,96		

Najmanja zbijenost tla u uzgoju heljde na lokaciji Široko polje u 2010. godini bila je pri LDH obradi tla, zbijenost tla pri HDH obradi signifikantno se ne razlikuje od LDH obrade, ali zbijenost tla pri CT obradi pokazuje signifikantne razlike u odnosu na HDH i LDH obradu tla.

**Tablica 8.** Zbijanje tla (MPa) u 2010 na lokaciji Valpovo

Tretmani obrade	Zbijenost (MPa)	
CT	2,86	b
HDH	1,99	a
LDH	1,78	a
LSD (0,05) = 0,96		

Najmanja zbijenost tla u uzgoju heljde na lokaciji Valpovo u 2010. godini bila je pri LDH obradi tla, te se signifikantno razlikuje od zbijenosti pri CT obradi tla. Zbijenost tla pri HDH obradi signifikantno se ne razlikuje od zbijenosti pri LDH i CT obradi tla.

**Tablica 9.** Zbijanje tla (MPa) u prosjeku obje godine na lokaciji Široko Polje

Tretmani obrade	Zbijenost (MPa)	
CT	2,86	b
HDH	1,81	a
LDH	1,76	a

LSD (0,05) = 1,05

Najmanja zbijenost tla u uzgoju heljde na lokaciji Široko Polje u prosjeku za obje godine bila je pri LDH obradi tla, te se značajno razlikuje od zbijenosti pri CT obradi. Zbijenost tla pri HDH obradi značajno se ne razlikuje od zbijenosti pri LDH i CT obradi tla.

**Tablica 10.** Zbijanje tla (MPa) u prosjeku obje godine na lokaciji Valpovo

Tretmani obrade	Zbijenost (MPa)	
CT	2,82	a
HDH	1,90	a
LDH	1,85	a

LSD (0,05) = 1,05

Signifikantne razlike u zbijenosti tla u uzgoju heljde na lokaciji Valpovu u prosjeku za obje godine pri različitim tretmanima obrade tla nisu postojale.

**Tablica 11.** Zbijanje tla u prosjeku obje godine na lokaciji Valpovo i Široko Polje

Tretmani obrade	Zbijenost (MPa)	
CT	2,84	b
HDH	1,85	a
LDH	1,81	a

LSD (0,05) = 1,01

Najmanja zbijenost tla u uzgoju heljde u prosjeku na obje lokacije i obje godine bila je pri LDH obradi tla, te se značajno razlikuje od zbijenosti pri CT obradi. Zbijenost tla pri HDH obradi značajno se ne razlikuje od zbijenosti pri LDH i CT obradi tla.

## Gustoća tla

**Tablica 12.** Gustoća tla ( $\text{g cm}^{-3}$ ) u 2009. godine na lokaciji Široko Polje

Tretmani obrade	Vol. gustoća tla ( $\text{g cm}^{-3}$ )	
CT	1,59	a
HDH	1,62	a
LDH	1,67	b

LSD (0,05) = 0,06

Najmanja gustoća tla u uzgoju heljde na lokaciji Široko Polje u 2009. godini bila je pri CT obradi tla, HDH obrada nije pokazala signifikantnu razliku u odnosu na CT obradu, ali LDH obrada tla pokazala je signifikantnu razliku gustoće tla u odnosu na CT obradu tla u uzgoju heljde.

**Tablica 13.** Gustoća tla ( $\text{g cm}^{-3}$ ) u 2009. godine na lokaciji Valpovo

Tretmani obrade	Vol. gustoća tla ( $\text{g cm}^{-3}$ )	
CT	1,64	a
HDH	1,72	c
LDH	1,77	d

LSD (0,05) = 0,06

Najmanja gustoća tla u uzgoju heljde bila je pri CT obradi tla i signifikantno se razlikuje od gustoće tla pri HDH i LDH tretmanima obrade tla. Gustoća tla pri HDH i LDH tretmanima obrade signifikantno se ne razlikuje.

**Tablica 14.** Gustoća tla ( $\text{g cm}^{-3}$ ) u 2010. godine na lokaciji Široko Polje

Tretmani obrade	Vol. gustoća tla ( $\text{g cm}^{-3}$ )	
CT	1,61	a
HDH	1,65	a
LDH	1,71	b

LSD (0,05) = 0,06

Najmanja gustoća tla u uzgoju heljde na lokaciji Široko polje u 2010. godini bila je pri CT obradi tla, HDH obrada nije pokazala signifikantnu razliku u odnosu na CT obradu, ali LDH obrada tla pokazala je signifikantnu razliku gustoće tla u odnosu na CT obradu tla u uzgoju heljde. Obrade HDH i LDH nisu se međusobno signifikantno razlikovale.

**Tablica 15.** Gustoća tla ( $\text{g cm}^{-3}$ ) u 2010. godine na lokaciji Valpovo

Tretmani obrade	Vol. gustoća tla ( $\text{g cm}^{-3}$ )	
CT	1,68	a
HDH	1,77	b
LDH	1,82	c

LSD (0,05) = 0,06

Najmanja gustoća tla u uzgoju heljde na lokaciji Valpovo u 2010. godini bila je pri CT obradi tla. HDH, x(till) obrada pokazale su signifikantnu razliku u odnosu na CT obradu, a LDH obrada pokazala je veću signifikantnu razliku gustoće tla u odnosu na CT obradu tla u uzgoju heljde. Obrade HDH, LDH, x(till) nisu se međusobno signifikantno razlikovale u gustoći tla.

**Tablica 16.** Gustoća tla ( $\text{g cm}^{-3}$ ) u prosjeku obje godine na lokaciji Široko Polje

Tretmani obrade	Vol. gustoća tla ( $\text{g cm}^{-3}$ )	
CT	1,60	a
HDH	1,64	a
LDH	1,69	b

$$\text{LSD (0,05)} = 0,07$$

Najmanja gustoća tla u uzgoju heljde na lokaciji Široko polje u prosjeku obje godine bila je pri CT obradom tla, HDH i x(till) obrada nisu pokazale signifikantnu razliku u odnosu na CT obradu, ali LDH obrada je pokazala signifikantnu razliku gustoće tla u odnosu na CT obradu tla u uzgoju heljde. Obrade HDH, LDH, x(till) nisu se međusobno signifikantno razlikovale u gustoći tla.

**Tablica 17.** Gustoća tla ( $\text{g cm}^{-3}$ ) u prosjeku obje godine na lokaciji Valpovo

Tretmani obrade	Vol. gustoća tla ( $\text{g cm}^{-3}$ )	
CT	1,66	a
HDH	1,75	b
LDH	1,80	c
LSD (0,05) = 0,07		

Najmanja gustoća tla u uzgoju heljde na lokaciji Valpovu za obje godine bila je pri CT obradi HDH, x(till) obrada pokazale su signifikantnu razliku u odnosu na CT obradu, a LDH obrada tla pokazala je veću signifikantnu razliku gustoće tla u odnosu na CT obradu tla u uzgoju heljde. Obrade HDH, LDH, x(till) nisu se međusobno signifikantno razlikovale u gustoći tla.

**Tablica 18.** Gustoća tla ( $\text{g cm}^{-3}$ ) u prosjeku obje godine na obje lokacije

Tretmani obrade	Vol. gustoća tla ( $\text{g cm}^{-3}$ )	
CT	1,63	a
HDH	1,69	a
LDH	1,74	b
LSD (0,05) = 0,09		

Najmanja gustoća tla u uzgoju heljde u prosjeku za obje lokacije i obje godine bila je pri CT obradi tla, HDH i x(till) obrada nisu pokazale signifikantnu razliku u odnosu na CT obradu, ali LDH obrada je pokazala signifikantnu razliku gustoće tla u odnosu na CT obradu tla u uzgoju heljde. Obrade HDH, LDH, x(till) nisu se međusobno signifikantno razlikovale u gustoći tla.



### Sklop (broj biljaka heljde po kvadratnom metru)

**Tablica 19.** Sklop u fazi razvoja nicanje u2009. godini na lokaciji Široko Polje

Tretmani obrade	Sklop	
	(biljaka cm <sup>-2</sup> )	
CT	184	a
HDH	210	b
LDH	219	c

LSD (0,05) = 25

Najmanji sklop heljda je u fazi nicanja imala pri CT tretmanu obrade tla i signifikantno se razlikuje od sklopa pri HDH i LDH tretmanu obrade tla. Tretmani HDH i LDH međusobno se signifikantno ne razlikuju. Lokacija Široko Polje u 2009. godini.

**Tablica 21.** Sklop u fazi razvoja nicanje u2009. godini na lokaciji Valpovo

Tretmani obrade	Sklop	
	(biljaka cm <sup>-2</sup> )	
CT	176	a
HDH	201	a
LDH	211	a

LSD (0,05) = 38

Signifikantne razlike u sklopu heljde pri različitim tretmanima obrade tla u fazi cvatnje nisu postojale. Lokacija Široko Polje u 2009. godini.

**Tablica 21.** Sklop u fazi razvoja nicanje u2009. godini na lokaciji Valpovo

Tretmani obrade	Sklop	
	(biljaka cm <sup>-2</sup> )	
CT	178	a
HDH	201	a
LDH	202	b

LSD (0,05)= 25

Najmanji sklop heljda je u fazi nicanja na lokaciji Valpovo u 2009. godini imala pri CT obradi tla, pri HDH obradi tla sklop heljde se značajno razlikuje od LDH obrade tla, no značajno razlikuje od sklopa heljde pri CT obradi tla.

**Tablica 22.** Sklop u fazi razvoja cvatnja u 2009. godini na lokaciji Valpovo

Tretmani obrade	Sklop (biljaka cm <sup>-2</sup> )	
CT	166	a
HDH	196	a
LDH	201	a
LSD (0,05) = 38		

Signifikantne razlike u sklopu heljde pri različitim tretmanima obrade tla u fazi cvatnje nisu postojale. Lokacija Valpovo u 2009. godini.

**Tablica 23.** Sklop u fazi razvoja nicanje u 2010. godini na lokaciji Široko Polje

Tretmani obrade	Sklop (biljaka cm <sup>-2</sup> )	
CT	194	a
HDH	215	a
LDH	218	a
LSD (0,05) = 25		

Signifikantne razlike u sklopu heljde pri različitim tretmanima obrade tla u fazi nicanja na lokaciji Široko Polje nisu postojale u 2010. godini.

**Tablica 24.** Sklop u fazi razvoja cvatnja u 2010. godini na lokaciji Široko Polje

Tretmani obrade	Sklop (biljaka cm <sup>-2</sup> )	
CT	183	a
HDH	211	a
LDH	214	a
LSD (0,05) = 38		

Signifikantne razlike u sklopu heljde pri različitim tretmanima obrade tla u fazi cvatnje na lokaciji Široko polje nisu postojale u 2010. godini.

**Tablica 25.** Sklop u fazi razvoja nicanje u 2010. godini na lokaciji Valpovo

Tretmani obrade	Sklop (biljaka cm <sup>-2</sup> )	
CT	182	a
HDH	204	a
LDH	210	b

LSD (0,05) = 25

Najmanji sklop heljda je u fazi nicanja na lokaciji Valpovo u 2010 godini imala pri CT obradi tla, pri HDH obradi tla sklop heljde se značajno ne razlikuje od predhod, ali se sklop heljde pri LDH obradi tla značajno razlikuje od sklopa heljde pri CT obradi tla.

**Tablica 26.** Sklop u fazi razvoja cvatnja u 2010. godini na lokaciji Valpovo

Tretmani obrade	Sklop (biljaka cm <sup>-2</sup> )	
CT	175	a
HDH	199	a
LDH	198	a

LSD (0,05) = 38

Signifikantne razlike u sklopu heljde pri različitim tretmanima obrade tla u fazi cvatnje na lokaciji Valpovo nisu postojale u 2010. godini.

**Tablica 27.** Sklop u fazi razvoja nicanje u prosjeku obje godine na lokaciji Široko Polje

Tretmani obrade	Sklop	
	(biljaka cm <sup>-2</sup> )	
CT	189	a
HDH	213	a
LDH	219	b

LSD (0,05) = 27

Najmanji sklop heljda je u fazi nicanja na lokaciji Široko polje u prosjeku godina (2009. 2010. ) imala pri CT obradi tla, pri HDH obradi tla sklop heljde se signifikantno ne razlikuje od predhod, ali se sklop heljde pri LDH obradi tla signifikantno razlikuje od sklopa heljde pri CT obradi tla.

**Tablica 28.** Sklop u fazi razvoja cvatnja u prosjeku obje godine na lokaciji Široko Polje

Tretmani obrade	Sklop	
	(biljaka cm <sup>-2</sup> )	
CT	180	a
HDH	206	a
LDH	213	a

LSD (0,05) = 40

Signifikantne razlike u sklopu heljde pri različitim tretmanima obrade tla u fazi cvatnje na lokaciji Široko polje u prosjeku godina (2009. 2010. ) nisu postojale.

**Tablica 29.** Sklop u fazi razvoja nicanje u prosjeku obje godine na lokaciji Valpovo

Tretmani obrade	Sklop	
	(biljaka cm <sup>-2</sup> )	
CT	180	a
HDH	203	a
LDH	211	b

LSD (0,05) = 27

Najmanji sklop heljda je u fazi nicanja na lokaciji Valpovo u prosjeku godina (2009. i 2010.) imala pri CT obradi tla, pri HDH obradi tla sklop heljde se značajno ne razlikuje od predhod, ali se sklop heljde pri LDH obradi tla značajno razlikuje od sklopa heljde pri CT obradi tla.

**Tablica 30.** Sklop u fazi razvoja cvatnja u prosjeku obje godine na lokaciji Valpovo

Tretmani obrade	Sklop (biljaka cm <sup>2</sup> )	
CT	171	a
HDH	198	a
LDH	200	a
LSD (0,05) = 40		

Signifikantne razlike u sklopu heljde pri različitim tretmanima obrade tla u fazi cvatnje na lokaciji Valpovo nisu postojale u prosjeku godina (2009. 2010. ).

**Tablica 31.** Sklop u fazi razvoja nicanje u prosjeku obje godine na lokaciji Široko Polje i Valpovo

Tretmani obrade	Sklop (biljaka cm <sup>2</sup> )	
CT	185	a
HDH	208	a
LDH	215	a
LSD (0,05) = 31		

Signifikantne razlike u sklopu heljde pri različitim tretmanima obrade tla u fazi nicanja na obje lokacije u prosjeku godina (2009. i 2010.) nisu postojale.

**Tablica 32.** Sklop u fazi razvoja cvatnj u prosjeku obje godine na lokaciji Široko Polje i Valpovo

Tretmani obrade	Sklop (biljaka cm <sup>2</sup> )	
CT	175	a
HDH	202	a
LDH	206	a
LSD (0,05)= 45		

Signifikantne razlike u sklopu heljde pri različitim tretmanima obrade tla u fazi cvatnje na obje lokacije u prosjeku godina (2009. 2010. ) nisu postojale.

**Urod zrna (kg ha<sup>-1</sup>, na 14% vlage)**

**Tablica 33.** Urod zrna (kg ha<sup>-1</sup>) u 2009. na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Urod (kg ha <sup>-1</sup> )	
CT	2766	b
HDH	2121	a
LDH	1780	a
LSD (0,05) = 851		

Najmanji urod zrna heljde na lokaciji Široko Polje u 2009. godini bio je pri LDH tretmanu obrade tla i signifikantno se razlikuje od uroda postignutog pri CT i HDH tretmanu obrade tla. Urod zrna heljde postignut pri tretmanima CT i HDH obrade tla međusobno se signifikantno ne razlikuju.

**Tablica 34.** Urod zrna ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) u 2009. na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Urod ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
GO	1827	a
GK	2060	a,b
GU	2353	b
GM1	2230	a
GM2	2517	c

LSD (0,05) = 417

Pod djelovanjem različitih prihrana najniži urod zrna heljde postignuta je kod GO tretmana. Ovaj tretman nije se značajno razlikovao od sljedećih po veličini, GK i GM1 tretmana, ali je imao značajno nižu biomasu od GU i GM2 tretmana prihrane. Biomasa heljde pri GK tretmanu bila je značajno niža u odnosu na GM2 tretman prihrane. Tretmani prihrane GU, GM1 i GM2 nisu se međusobno značajno razlikovali. Lokacija Široko Polje u 2009. godini.

**Tablica 35.** Urod zrna ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) u 2009. na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Urod ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
CT	2143	a
HDH	1637	a
LDH	1314	a

LSD (0,05) = 851

Signifikantne razlike u urodu zrna heljde pri različitim tretmanima obrade tla na lokaciji Valpovo u 2009. godini nisu postojale.



**Tablica 36.** Urod zrna ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) u 2009. na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Urod ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
GO	1429	a
GK	1599	a
GU	1825	a
GM1	1699	a
GM2	1939	b

LSD (0,05) = 417

Najniži urod zrna heljde postignuta je kod GO tretmana. Ovaj tretman nije se značajno razlikovao od sljedećih po veličini, GK i GM1, GU tretmana, ali je imao značajno niži urod zrna od GM2 tretmana prihrane. GK, GU, GM1, GM2 tretmani prihrane nisu se međusobno značajno razlikovali.

**Tablica 37.** Urod zrna ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) u 2010. na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Urod ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
CT	1896	b
HDH	1927	b
LDH	1007	a

LSD (0,05) = 851

Najmanji urod zrna u uzgoju heljde na lokaciji Široko Polje u 2010. godini bio je pri LDH tretmanu obrade tla i značajno se razlikuje od uroda pri HDH i CT tretmanima obrade tla. Tretmani HDH i CT obrade tla se međusobno značajno ne razlikuju.

**Tablica 38.** Urod zrna ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) u 2009. na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Urod ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
GO	975	a
GK	1256	a,b
GU	1927	c
GM1	1443	b
GM2	2449	d

LSD (0,05) = 417

Pod djelovanjem različitih tretmana prihrana najniži urod zrna heljde postignut je kod GO tretmana. Ovaj tretman nije se signifikantno razlikovao od sljedećeg po veličini tretmana. Tretman GM1 imao je signifikantno viši urod zrna od GO tretmana, ali se nije signifikantno razlikovao od GK tretmana. Sljedeći tretman GU imao je signifikantno veći urod zrna u usporedbi s prethodnim tretmanima GO, GK i GM1. GU tretman imao je signifikantno niži urod zrna od GM2 tretmana.

**Tablica 39.** Urod zrna ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) u 2010. na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Urod ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
CT	1637	a
HDH	1648	a
LDH	869	a

LSD (0,05) = 851

Signifikantne razlike u urodu zrna heljde pri različitim tretmanima obrade tla na lokaciji Valpovo u 2010. godini nisu postojale.

**Tablica 40.** Urod zrna ( $\text{kg ha}^{-1}$ )u 2009. na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Urod ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
GO	838	a
GK	1077	a,b
GU	1652	c
GM1	1248	b
GM2	2106	d

LSD (0,05) = 417

Pod djelovanjem različitih tretmana prihrana najniži urod zrna heljde postignut je kod GO tretmana. Ovaj tretman nije se signifikantno razlikovao od sljedećeg po veličini tretmana. TretmanGM1 imao je signifikantno viši urod zrna od GO tretmana,ali se nije signifikantno razlikovao od GK tretmana. Sljedeći tretman GU imao je signifikantno veći urod zrna u usporedbi s prethodnim tretmanima GO,GK i GM1. GU tretman imao je signifikantno niži urod zrna od GM2 tretmana.

**Tablica 41.** Urod zrna ( $\text{kg ha}^{-1}$ )u prosjeku godina na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Urod ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
CT	2331	b
HDH	2024	a
LDH	1356	a

LSD (0,05) = 704

Najmanji urod zrna heljde na lokaciji Široko Polje u prosjeku za obje godine bio je pri LDH tretmanu obrade tla i signifikantno se razlikuje od uroda postignutog pri CT i HDH tretmanu obrade tla . Urod zrna heljde postignut pri tretmanima CT i HDH obrade tla međusobno se signifikantno ne razlikuju.

**Tablica 42.** Urod zrna ( $\text{kg ha}^{-1}$ )u prosjeku godina na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Urod ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
GO	1401	a
GK	1658	a
GU	2140	b
GM1	1836	a,b
GM2	2483	c

LSD (0,05) = 512

Pod djelovanjem različitih tretmana prihrana najniži urod zrna heljde postignut je kod GO tretmana prihrane. Ovaj tretman nije se signifikantno razlikovao od GK i GM1 tretman prihrane, ali se signifikantno razlikuje od GU i GM2 tretmana prihrane. GK tretman prihrane signifikantno se ne razlikuje od GM1 i GU tretmana, signifikantno se razlikuje od GM2 tretmana. GU i GM1 tretmani imaju signifikantno niži urod zrna od GM2 tretmana, ali se međusobno sigifikantno ne razlikuju. Lokacija Široko Polje prosjak za obje prosjek za obje godine.

**Tablica 43.** Urod zrna ( $\text{kg ha}^{-1}$ )u prosjeku godina na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Urod ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
CT	1890	b
HDH	1643	a
LDH	1091	a

LSD (0,05) = 704

Najmanji urod zrna heljde na lokaciji Široko Polje u prosjeku za obje godine bio je pri LDH tretmanu obrade tla i signifikantno se razlikuje od uroda postignutog pri CT i HDH tretmanu obrade tla . Urod zrna heljde postignut pri tretmanima CT i HDH obrade tla međusobno se signifikantno ne razlikuju.

**Tablica 44.** Urod zrna ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) u prosjeku godina na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Urod ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
GO	1134	a
GK	1138	a
GU	1739	b
GM1	1474	a,b
GM2	2022	c

LSD (0,05) = 512

Pod djelovanjem različitih tretmana prihrana najniži urod zrna heljde postignut je kod GO tretmana prihrane. Ovaj tretman nije se signifikantno razlikovao od GK i GM1 tretman prihrane, ali se signifikantno razlikuje od GU i GM2 tretmana prihrane. GK tretman prihrane signifikantno se ne razlikuje od GM1 i GU tretmana, signifikantno se razlikuje od GM2 tretmana. GU i GM1 tretmani imaju signifikantno niži urod zrna od GM2 tretmana, ali se međusobno signifikantno ne razlikuju. Lokacija Valpovo prosjek za obje godine.

**Tablica 45.** Urod zrna ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) u prosjeku godina na lokaciji Široko Polje i Valpovo pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Urod ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
CT	2110	b
HDH	1833	a
LDH	1224	a

LSD (0,05) = 692

Najmanji urod zrna heljde na obje lokacije u prosjeku za obje godine bio je pri LDH tretmanu obrade tla, te se signifikantno razlikuje od uroda zrna pri CT tretmanu obrade. Urod zrna heljde pri HDH tretmanu obrade signifikantno se ne razlikuje od uroda zrna pri LDH i CT tretmanu.

**Tablica 46.** Urod zrna ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) u prosjeku godina na lokaciji Široko Polje i Valpovo pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Urod ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
GO	1267	a
GK	1498	a
GU	1939	b
GM1	1655	a,b
GM2	2253	c

LSD (0,05) = 553

Pod djelovanjem različitih tretmana prihrana najniži urod zrna heljde postignut je kod GO tretmana prihrane. Ovaj tretman nije se signifikantno razlikovao od GK i GM1 tretman prihrane, ali se signifikantno razlikuje od GU i GM2 tretmana prihrane. GK tretman prihrane signifikantno se ne razlikuje od GM1 i GU tretmana, signifikantno se razlikuje od GM2 tretmana. GU i GM1 tretmani imaju signifikantno niži urod zrna od GM2 tretmana, ali se međusobno sigifikantno ne razlikuju. Lokacije Široko polje i Valpovo prosjek za obje godine.

### Hektolitarska masa

**Tablica 47.** Hektolitarska masa ( $\text{kg hl}^{-1}$ ) u 2009. na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Hektolitarska masa ( $\text{kg hl}^{-1}$ )	
CT	64,880	a
HDH	65,560	a
LDH	63,800	a

LSD (0,05) = 2,51

Signifikantne razlike u hektolitarskoj masi heljde pri različitim tretmanima obrade tla na lokaciji Široko Polje u 2009. godini nisu postojale.

**Tablica 48.** Hektolitarska masa ( $\text{kg hl}^{-1}$ ) u 2009. na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima obprihrane

Tretmani gnojidbe	Hektolitarska masa ( $\text{kg hl}^{-1}$ )	
GO	65,50	a
GK	64,37	a
GU	64,17	a
GM1	64,40	a
GM2	66,20	a
LSD (0,05) = 3,35		

Signifikantne razlike u hektolitarskoj masi heljde pri različitim tretmanima prihrane na lokaciji Široko Polje u 2009. godini nisu postojale.

**Tablica 49.** Hektolitarska masa ( $\text{kg hl}^{-1}$ ) u 2009. na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Hektolitarska masa ( $\text{kg hl}^{-1}$ )	
CT	63,640	a
HDH	64,680	a
LDH	64,220	a
LSD (0,05) = 2,51		

Signifikantne razlike u hektolitarskoj masi heljde pri različitim tretmanima obrade tla na lokaciji Valpovo u 2009. godini nisu postojale.

**Tablica 50.** Hektolitarska masa ( $\text{kg hl}^{-1}$ ) u 2009. na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Hektolitarska masa ( $\text{kg hl}^{-1}$ )	
GO	64,47	a
GK	63,90	a
GU	63,33	a
GM1	64,77	a
GM2	64,43	a
LSD (0,05) = 3,35		

Signifikantne razlike u hektolitarskoj masi heljde pri različitim tretmanima prihrane na lokaciji Valpovo u 2009. godini nisu postojale.

**Tablica 51.** Hektolitarska masa ( $\text{kg hl}^{-1}$ ) u 2010. na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Hektolitarska masa ( $\text{kg hl}^{-1}$ )	
CT	62,420	a
HDH	61,860	a
LDH	62,660	a
LSD (0,05) = 2,51		

Signifikantne razlike u hektolitarskoj masi heljde pri različitim tretmanima obrade tla na lokaciji Široko Polje u 2010. godini nisu postojale.



**Tablica 52.** Hektolitarska masa (kg hl<sup>-1</sup>) u 2010. na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Hektolitarska masa (kg hl <sup>-1</sup> )	
GO	62,07	a
GK	62,97	a,
GU	61,83	a
GM1	62,23	a
GM2	62,47	a
LSD (0,05) = 3,35		

Signifikantne razlike u hektolitarskoj masi heljde pri različitim tretmanima prihrane na lokaciji Široko Polje u 2010. godini nisu postojale.

**Tablica 53.** Hektolitarska masa (kg hl<sup>-1</sup>) u 2010. na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Hektolitarska masa (kg hl <sup>-1</sup> )	
CT	63,880	a
HDH	62,040	a
LDH	63,380	a
LSD (0,05) = 2,51		

Signifikantne razlike u hektolitarskoj masi heljde pri različitim tretmanima obrade tla na lokaciji Valpovo u 2010. godini nisu postojale

**Tablica 54.** Hektolitarska masa ( $\text{kg hl}^{-1}$ ) u 2010. na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Hektolitarska masa ( $\text{kg hl}^{-1}$ )	
GO	63,37	a
GK	64,17	a,
GU	63,07	a
GM1	61,97	a
GM2	62,93	a
LSD (0,05) = 3,35		

Signifikantne razlike u hektolitarskoj masi heljde pri različitim tretmanima prihrane na lokaciji Valpovo u 2010. godini nisu postojale.

**Tablica 55.** Hektolitarska masa ( $\text{kg hl}^{-1}$ ) u prosjeku godina. na lokaciji Široko Poljepri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Hektolitarska masa ( $\text{kg hl}^{-1}$ )	
CT	63,650	a
HDH	63,710	a
LDH	63,500	a
LSD (0,05) = 3,07		

Signifikantne razlike u hektolitarskoj masi heljde pri različitim tretmanima obrade tla na lokaciji Široko Polje u prosjeku za obje godine nisu postojale.

**Tablica 56.** Hektolitarska masa (kg hl<sup>-1</sup>) u 2010. na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Hektolitarska masa (kg hl <sup>-1</sup> )	
GO	63,78	a
GK	63,67	a
GU	63,00	a
GM1	63,32	a
GM2	64,33	a
LSD (0,05) = 4,22		

Signifikantne razlike u hektolitarskoj masi heljde pri različitim tretmanima prihrane na lokaciji Široko Polje u prosjeku za obje godine nisu postojale.

**Tablica 57.** Hektolitarska masa (kg hl<sup>-1</sup>) u prosjeku godina na lokaciji Valpovopri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Hektolitarska masa (kg hl <sup>-1</sup> )	
CT	63,760	a
HDH	63,360	a
LDH	63,800	a
LSD (0,05) = 3,07		

Signifikantne razlike u hektolitarskoj masi heljde pri različitim tretmanima obrade tla na lokaciji Valpovo u prosjeku za obje godine nisu postojale.

**Tablica 58.** Hektolitarska masa ( $\text{kg hl}^{-1}$ ) u prosjeku godina na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Hektolitarska masa ( $\text{kg hl}^{-1}$ )	
GO	63,92	a
GK	64,03	a,
GU	63,20	a
GM1	63,37	a
GM2	63,68	a
LSD (0,05) = 4,22		

Signifikantne razlike u hektolitarskoj masi heljde pri različitim tretmanima prihrane na lokaciji Valpovo u prosjeku za obje godine nisu postojale.

**Tablica 59.** Hektolitarska masa ( $\text{kg hl}^{-1}$ ) u prosjeku godina na lokaciji Široko Polje i Valpovopri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Hektolitarska masa ( $\text{kg hl}^{-1}$ )	
CT	63,705	a
HDH	63,535	a
LDH	63,650	a
LSD (0,05) = 3,78		

Signifikantne razlike u hektolitarskoj masi heljde pri različitim tretmanima obrade tla u prosjeku za obje lokacije i obje godine nisu postojale.

**Tablica 60.** Hektolitarska masa ( $\text{kg hl}^{-1}$ ) u prosjeku godina na lokaciji Široko Polje i Valpovo pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Hektolitarska masa ( $\text{kg hl}^{-1}$ )	
GO	63,85	a
GK	63,85	a
GU	63,10	a
GM1	63,34	a
GM2	64,01	a
LSD (0,05) = 4,43		

Signifikantne razlike u hektolitarskoj masi heljde pri različitim tretmanima prihrane u prosjeku za obje lokacije i obje godine nisu postojale.

#### Apsolutna masa

**Tablica 61.** Apsolutna masa ( $\text{g } 1000 \text{ zrna}^{-1}$ ) u 2009. na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Apsolutna masa ( $\text{g } 1000 \text{ zrna}^{-1}$ )	
CT	23,060	b
HDH	21,660	a
LDH	20,825	a
LSD (0,05) = 1,85		

Najmanja apsolutna masa zrna heljde na lokaciji Široko Polje u 2009. godini bila je pri LDH tretmanu obrade tla i značajno se razlikuje od apsolutne mase postignute pri CT i HDH tretmanu obrade tla. Apsolutna masa heljde postignuta pri tretmanima CT i HDH obrade tla međusobno se značajno ne razlikuje.

**Tablica 62.** Apsolutna masa (g 1000 zrna<sup>-1</sup>) u 2009. na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Apsolutna masa (g 1000 zrna <sup>-1</sup> )	
GO	22,63	a
GK	22,20	a
GU	21,20	a
GM1	21,67	a
GM2	22,53	a

LSD (0,05) = 2,11

Signifikantne razlike u apsolutnoj masi heljde pri različitim tretmanima prihrane na lokaciji Široko Polje u 2009. godini nisu postojale.

**Tablica 63.** Apsolutna masa (g 1000 zrna<sup>-1</sup>) u 2009. na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Apsolutna masa (g 1000 zrna <sup>-1</sup> )	
CT	23,520	a
HDH	22,540	a
LDH	23,660	a

LSD (0,05) = 1,85

Signifikantne razlike u apsolutnoj masi heljde pri različitim tretmanima obrade tla na lokaciji Valpovo u 2009. godini nisu postojale.

**Tablica 64.** Apsolutna masa (g 1000 zrna<sup>-1</sup>) u 2009. na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Apsolutna masa (g 1000 zrna <sup>-1</sup> )	
GO	23,13	a
GK	23,10	a
GU	22,73	a
GM1	23,27	a
GM2	23,97	a
LSD (0,05) = 2,11		

Signifikantne razlike u apsolutnoj masi heljde pri različitim tretmanima prihrane na lokaciji Valpovo u 2009. godini nisu postojale.

**Tablica 65.** Apsolutna masa (g 1000 zrna<sup>-1</sup>) u 2010. na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Apsolutna masa (g 1000 zrna <sup>-1</sup> )	
CT	23,520	a
HDH	22,540	a
LDH	23,660	a
LSD (0,05) = 1,85		

Signifikantne razlike u apsolutnoj masi heljde pri različitim tretmanima obrade tla na lokaciji Široko Polje u 2010. godini nisu postojale.

**Tablica 66.** Apsolutna masa (g 1000 zrna<sup>-1</sup>) u 2010. na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Apsolutna masa (g 1000 zrna <sup>-1</sup> )	
GO	21,70	a
GK	23,33	a
GU	22,67	a
GM1	21,47	a
GM2	23,83	b
LSD (0,05) = 2,11		

Pod djelovanjem različitih tretmana prihrane najniža apsolutna masa heljde postignuta je pri GM1 tretmanu koji se signifikantno razlikuje od GM2 tretmana, u odnosu na druge tretmane prohrane signifikantno se ne razlikuje. Ostali tretmani prihrane međusobno se signifikantno ne razlikuju.

**Tablica 67.** Apsolutna masa (g 1000 zrna<sup>-1</sup>) u 2010. na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Apsolutna masa (g 1000 zrna <sup>-1</sup> )	
CT	22,540	a
HDH	22,840	a
LDH	22,100	a
LSD (0,05) = 1,85		

Signifikantne razlike u apsolutnoj masi heljde pri različitim tretmanima obrade tla na lokaciji Valpovo u 2010. godini nisu postojale.



**Tablica 68.** Apsolutna masa (g 1000 zrna<sup>-1</sup>) u 2010. na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Apsolutna masa (g 1000 zrna <sup>-1</sup> )	
GO	21,70	a
GK	22,13	a
GU	22,83	a
GM1	22,30	a
GM2	23,50	b

LSD (0,05) = 2,11

Signifikantne razlike u apsolutnoj masi heljde pri različitim tretmanima prihrane na lokaciji Valpovo u 2010. godini nisu postojale.

**Tablica 69.** Apsolutna masa (g 1000 zrna<sup>-1</sup>) u prosjeku obje godine na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Apsolutna masa (g 1000 zrna <sup>-1</sup> )	
CT	22,750	a
HDH	22,630	a
LDH	21,590	a

LSD (0,05) = 1,91

Signifikantne razlike u apsolutnoj masi heljde pri različitim tretmanima obrade tla na lokaciji Široko Polje u prosjeku za obje godine nisu postojale.

**Tablica 70.** Apsolutna masa (g 1000 zrna<sup>-1</sup>) u prosjeku obje godine na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Apsolutna masa (g 1000 zrna <sup>-1</sup> )	
GO	22,17	a
GK	22,77	a
GU	21,93	a
GM1	21,57	a
GM2	23,18	b
LSD (0,05) = 2,19		

Signifikantne razlike u apsolutnoj masi heljde pri različitim tretmanima prihrane na lokaciji Široko Polje u prosjeku za obje godine nisu postojale.

**Tablica 71.** Apsolutna masa (g 1000 zrna<sup>-1</sup>) u prosjeku obje godine na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Apsolutna masa (g 1000 zrna <sup>-1</sup> )	
CT	23,030	a
HDH	22,690	a
LDH	22,880	a
LSD (0,05) = 1,91		

Signifikantne razlike u apsolutnoj masi heljde pri različitim tretmanima obrade tla na lokaciji Valpovo u prosjeku za obje godine nisu postojale.

**Tablica 72.** Apsolutna masa (g 1000 zrna<sup>-1</sup>) u prosjeku obje godine na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Apsolutna masa (g 1000 zrna <sup>-1</sup> )	
GO	22,42	a
GK	22,62	a
GU	22,78	a
GM1	22,78	a
GM2	23,73	b

LSD (0,05) = 2,19

Signifikantne razlike u apsolutnoj masi heljde pri različitim tretmanima prihrane na lokaciji Valpovo u prosjeku za obje godine nisu postojale.

**Tablica 73.** Apsolutna masa (g 1000 zrna<sup>-1</sup>) u prosjeku obje godine na lokaciji Široko Polje i Valpovo pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Apsolutna masa (g 1000 zrna <sup>-1</sup> )	
CT	22,890	a
HDH	22,660	a
LDH	22,235	a

LSD (0,05) = 1,75

Signifikantne razlike u apsolutnoj masi heljde pri različitim tretmanima obrade tla u prosjeku za obje lokacije i obje godine nisu postojale.

**Tablica 74.** Apsolutna masa (g 1000 zrna<sup>-1</sup>) u prosjeku obje godine na lokaciji Široko Polje i Valpovo pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Apsolutna masa (g 1000 zrna <sup>-1</sup> )	
GO	22,29	a
GK	22,69	a
GU	22,36	a
GM1	22,18	a
GM2	23,46	b
LSD (0,05) = 2,23		

Signifikantne razlike u apsolutnoj masi heljde pri različitim tretmanima prihran u prosjeku za obje lokacije i obje godine nisu postojale.

#### Ukupna biomasa

**Tablica 75.** Ukupna biomasa (kg ha<sup>-1</sup>) u 2009. na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Ukupna masa (kg ha <sup>-1</sup> )	
CT	5610	b
HDH	4307	a
LDH	3619	a
LSD (0,05) = 845		

Najmanja biomasa heljde na lokaciji Široko polje u 2009. godini bila je pri LDH tretmanu obrade tla i signifikantno se razlikuje od biomase postignute pri CT i HDH tretmanu obradetla. Biomasa heljde postignuta pri tretmanima CT i HDH obrade tla međusobno se signifikantno ne razlikuju.

**Tablica 76.** Ukupna biomasa ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) u 2009. na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Ukupna masa ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
GO	3711	a
GK	4169	a,b
GU	4812	c
GM1	4533	b
GM2	5077	d

LSD (0,05) = 652

Pod djelovanjem različitih tretmana prihrane najniža biomasa heljde postignuta je kod GO tretmana. Ovaj tretman nije se značajno razlikovao od sljedećeg po veličini, GK tretmana. Tretman GM1 imao je značajno veću biomasu od GO tretmana, ali se nije značajno razlikovao od GK tretmana. Sljedeći tretman GU imao je značajno veću biomasu u usporedbi s prethodnim tretmanima GO, GK i GM1. GU tretman imao je značajno nižu biomasu od GM2 tretmana.

**Tablica 77.** Ukupna biomasa ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) u 2009. na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Ukupna masa ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
CT	4359	b
HDH	3335	a,b
LDH	2681	a

LSD (0,05) = 845

Najmanja biomasa heljde na lokaciji Valpovo u 2009. godini bila je pri LDH tretmanu obrade tla i značajno se razlikuje od biomase postignute pri CT i HDH tretmanu obrade tla, ali nije značajno manja od biomase postignute pri HDH tretmanu obrade tla. Biomasa

postignuta pri HDH tretmanu obrade tla signifikantno je niža od postignute biomase pri CT tretmanu obrade tla.

**Tablica 78.** Ukupna biomasa ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) u 2009. na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Ukupna masa ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
GO	2916	a
GK	3253	a,b
GU	3717	b
GM1	3469	a
GM2	3937	c

LSD (0,05) = 652

Pod djelovanjem različitih prihrana najniža biomasa heljde postignuta je kod GO tretmana. Ovaj tretman nije se signifikantno razlikovao od sljedećih po veličini, GK i GM1 tretmana, ali je imao signifikantno nižu biomasu od GU i GM2 tretmana prihrane. Biomasa heljde pri GK tretmanu bila je signifikantno niža u odnosu na GM2 tretman prihrane. Tretmani prihrane GU, GM1 i GM2 nisu se međusobno signifikantno razlikovali.

**Tablica 79.** Ukupna biomasa ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) u 2010. na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Ukupna masa ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
CT	3843	b
HDH	3903	b
LDH	2043	a

LSD (0,05) = 845

Najmanja biomasa heljde na lokaciji Široko polje u 2010. godini bila je pri LDH tretmanu obrade tla i signifikantno se razlikuje od biomase postignute pri CT i HDH tretmanu obrade tla. Biomasa heljde postignuta pri tretmanima CT i HDH obrade tla međusobno se signifikantno ne razlikuju.



**Tablica 80.** Ukupna biomasa ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) u 2010. na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Ukupna masa ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
GO	1986	a
GK	2551	a,b
GU	3894	c
GM1	2912	b
GM2	4972	d

LSD (0,05) = 652

Pod djelovanjem različitih prihrana najniža biomasa heljde postignuta je kod GO tretmana. Ovaj tretman nije se značajno razlikovao od sljedećeg po veličini, GK tretmana. Tretman GM1 imao je značajno veću biomasu od GO tretmana, ali se nije značajno razlikovao od GK tretmana. Sljedeći tretman GU imao je značajno veću biomasu u usporedbi s prethodnim tretmanima GO, GK i GM1. GU tretman imao je značajno nižu biomasu od GM2 tretmana.

**Tablica 81.** Ukupna biomasa ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) u 2010. na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Ukupna masa ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
CT	3323	b
HDH	3331	b
LDH	1754	a

LSD (0,05) = 845

Najmanja biomasa heljde na lokaciji Valpovo u 2010. godini bila je pri LDH tretmanu obrade tla i značajno se razlikuje od biomase postignute pri CT i HDH tretmanu obrade tla. Biomasa heljde postignuta pri tretmanima CT i HDH obrade tla međusobno se značajno ne razlikuju.



**Tablica 82.** Ukupna biomasa ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) u 2010. na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Ukupna masa ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
GO	1706	a
GK	2165	a,b
GU	3351	c
GM1	2531	b
GM2	4259	d

LSD (0,05) = 652

Pod djelovanjem različitih prihrana najniža biomasa heljde postignuta je kod GO tretmana. Ovaj tretman nije se značajno razlikovao od sljedećeg po veličini, GK tretmana. Tretman GM1 imao je značajno veću biomasu od GO tretmana, ali se nije značajno razlikovao od GK tretmana. Sljedeći tretman GU imao je značajno veću biomasu u usporedbi s prethodnim tretmanima GO, GK i GM1. GU tretman imao je značajno nižu biomasu od GM2 tretmana. Lokacija Valpovo u 2010. godini.

**Tablica 83.** Ukupna biomasa ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) u prosjeku obje godine na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Ukupna masa ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
CT	4726	b
HDH	4105	b
LDH	2754	a

LSD (0,05) = 912

Najmanja biomasa heljde na lokaciji Široko Polje u prosjeku za obje godine bila je pri LDH tretmanu obrade tla i značajno se razlikuje od biomase postignute pri CT i HDH tretmanu obrade tla. Biomasa heljdede postignuta pri tretmanu CT i HDH obrade tla međusobno se međusobno se značajno ne razlikuju.

**Tablica 84.** Ukupna biomasa ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) u prosjeku obje godine na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Ukupna masa ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
GO	2848	a
GK	3360	a,b
GU	4353	c
GM1	3723	b
GM2	5025	d
LSD (0,05) = 789		

Pod djelovanjem različitih prihrana najniža biomasa heljde postignuta je kod GO tretmana. Ovaj tretman nije se značajno razlikovao od sljedećeg po veličini, GK tretmana. Tretman GM1 imao je značajno veću biomasu od GO tretmana, ali se nije značajno razlikovao od GK tretmana. Sljedeći tretman GU imao je značajno veću biomasu u usporedbi s prethodnim tretmanima GO, GK i GM1. Tretman GU imao je značajno nižu biomasu od GM2 tretmana.

**Tablica 85.** Ukupna biomasa ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) u prosjeku obje godine na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima obrade.

Tretmani obrade	Ukupna masa ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
CT	3841	b
HDH	3333	b
LDH	2217	a
LSD (0,05) = 912		

Najmanja biomasa heljde na lokaciji Valpovo u prosjeku za obje godine bila je pri LDH tretmanu obrade tla i značajno se razlikuje od biomase postignute pri CT i HDH tretmanu obrade tla. Biomasa postignuta pri tretmanima CT i HDH obrade tla međusobno se značajno ne razlikuju.

**Tablica 86.** Ukupna biomasa ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) u prosjeku obje godine na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Ukupna masa ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
GO	2311	a
GK	2709	a
GU	3534	b
GM1	3000	a,b
GM2	4098	c

LSD (0,05) = 789

Pod djelovanjem različitih prihrana najniža biomasa heljde postignuta je kod GO tretmana prihrane. Ovaj tretman nije se signifikantno razlikovao od GK i GM1 tretmana prihrane, ali se signifikantno razlikuje od GU i GM2 tretmana prihrane. GK tretman prihrane signifikantno se ne razlikuje od GM1 i GU tretmana, ali se signifikantno razlikuje od GM2 tretmana. GU i GM1 tretmani imaju signifikantno nižu bio masu od GM2 tretmana, ali se međusobno signifikantno ne razlikuju. Lokacija Valpovo prosjek za obje godine.

**Tablica 87.** Ukupna biomasa ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) u prosjeku obje godine na lokaciji Široko Polje i Valpovo pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Ukupna masa ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
CT	4284	b
HDH	3719	b
LDH	2486	a

LSD (0,05) = 1202

Najmanja biomasa heljde u prosjeku za obje lokacije i godine bila je pri LDH tretmanu obrade tla i signifikantno se razlikuje od biomase postignute pri CT i HDH tretmanu obrade tla. Biomasa heljde postignuta pri tretmanima CT i HDH obrade tla međusobno se signifikantno ne razlikuju.

**Tablica 88.** Ukupna biomasa ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) u prosjeku obje godine na lokaciji Široko Polje i Valpovo pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Ukupna masa ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
GO	2580	a
GK	3035	a
GU	3943	b
GM1	3361	a,b
GM2	4561	c
LSD (0,05) = 821		

Pod djelovanjem različitih prihrana najniža biomasa heljde postignuta je kod GO tretmana prihrane. Ovaj tretman nije se značajno razlikovao od GK i GM1 tretman prihrane, ali se značajno razlikuje od GU i GM2 tretmana prihrane. GK tretman prihrane značajno se ne razlikuje od GM1 i GU tretmana, ali se značajno razlikuje od GM2 tretmana. GU i GM1 tretmani imaju značajno nižu bio masu od GM2 tretmana, ali se međusobno značajno ne razlikuju.

#### Sadržaj dušika u zrnu

**Tablica 89.** Sadržaj dušika (%) u zrnu u 2009. na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Sadržaj N u zrnu (%)	
CT	1,44	a
HDH	1,55	b
LDH	1,55	b
LSD (0,05) = 0,11		

Najmanji sadržaj dušika u zrnu heljde bio je pri CT tretmanu obrade tla i značajno se razlikovao od sadržaja dušika pri HDH i LDH tretmanima obrade tla. Tretmani HDH i LDH obrade tla u sadržaju dušika nisu se međusobno značajno razlikovali.

**Tablica 90.** Sadržaj dušika (%)u zrnu u 2009. na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Sadržaj N u zrnu (%)	
GO	1,34	a
GK	1,42	a,b
GU	1,48	a,c
GM1	1,56	b
GM2	1,69	c

LSD (0,05) = 0,19

Najmanji sadržaj dušika u zrnu heljde bio je pri GO tretmanu prihrane i signifikantno se nije razlikovao od sljedećih po veličini GK i GU tretmana, ali se signifikantno razlikovao od GM1, GM2 tretmana prihrane. GK i GU tretmani prihrane međusobno se po sadržaju dušika u zrnu heljde nisu signifikantno razlikovali, ali su imali signifikantno niži sadržaj dušika u odnosu na GM1 i GM2 tretmane prihrane, koji se nisu međusobno signifikantno razlikovali u sadržaju dušika u zrnu heljde u 2009. godini na lokaciji Široko Polje.

**Tablica 91.** Sadržaj dušika (%)u zrnu u 2009. na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Sadržaj N u zrnu (%)	
CT	0,88	a
HDH	1,09	b
LDH	0,94	a,b

LSD (0,05) = 0,11

Najmanji sadržaj dušika bio je pri CT tretmanu obrade tla i signifikantno se razlikovao od HDH tretmana, ali ne od LDH tretmana obrade tla. HDH tretman se signifikantno razlikovao od CT i LDH tretmana obrade tla. Lokacija Valpovo u 2009. godini.

**Tablica 92.** Sadržaj dušika (%)u zrnu u 2009. na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Sadržaj N u zrnu (%)	
GO	0,79	a
GK	0,90	a,b
GU	0,93	a,c
GM1	1,04	b
GM2	1,19	c

LSD (0,05) = 0,19

Najmanji sadržaj dušika u zrnu heljde bio je pri GO tretmanu prihrane i signifikantno se nije razlikovao od sljededećih po veličinin GK i GU tretmana,ali se signifikantno razlikovao od GM1,GM2 tretmana prihrane. GK i GU tretmani prihrane međusobno se po sadržaju dušika u zrnu heljde nisu signifikantno razlikovali, ali su imali signifikantno niži sadržaj dušika u odnosu na GM1 i GM2 tretmane prihrane,koji se nisu međusobno signifikantno razlikovali u sadržaju dušika u zrnu heljde u 2009. godini na lokaciji Valpovo.

**Tablica 93.** Sadržaj dušika (%)u zrnu u 2010. na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Sadržaj N u zrnu (%)	
CT	1,76	a
HDH	1,87	b
LDH	0,79	a

LSD (0,05) = 0,11

Najmanji sadržaj dušika u zrnu heljde bio je pri CT tretmanu obrade tla i signifikantno se razlikovao samo od HDH tretmana obrade tla. HDH i LDH tretmani obrade tla nisu se međusobno signifikantno razlikovali.

**Tablica 94.** Sadržaj dušika (%)u zrnu u 2010. na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Sadržaj N u zrnu (%)	
GO	1,61	a
GK	1,74	a,b
GU	1,87	b
GM1	1,87	b
GM2	1,93	c

LSD (0,05) = 0,19

Najmanji sadržaj dušika u zrnu heljde bio je pri GO tretmanu prihrane i signifikantno se nije razlikovao od sljedećeg po veličini GK tretmana, ali se signifikantno razlikovao od GU,GM1,GM2 tretmana prihrane. Gk tretman prihrane signifikantno se razlikovao od GM2 tretmana prihrane. GU,GM1,GM2 tretmani nisu se međusobno signifikantno razlikovali.

**Tablica 95.** Sadržaj dušika (%)u zrnu u 2010. na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Sadržaj N u zrnu (%)	
CT	1,07	a
HDH	1,21	b
LDH	1,12	a

LSD (0,05) = 0,11

Najmanji sadržaj dušika u zrnu heljde bio je pri CT tretmanu obrade tla i signifikantno se razlikovao samo od HDH tretmana obrade tla. HDH i LDH tretmani obrade tla nisu se međusobno signifikantno razlikovali.

**Tablica 96.** Sadržaj dušika (%)u zrnu u 2010. na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Sadržaj N u zrnu (%)	
GO	1,00	a
GK	1,02	a,b
GU	1,15	a
GM1	1,20	b
GM2	1,28	c

LSD (0,05) = 0,19

Najmanji sadržaj dušika u zrnu heljde bio je pri GO tretmanu prihrane i signifikantno senije razlikovao od sljedećeg po veličini GK tretmana, ali se signifikantno razlikovao od GU,GM1,GM2 tretmana prihrane. Gk tretman prihrane signifikantno se razlikovao samo od GM2 tretmana prihrane. GU,GM1,GM2 tretmani nisu se međusobno signifikantno razlikovali.

**Tablica 97.** Sadržaj dušika (%)u zrnu prosjek za obje godine na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Sadržaj N u zrnu (%)	
CT	1,60	a
HDH	1,71	a
LDH	1,64	a

LSD (0,05) = 0,15

Signifikantne razlike sadržaja dušika u zrnu heljde pri različitim tretmanima obrade tla nisu postojale u prosjeku za obje godine na lokaciji Široko Polje.



**Tablica 98.** Sadržaj dušika (%)u zrnu prosjek za obje godine na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Sadržaj N u zrnu (%)	
GO	1,48	a
GK	1,58	a,b
GU	1,67	a
GM1	1,72	b
GM2	1,81	c

LSD (0,05) = 0,22

Najmanji sadržaj dušika u zrnu heljde bio je pri GO tretmanu prihrane i signifikantno se nije razlikovao od sljedećeg po veličini GK tretmana, ali se signifikantno razlikovao od GU,GM1,GM2 tretmana prihrane. Gk tretman prihrane signifikantno se razlikovao samo od GM2 tretmana prihrane. GU,GM1,GM2 tretmani nisu se međusobno signifikantno razlikovali u prosjeku za obje godine na lokaciji Široko Polje.

**Tablica 99.** Sadržaj dušika (%)u zrnu prosjek za obje godine na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Sadržaj N u zrnu (%)	
CT	0,97	a
HDH	1,15	b
LDH	1,03	a

LSD (0,05) = 0,15

Najmanji sadržaj dušika u zrnu heljde bio je pri CT tretmanu obrade tla i signifikantno se razlikovao samo od HDH tretmana obrade tla. HDH i LDH tretmani obrade tla nisu se međusobno signifikantno razlikovali u prosjeku za obje godine na lokaciji Valpovo.

**Tablica 100.** Sadržaj dušika (%)u zrnu prosjek za obje godine na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Sadržaj N u zrnu (%)	
GO	0,90	a
GK	0,96	a,b
GU	1,04	a
GM1	1,12	b
GM2	1,24	c

LSD (0,05) = 0,22

Najmanji sadržaj dušika u zrnu heljde bio je pri GO tretmanu prihrane i signifikantno se nije razlikovao od sljedećeg po veličini GK tretmana, ali se signifikantno razlikovao od GU,GM1,GM2 tretmana prihrane. Gk tretman prihrane signifikantno se razlikovao samo od GM2 tretmana prihrane. GU,GM1,GM2 tretmani nisu se međusobno signifikantno razlikovali u prosjeku za obje godine na lokaciji Valpovo.

**Tablica 101.** Sadržaj dušika (%)u zrnu prosjek za obje godine na lokaciji Široko Polje i Valpovo pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Sadržaj N u zrnu (%)	
CT	1,29	a
HDH	1,43	b
LDH	1,34	a

LSD (0,05) = 0,14

Najmanji sadržaj dušika u zrnu heljde bio je pri CT tretmanu obrade tla i signifikantno se razlikovao samo od HDH tretmana obrade tla. HDH i LDH tretmani obrade tla nisu se međusobno signifikantno razlikovali.

**Tablica 102.** Sadržaj dušika (%)u zrnu prosjek za obje godine na lokaciji Široko Polje i

Valpovo pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Sadržaj N u zrnu (%)	
GO	1,19	a
GK	1,27	a,b
GU	1,36	a
GM1	1,42	b
GM2	1,52	c

LSD (0,05) = 0,21

Najmanji sadržaj dušika u zrnu heljde bio je pri GO tretmanu prihrane i signifikantno se nije razlikovao od sljedećeg po veličini GK tretmana, ali se signifikantno razlikovao od GU,GM1,GM2 tretmana prihrane. Gk tretman prihrane signifikantno se razlikovao samo od GM2 tretmana prihrane. GU,GM1,GM2 tretmani nisu se međusobno signifikantno razlikovali.

**Tablica 103.** Relativni sadržaj klorofila u 2009. na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Indeks	
CT	35,1	a
HDH	36,0	c
LDH	35,9	b

LSD (0,05) = 0,7

Relativni sadržaj klorofila u heljdi bio je najmanji pri CT tretmanu obrade tla i signifikantno se razlikovao od relativnog sadržaja klorofila pri LDH i HDH tretmanima obrade tla. Tretmani LDH i HDH međusobno se u relativnom sadržaju klorofila nisu signifikantno razlikovali na lokaciji Široko Polje u 2009. godini.

**Tablica 104.** Relativni sadržaj klorofila u 2009. na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Indeks	
GO	34,8	a
GK	34,9	a,b
GU	35,3	a,c
GM1	35,9	b
GM2	36,9	c

LSD (0,05) = 0,9

Najmanji relativni sadržaj klorofila u heljdi bio je kod GO tretmana prihrane i signifikantno se nije razlikovao od sljedećih po veličinin GK i GU tretmana, ali se signifikantno razlikovao od GM1 i GM2 tretmana prihrane. GK tretman prihrane isto se po saržaju klorofila signifikantno razlikovao od GM1 i GM2 tretmana. GU i GM1 tretmani imali su signifikantno niži sadržaj klorofila samo u odnosu na GM2 tretman prihrane, međusobno se nisu signifikantno nisu razlikovali.

**Tablica 105.** Relativni sadržaj klorofila u 2009. na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Indeks	
CT	35,4	a
HDH	32,6	b
LDH	31,9	a,b

LSD (0,05) = 0,7

Najmanji relativni sadržaj klorofila bio je pri CT tretmanu obrade tla i signifikantno se razlikovao od HDH tretmana, ali ne od LDH tretmana obrade tla. HDH tretman se signifikantno razlikovao od CT i LDH tretmana obrade tla.

**Tablica 106.** Relativni sadržaj klorofila u 2009. na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Indeks	
GO	30,6	a
GK	31,5	b
GU	31,8	c
GM1	32,5	d
GM2	33,4	e

LSD (0,05) = 0,9

Najmanji relevantni sadržaj klorofila u heljdi bio je kod GO tretmana prihrane i signifikantno se razlikuje od svih ostalih tretmana (GK, GU, GM1 i GM2). Sljedeći po veličini bio je GK tretman prihrane imao je signifikantno niži sadržaj klorofila od GM1 i GM2 tretmana, ali nije se signifikantno razlikovao od GU tretmana, koji je imao signifikantno niži sadržaj klorofila samo od GM2 tretmana prihrane, kao i GM1 tretman.

**Tablica 107.** Relativni sadržaj klorofila u 2010. na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Indeks	
CT	37,3	a
HDH	38,3	b
LDH	37,6	a,b

LSD (0,05) = 0,7

Najmanji relativni sadržaj klorofila bio je pri CT tretmanu obrade tla i signifikantno se razlikuje od HDH tretmana, ali ne od LDH tretmana obrade tla. HDH tretman se signifikantno razlikuje od CT i LDH tretmana obrade tla.

**Tablica 108.** Relativni sadržaj klorofila u 2010. na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Indeks	
GO	36,3	a
GK	37,2	b
GU	38,3	c
GM1	38,5	d
GM2	38,5	d

LSD (0,05) = 0,9

Najmanji relevantni sadržaj klorofila u heljdi bio je kod GO tretmana prihrane i signifikantno se razlikuje od svih ostalih tretmana (GK, GU, GM1 i GM2). Sljedeći po veličini bio je GK tretman koji se također signifikantno razlikuje od svih ostalih tretmana. GU, GM1, GM2 tretmani prihrane međusobno se signifikantno ne razlikuju.

**Tablica 109.** Relativni sadržaj klorofila u 2010. na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Indeks	
CT	32,8	a
HDH	33,7	b
LDH	32,9	a

LSD (0,05) = 0,7

Najmanji relativni sadržaj klorofila bio je pri CT tretmanu obrade tla i signifikantno se razlikuje od HDH tretmana, ali ne od LDH tretmana obrade tla. HDH tretman se signifikantno razlikuje od LDH tretmana obrade tla.

**Tablica 110.** Relativni sadržaj klorofila u 2010. na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima prihrane.

Tretmani gnojidbe	Indeks	
GO	32,2	a
GK	32,5	a,c,d
GU	33,1	b
GM1	33,5	c
GM2	34,3	d

LSD (0,05) = 0,9

Najmanji relevantni sadržaj klorofila u heljdi bio je pri GO tretmanu prihrane i signifikantno se ne razlikuje od sljedećeg po redu GK tretmana prihrane, ali se signifikantno razlikuje od GU, GM1 i GM2 tretmana. GK tretman se signifikantno razlikuje od GM1 i GM2 tretmana, a od GU i GO tretmana ne. GU, GM1, GM2 tretmani se međusobno signifikantno ne razlikuju. Lokacija Valpovo u 2010. godini.

**Tablica 111.** Relativni sadržaj klorofila prosjek za obje godine na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima obrade.

Tretmani obrade	Indeks	
CT	36,2	a
HDH	37,2	b
LDH	36,7	a,b

LSD (0,05) = 0,8

Najmanji relativni sadržaj klorofila bio je pri CT tretmanu obrade tla i signifikantno se razlikuje od HDH tretmana, ali ne od LDH tretmana obrade tla. HDH tretman se signifikantno ne razlikuje od LDH tretmana obrade tla.

**Tablica 112.** Relativni sadržaj klorofila prosjek za obje godine na lokaciji Široko Polje pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Indeks	
GO	35,6	a
GK	36,1	a,c,d
GU	36,8	b
GM1	37,2	c
GM2	37,7	d

LSD (0,05) = 1,1

Najmanji relevantni sadržaj klorofila u heljdi bio je pri GO tretmanu prihrane i signifikantno se ne razlikuje od sljedećeg po redu GK tretmana prihrane, ali se signifikantno razlikuje od GU, GM1 i GM2 tretmana. GK tretman se signifikantno razlikuje od GM1 i GM2 tretmana, a od GU i GO tretmana ne. GU, GM1, GM2 tretmani se međusobno signifikantno ne razlikuju.

**Tablica 113.** Relativni sadržaj klorofila prosjek za obje godine na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Indeks	
CT	32,1	a
HDH	33,2	b
LDH	32,4	a

LSD (0,05) = 0,8

Najmanji relativni sadržaj klorofila bio je pri CT tretmanu obrade tla i signifikantno se razlikuje od HDH tretmana, ali ne od LDH tretmana obrade tla. HDH tretman se signifikantno razlikuje od LDH tretmana obrade tla.



**Tablica 114.** Relativni sadržaj klorofila prosjek za obje godine na lokaciji Valpovo pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Indeks	
GO	31,4	a
GK	32,0	a,d
GU	32,5	b
GM1	33,0	c
GM2	33,8	d

LSD (0,05) = 1,1

Najmanji relevantni sadržaj klorofila u heljdi bio je pri GO tretmanu prihrane i signifikantno se ne razlikuje od sljedećeg po redu GK tretmana prihrane, ali se signifikantno razlikuje od GU, GM1 i GM2 tretmana. GK tretman se signifikantno razlikuje od GM2 tretmana, ali ne od GM1 GU i GO tretmana. GU, GM1, GM2 tretmani se međusobno signifikantno ne razlikuju. Lokacija Valpovo u prosjeku za obje godine.

**Tablica 115.** Relativni sadržaj klorofila prosjek za obje godine na lokaciji Široko Polje i Valpovo pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Indeks	
CT	34,1	a
HDH	35,2	b
LDH	34,5	b

LSD (0,05) = 0,9

Najmanji relativni sadržaj klorofila bio je pri CT tretmanu obrade tla i signifikantno se razlikuje od HDH tretmana, ali ne od LDH tretmana obrade tla. HDH tretman se signifikantno ne razlikuje se od LDH tretmana obrade tla.

**Tablica 116.** Relativni sadržaj klorofila prosjek za obje godine na lokaciji Široko Polje i Valpovo pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Indeks	
GO	33,5	a
GK	34,0	a,d
GU	34,7	b
GM1	35,1	c
GM2	35,8	d

LSD (0,05) = 1,2

Najmanji relevantni sadržaj klorofila u heljdi bio je pri GO tretmanu prihrane i signifikantno se ne razlikuje od sljedećeg po redu GK tretmana prihrane, ali se signifikantno razlikuje od GU, GM1 i GM2 tretmana. GK tretman se signifikantno razlikuje od GM2 tretmana, ali ne od GM1 GU i GO tretmana. Tretmani GU, GM1, GM2 se međusobno signifikantno ne razlikuju.

**Tablica 117.** Ukupna biomasa ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), masa slame ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) i nazivna donja ogrjevnost (MJ i kWh) u prosjeku obje godine na lokaciji Široko Polje i Valpovo pri različitim tretmanima obrade

Tretmani obrade	Ukupna masa ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	Masa slame ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	Donja ogrjevnost		
			MJ	kWh	
CT	4284	2142	29988	8332	b
HDH	3719	1860	26033	7233	b
LDH	2486	1243	17402	4835	a
LSD (0,05)	1202	601	801	223	

Energetski podaci o donjoj ogrjevnosti, dobiveni preračunavanjem biomase u slamu, dani su samo za prosjeke s obje lokacije i obje godine, budući da se radi samo o preračunavanjima na osnovu dobivene ukupne biomase. Rezultati pokazuju da je najmanje energije u prosjeku za obje lokacije i godine bilo moguće dobiti pri LDH tretmanu obrade tla. Ova vrijednost je signifikantno razlikuje od mogućeg dobitka energije postignutog pri CT i HDH tretmanu obrade tla. Potencijal energije iz heljdine slame postignut pri tretmanima CT i HDH obrade tla međusobno se nije statistički razlikovao.

**Tablica 118.** Ukupna biomasa ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), masa slame ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) i nazivna donja ogrjevnost (MJ i kWh) u prosjeku obje godine na lokaciji Široko Polje i Valpovo pri različitim tretmanima prihrane

Tretmani gnojidbe	Ukupna masa ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	Masa slame ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	Donja ogrjevnost		
			MJ	kWh	
GO	2580	1290	18060	5018	a
GK	3035	1518	21245	5903	a
GU	3943	1972	27601	7669	b
GM1	3361	1681	23527	6537	a,b
GM2	4561	2281	31927	8871	c
LSD (0,05)	821	411	5747	1597	

Pod djelovanjem različitih prihrana najniža količina slame, uporabljive za dobijanje energije sagorijevanjem, postignuta je kod GO tretmana prihrane. Ovaj tretman nije se značajno razlikovao od GK i GM1 tretmana prihrane, ali se značajno razlikovao od GU i GM2 tretmana prihrane. Tretman prihrane GK značajno se nije razlikovao od GM1 i GU tretmana, ali se značajno razlikovao od GM2 tretmana. Tretmani prihrane GU i GM1 imali su značajno nižu količinu slame, a time i moguće ogrjevnosti, od GM2 tretmana, ali se međusobno značajno nisu razlikovali.

## 5. RASPRAVA

Bilanca oborina tijekom vegetacije heljde u 2009. godini bila je izuzetno niska, no, kako je tijekom prethodnih mjeseci palo preko 100 mm, zalihe vode u tlu pružale su dovoljno vlage za prilično uspješan rast i razvoj usjeva, pa je tako čak i GU tretman dao zadovoljavajućih 1705 kg/ha prinosa zrna heljde. No, rijetke oborine nisu uspjele brzo rastopiti granule KAN-a, pa je tako usvajanje dušika bilo otežano za heljdu na tretmanu GK, što se vidi po svega 191 kg više požnjevenog zrna heljde u odnosu na kontrolni tretman bez gnojidbe GO. Efikasnost usvajanja folijarnih gnojiva od strane heljde, bila je bolja. Folijarna gnojiva se brzo asimiliraju u biljci, pa je već s najnižom dozom dušika, dodanom putem folijarnog tretmana GM1, postignuto 168 kg više uroda, u usporedbi s tretmanom GK, što daje naznačiti da je ovakav način usvajanja, tj. folijarna ishrana ima vrlo važne prednosti kao što su brže djelovanje, veće iskorištenje hranjiva, te mogućnost primjene bez obzira na nepovoljne prilike u tlu (Vukadinović i Lončarić, 1998)., bio po biljku povoljniji i u uvjetima suše koja je vladala tijekom tog perioda vegetacije.

Preduvjet za uspješnu folijarnu gnojidbu je dovoljno velika lisna masa koja je još u porastu, a izmjenjena tvari u stanici intenzivna (Vukadinović i Lončarić, 1998). Stoga je i drugi tretman folijarnim gnojivom, no samo s dušičnim hranivom u obliku uree, tretman GU, u odnosu na GM1, bio je bolji za svega 65 kg/ha zrna heljde, a u odnosu na GO tretman, za čak 444 kg/ha zrna heljde, što je predstavljalo signifikantno viši prinos. No, izazvao je rubna oštećenje nekih listova, ali to nije previše utjecalo na smanjenje fotosintetskog aparata samog usjeva, koliko je na ovaj način dodan dušik, utjecao na viši prinos heljde.

U usporedbi s GU tretmanom, GM2 tretman bio je prinostniji za 212 kg/ha zrna heljde, što je predstavljalo također signifikantno viši prinos u odnosu na GO tretman (više za čak 655 kg/ha) i GK tretman (više za 463 kg/ha). No, za razliku od GU tretmana, nije bilo vidljivih oštećenja listova.

Signifikantne razlike u hektolitarskoj i apsolutnoj masi zrna s obzirom na različite tretmane prihrane nisu postojale, ali najveća ukupna biomasa heljde postignuta je pri GM2 tretmanu prihrane i s obzirom na veličinu signifikantno se razlikovala od ostalih tretmana prihrane. Slijedeća po veličini postignuta biomasa heljde bila je pri GU tretmanu, a najmanja pri GO tretmanu prihrane kao što se i očekivalo.

Sadržaj N u zrnu i % klorofila u listu heljde bili su najveći pri GM2 tretmanu prihrane pa zatim pri GM1 tretmanu, Stancheva i sur. (2004) istraživali su utjecaj različitih oblika dušične gnojidbe (mineralna, organska i folijarna) na prinos, sadržaj nitrata i ostale fiziološke parametre na grahu sorte Xera u uvjetima plastenika. Autori su utvrdili povećan sadržaj klorofila *a* i klorofila *b* pod utjecajem svih tretmana, osim kontrolnog, u fazi cvatnje kada je ostvaren i maksimalan intenzitet fotosinteze.

Vremenski uvjeti u 2010. godini bili su sasvim drugačiji (velika količina oborina u svibnju i lipnju te male količine oborina u srpnju uz visoke temperature) uvjetovali su manji prinos zrna heljde pri svim tretmanima prihrane, koji su se međusobno statistički vrlo razlikovali. Najniži urod zrna heljde postignut je kod GO tretmana. Ovaj tretman nije se značajno razlikovao od sljedećeg po veličini, GK tretmana. Tretman GM1 imao je značajno viši urod zrna od GO tretmana, ali se nije značajno razlikovao od GK tretmana. Sljedeći tretman GU imao je značajno veću biomasu i veći urod zrna u usporedbi s prethodnim tretmanima GO, GK i GM1. GU tretman imao je značajno niži urod zrna od GM2 tretmana.

Signifikantne razlike u hektolitarskoj i apsolutnoj masi zrna s obzirom na različite tretmane prihrane nisu postojale. Ukupna biomasa heljde bila je viša u odnosu na prethodnu godinu, kao i sadržaj N izražen u % u zrnu heljde i % klorofila u listu s obzirom na vremenske uvjete bio je viši u odnosu na izrazito sušnu 2009. godinu. Signifikantne razlike u zadnja dva parametra pri različitim tretmanima prihrane bile su manje u odnosu na 2009. godinu.

Valja naglasiti da visoke temperature nisu uzrokovale u najvišim etažama listova, koje su bile izložene najviše aplikaciji folijarnog gnojiva, te na kojima se evapotranspiracija najbrže odvijala, rubna oštećenja listova pri GM2 tj. prihrani "Profert Marom" – dvostruka doza, unatoč koncentraciji dvostruko većoj od preporuka za primjenu danih od strane proizvođača ovog folijarnog gnojiva, ovaj tretman prihrane pokazao se najučinkovitiji i u uvjetima veće vlažnosti. Khalil i sur. (2001) također su istakli prednosti folijarnih gnojiva s makro- i mikroelementima u odnosu na folijarna gnojiva samo s dušikom, najviše zbog mogućnosti biofortifikacije elemenata koji nedostaju u ishrani ljudi, npr. selena (Smrkolj i sur., 2006), kojega heljda može usvojiti i preko tretmana sjemena i folijarnom gnojivom. Može se reći da upotreba folijarnih gnojiva u poljoprivredi jesve više rasprostranjena budući da su ta gnojiva ekološki prihvatljivija i ciljano usmjerena jer se direktno usvajaju u organizam u ograničenim količinama u usporedbi s gnojivima preko tla (Fernandez i Eichert, 2009).

Sušna 2009. rezultirala je najvećim prinosom zrna heljde kod CT i HDH tretmana obrade tla. Između ova dva tretmana ne postoji statistički značajna razlika, što znači da ovaj pokus

odobrava korištenje oba sustava. Mala prednost ide u korist CT tretmana, jer u sušnijim uvjetima, kao što je bila ta godina, dublje obrađeno tlo bolje zadržava jesensko-zimsku vlagu što za rezultat ima bolje korištenje zaliha vode te veći prinos.

Najmanji sklop heljda je u fazi nicanja imala pri CT tretmanu obrade tla i značajno se razlikuje od sklopa pri HDH i LDH tretmanu obrade tla. Tretmani HDH i LDH međusobno se značajno ne razlikuju, vjerojatno tada nije bilo moguće korištenje zimske vlage jer u fazi cvatnje značajnih razlika u sklopu heljde pri različitim tretmanima obrade tla nema.

Najmanja zbijenost tla bila je pri LDH obradi tla i značajno razlikuje od stanja tla pri CT i HDH tretmanima obrade tla, isto kao i sadržaj N u zrnu i % klorofila u listu heljde koji je bio najmanji pri CT tretmanu obrade tla.

S obzirom na rezultate pokusa, može se zaključiti da su s obzirom na vremenske uvjete u 2010. godini (velika količina oborina u svibnju i lipnju te male količine oborina u srpnju uz visoke temperature) prinosi kod CT i HDH tretmana bili zadovoljavajući. Između ova dva tretmana ne postoji statistički značajna razlika, što znači da ovaj pokus odobrava korištenje oba sustava. Mala prednost ide u korist CT tretmana; u vlažnijim uvjetima, kao što je bila 2010. godina, dublje obrađeno tlo je više izvrgnuto sušenju, ima bolje vodozračne odnose u tlu te se brže zagrijava i prosušuje, što za rezultat ima jači početni rast i manje nedostatka zraka u tlu, utječući tako na bolji rast i razvoj usjeva. Gledano na LDH tretman, možemo zaključiti da manje obrađeno tlo nije imalo dobar vodozračni režim te je vegetacija zbog toga kasnila i kao rezultat su bili slabiji prinosi zrna. U samoj provedbi istraživanja, pokusna parcela nije bila poplavljena, no zbog čestih oborina, sjetva postrnog usjeva je kasnila gotovo dva tjedna od planiranih rokova, a češće oborine i uslijed naoblake niže osunčavanje i niže temperature, dovele su do sporijeg rasta i razvoja usjeva.

U prosjeku produkcije zrna postrnog usjeva heljde, najmanje prinosnom se pokazala obrada LDH, dobra obrada je bila HDH, a nešto boljom od nje se pokazala CT. Razlog je vjerojatno u slabijoj odvodnji vode iz rizosfere slabije obrađenog tla i nepostojanju zaliha jesensko-zimske vlage što je dovodilo do nepovoljnijih uvjeta rasta i razvoja cijele biljke.

Višestruko tanjuranje (HDH) pokazuje se kao dobra obrada tla, no u ekstremnim uvjetima (suša 2009. i u vlažnim uvjetima 2010.) nešto slabija u odnosu na pripremu tla oranjem (CT), a pogotovo u odnosu na slabiju pripremu tla (LDH) ne biva prevlažno u vlažnim uvjetima niti presuho u sušnijim uvjetima. Višestruko tanjuranje (HDH) očito je dovoljno brzo i učinkovito kod pripreme tla za sjetvu heljde u što kraćem roku nakon žetve prethodnog usjeva tijekom srpnja.

Takvom obradom rješavaju se problemi, s ekološko-proizvodnog aspekta, misli se u prvom redu na eroziju izazvanu vjetrom i vodom, čuvanje vode u sušnim mjesecima te antropogena zbijanja tla (česta obrada tla, gaženje), (Birkas i sur.,2002; Tebrügge i sur., 1994; Stipešević i sur. 1998), time se usporavaju procesi degradacije tla, te povećava zaštita plodnosti tla. Nadalje, heljda pridonosi pokrivenosti površina kulturnim usjevima tijekom ljeta, a ne korovom,tako je bolje iskorištenje poljoprivrednih površina, što je bitno s energetskog (Tebrügge i Böhrnsen,1997) i ekonomskog aspekta (Kanisek i sur., 1999), te doprinosi smanjenju zdravstvenih problema uslijed alergogenih korovnih vrsta. Pozitivna mogućnost uporabe heljde je njezina multifunkcionalnost jer je kultura od koje se ne očekuje samo prinos, pošto se može uzgajati u postrojnoj sjetvi, smanjuje potencijal ispiranja dušika, budući da može usvojiti ostatke dušika od predusjeva, i na taj način produžava ciklus kruženja dušika na oranici,smanjuje nepovoljne promjene biogeokemijskih kruženja elemenata,doprinosi jačem prometu organske tvari u tlu uz smanjeno onečišćenje okoliša od strane ukupne poljoprivrede što treba biti prioritetni zadatak i za održivi (agrikulturni) razvoj i zaštitu okoliša.

Trend potrošnje energije je i dalje u usponu (rast standarda života, trgovina, opskrba energijom novih potrošača, i tako dalje). Svi scenariji koji imaju za cilj predvidjeti buduću potrošnju energije, predviđaju porast u potrošnji energije, ali i porast udjela fosilnih goriva u potrošnji energije. Danas oko 96% svjetskog transporta zasniva na fosilnim gorivima (oko 61,2% godišnje proizvodnje nafte se koristi za transport). Porast potrošnje energije dovodi neizostavno do porasta nivoa emisije štetnih plinova. Dva osnovna problema vezana uz korištenje neobnovljivih izvora energije su da ih ima u ograničenim količinama i da onečišćuju okoliš. Utjecaj na okoliš seže od direktnih ekoloških katastrofa poput izlivanja nafte, kiselih kiša i radioaktivnog zračenja,emisije ugljičnog dioksida pa do indirektnih posljedica kao što je globalno zatopljenje.

Zato je Hrvatski sabor 16. listopada 2009. godine donio "Strategiju energetskog razvoja Republike Hrvatske" u koju se uklapa i proizvodnja heljde.Biomasa je energija Sunčevog zračenja transformirana procesom fotosinteze, dakle, gorivo koje se dobiva od biljaka ili dijelova biljaka kao što su drvo, slama, stabljike žitarica, a u slučaju heljde, dodatno i ljuspice. Godišnje se na Zemlji fotosintezom proizvede oko  $2 \times 10^{11}$  tona organske tvari (biomase), što energetski iznosi oko  $3 \times 10^{21}$  J (nekoliko puta više od svjetske potrebe za energijom). Glavna prednost biomase u odnosu na fosilna goriva je njena obnovljivost. Računa se da je opterećenje atmosfere s CO<sub>2</sub> pri korištenju biomase kao goriva zanemarivo, budući da je količina emitiranog CO<sub>2</sub> prilikom izgaranja jednaka količini apsorbiranog CO<sub>2</sub> tijekom rasta

biljke. Naime, biljne zajednice vezat će CO<sub>2</sub> iz atmosfere i pohranjivati ga u biljnu strukturu. Spaljivanjem biomase ugljik će se oslobađati u atmosferu da bi se opet asimilirao s novom generacijom biljaka.

Procjenjuje da je u 2005. godini na poslovima proizvodnje biomase i njenog korištenja za energiju na području Europske unije bilo zaposleno preko pola milijuna ljudi. Pojedina ruralna područja Hrvatske su ugrožena visokom razinom iseljavanja pa je u pitanje došao i njihov fizički opstanak jer je broj stanovnika već pao na ili čak ispod razine biološke održivosti. Stoga, uzimajući u obzir značenje biomase za ruralna područja, podizanje bioenergana i uzgoj postrnih kultura kao što je heljda može imati pozitivne utjecaje na ruralne zajednice, a dodatno proizvedena biomasa, u odnosu na uobičajene plodorede, osigurala bi manju kompeticiju potreba za bioenergijom na potrebe za hranom.



## 6. ZAKLJUČAK

Na osnovu istraživanja uroda postrno sijane heljde kod primjenjenih pet tretmana prihrane i utjecaja različitih sustava obrade tla na prinos tijekom 2009. i 2010. godine, mogu se donijeti sljedeći zaključci:

- Postrnim uzgojem heljde, moguće je dobiti zadovoljavajuće prinose u sušnijim agroekološkim uvjetima, ukoliko postoje dovoljne zalihe vlage u tlu, a i u vlažnijim agroekološkim prilikama, ukoliko se kvalitetnom i dubljom obradom oraničnog sloja zadovolje osnovni vodozračni uvjeti;
- Višestruko tanjuranje pokazuje se kao dovoljno brza i učinkovita priprema tla kod postrno sijane heljde, a ujedno to je obrada koja ne sabija tlo i omogućuje biološku raznolikost živog tla;
- U iznimno vlažnoj godini najviše prinose daje obrada tla oranjem, nešto manje višestruko tanjuranje, a niske prinose daje jednostruko tanjuranje;
- Uslijed manjka oborina, prihrane granuliranim gnojivom mogu biti neučinkovite, a neiskorišteno hranivo poslije može biti uzrokom onečišćenja okoliša;
- Uslijed viška oborina, slaba priprema oraničnog i sjetvenog sloja rezultira slabijim početnim porastom heljde te usporenom vegetacijom i niskim prinosima;
- Preporučena količina folijarnog sredstva „Profert Mara“, primjenjena kroz dvije prihrane, u danim agroekološkim uvjetima, pokazala je trend višeg prinosa heljde od kontrole i prihrane granuliranim gnojivom, te se stoga može preporučiti u proizvodnji postrno sijane heljde;
- Folijarna primjena uree, daje signifikantno više prinose heljde u odnosu na proizvodnju heljde bez prihrana, no, nužno je upozoriti na možebitne probleme uslijed oštećenja lisne mase;
- Sadržaj dušika u zrnu heljde najviši je kod primjene sredstva „Profert Mara“, u dvostruko većoj količini od preporučene količine od strane proizvođača ovog sredstva, kao i kod pripreme tla višestrukim tanjuranjem;
- Relativni postotak klorofila u listu heljde najveći je pri folijarnoj prihrani sredstvom „Profert Mara“, u dvostruko većoj količini od preporučene količine od strane proizvođača ovog sredstva, kao i kod pripreme tla višestrukim tanjuranjem;

- Korištenje heljde kao biomase je vrlo prihvatljivo gorivo s gledišta utjecaja na okoliš jer sadrži vrlo malo ili čak uopće ne sadrži brojne štetne tvari koje se nalaze u fosilnim gorivima, a koje se njihovim izgaranjem emitiraju u zrak te ugrožavaju naše zdravlje;
- Sredstvo „Profert Mara“, u dvostruko većoj količini od preporučene količine od strane proizvođača ovog sredstva, daje signifikantno više prinose u odnosu na proizvodnju heljde bez prihrana i uz prihranu granuliranim gnojivom u danim agroekološkim uvjetima, ne oštećuje lisnu masu te se može preporučiti kao najbolji izbor pri prihrani postro sijane heljde, te kao sredstvo koje ne zagađuje okoliš.

## 7. LITERATURA

- Ayoub. M., MacKenzie. A., Smith.D.L.(1995): Evaluation of N fertilizer rate and timing and wheat cultivars on soil residual nitrates. J. Agronomy and crop Sci. 175.87-97.
- Aufhammer, W., Esswein, H., Kübler, E., (1994.): Zur Entwicklung und Nutzbarkeit des Kornertragspotentials von Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*). Bodenkultur 45, 37-47.
- Berglund, D. R. (2007.): Buckwheat production, NDSU Extension publication A-1105, "North Dakota Alternative Crop Variety Performance" 113-125.
- Bogdanović, M. (1980.): Mogućnost dobijanja visokog, stabilnog i kvalitetnog prinosa heljde na brdskoplaninskom području. Buckwheat Symp. Ljubljana, 75-91.
- Bogović, M. (2008): Prezentacija starinske stupe za hajdinu kašu. (11.06.2008.) (<http://www.komora.hr/?page=savjeti,21,201>)
- Bohlool. BB., Ladha. J.K. Garrity. D.P., George. T.(1992): Biological nitrogen fixation for sustainable agriculture: A perspective Plant and Soil 141: 1-11.
- Butorac, A.(1999.): Opća agronomija, Školska knjiga, Zagreb.
- Creamer, N. G.; Bennett, M.A.; Strinner, B.R.; Cardina, J. & Regnier, E.E. (1996.): Mechanisms of weed suppression in cover crop-based production systems. HortScience 31, 410-413.
- Curran S. W. (2011): Cover Crops for Conservation Tillage Systems. (24.05.2011) (<http://cropsoil.psu.edu/extension/ct/conservation-tillage-5>)
- Domaćinović, M. (2006.): Hranidba domaćih Životinja, Poljoprivredni fakultet, Osijek.
- FAOSTAT (2009.): Production yearbook ISBN 92-5-0010075-3
- Gagro, M. (1997.): Žitarice i zrnate mahunarke, Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb.
- Galić,Z.,Orlović,S.,Vasić V.(2006): Efekti folijarnog đubrenja na proizvodnju sadnica *Populus deltoides Bartr.*Savremena poljoprivreda.55/5,85-91.
- Gooding.M.J., Davies.W.P.(1992): Foliar urea fertilization of cereals: A review. Fert. Res. 32: 209-222.
- Gračan,R.,Todorčić,I.(1985):Specijalno ratarstvo,Školska knjiga,Zagreb.
- Jevtić, Šuput, Gotlin, Pucarić, Španring, Miletić, Klimov, Đorđevski, Vasilevski (1986): Posebno ratarstvo 1, Naučna knjiga, Beograd.

- Haq, M.U., Mallarino, A.P.(2000):Soybean yield and nutrient composition as Affected by early seanson foliar fertilization.Agron.J.92:16-24.
- IPCC(2007): Climate Change 2007:Impacts.Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment-Report of The Intergovernmental.Panel on Climate Change. Editors: Parry.M.L.. Canziani.O.F.. Palutikof.J.P.. Van der Linden. P.J..Hanson. C.E.Cambridge University Press.Cambridge.UK.pp 976.
- Joshi, B.D., Rana, R.S. (1995.): Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*). In: Williams, J.T. (Ed.), Cereals and Pseudocereals, first ed. Chapman & Hall, London, pp. 85–127.
- Kalinović,I.(1997):Skladištenje i tehnologija ratarskih proizvoda – interna skripta, Poljoprivredni fakultet Osijek.
- Khalil,M.Y.,Hussein,M.S.,El-Sherbeny,S.E.(2001): A comparative study on the effect of some foliar fertilizers on the growth and yield of Sinapis alba and Nigella sativa plants. Egypt J Hort;28:371-85.
- Kovačević,V. (2002): Žitarice-interna skripta,Poljoprivredni fakultet.
- Latković,D.,Starčević,LJ. (2006): Dinamika mineralnog azota u zemljištu. Savremena Poljoprivreda.55/5.125-131.
- Lopez-Bellido, L., Lopez-Bellido, F.J.(2006): Fertilizer Nitrogen Efficiency in Durum Wheat under Rainfed Mediterranean Conditions:Effect of Split Application. Agron.J.98:55-62. 58
- Maceljiski,M.(1999): Poljoprivredna entomologija. Zrinski-Čakovec
- Malešević,M.,Bogdanović, D.,Petrović,N.(1991): Uticaj ekoloških činilaca na dinamiku nitrata u zemljištu,njihovo usvajanje i raspodjelu u organima biljaka pšenice. XXV Seminar agronoma,Zbornik referata,Poljoprivredni fakultet,Institut za ratarstvo i povrtlarstvo Novi Sad. 377-390.
- Merrill,W.G.,Loosli,J.K.,Mitchell,R.L.,Kennedy,W.K.(1961): Effects of foliar application of urea on the yield and nutritive value of some grass hays. J.Anim.Sci.1961.20:785-791.
- MPŠVG, MGRP (2009): Brošura-Biomasa kao obnovljiv izvor energije.Ministarsvo poljoprivrede, šumarstva i vodnog gospodarstva, Ministarstvo gospodarstva rada i poduzetništva (13.7.2012) [www.svetinikola.hr/V\\_i\\_n/Biomasa.pdf](http://www.svetinikola.hr/V_i_n/Biomasa.pdf)
- Moore, M.J., Gillespie, T.J., Swanton, C.J. (1994.): Effect of cover crop mulch on weed emergence, weed biomass, and soybean (*Glycine max*) development. Weed Tech. 8, 512-518.
- Parker, J.H.(1972):How fertilizer moves and reacts in soil. Crops and Soils 25:7-11.
- Poljoprivredna enciklopedija.

- Pravilnik o žitaricama, mlinskim i pekarskim proizvodima, tjestenini, tijestu i proizvodima od tijesta (NN: 117/03, 130/03 i 48/04) 38
- Rastija, M. (2004): Žitarice-prezentacije iz vježbi. Poljoprivredni fakultet Osijek.
- Rosecrane, R.C., Johnson, R.S., Weinbaum, S.A. (1998): The effect of timing of postharvest foliar urea sprays on nitrogen absorption and partitioning in peach and nectarine trees. *J. of Hort. Sci. and Biotech.* 73:856-861.
- Sakaliene, O., Clay A. S., Koskinen W. C., Almantas G. (2008.): Early Season Weed Suppression in Buckwheat Using Clopyralid. *Weed Technology*: October 2008, Vol. 22, No. 4, pp. 707-712.
- Schulte-Erley, G., Kaul, H.P., Kruse, M., Aufhammer, W. (2005): Yield and nitrogen utilization efficiency of the pseudocereals amaranth, quinoa, and buckwheat under differing nitrogen fertilization. *European J. of Agronomy*, Vol. 22/1. 95-100.
- Sexton, P.J., Paek, N.C., Shibles, R. (1998): Soybean sulfur and nitrogen balance under varying levels of available sulfur. *Crop Sci.* 38:975-982.
- Smith, C.J., Frency, J.R., Sherlock, R.R., Galbally, I.E. (1991): The fate of urea nitrogen applied in a foliar spray to wheat at heading. *Forst. Res.* 28:129-138.
- Smrkolj, P., Stibilj, V., Kreft, I., Germ, M. (2006): Selenium species in buckwheat cultivated with foliar addition of Se(vi) and various levels of UV-B radiation. *Food Chemistry*. 96/4, 675-681.
- Stipešević, B. (2010): Postrni usjevi za hranu i bio-energiju. Završno izvješće, Poljoprivredni fakultet Osijek, Ministarstvo Poljoprivrede
- Šimić, F. (1980): Specijalno ratarstvo. Znanje-Zagreb.
- Šljivac, D., Šimić, Z. (2008): Obnovljivi izvori energije s osvrtom na gospodarenje. Udžbenik, Elektrotehnički fakultet u Osijeku.
- MPŠVG (2010): Upisnik ekoloških poljoprivrednih proizvođača
- Vukadinović, V. (1993): Ishrana bilja. Poljoprivredni fakultet Osijek.
- Weaver, S.E. (1984.): Critical period of weed competition in three vegetable crops in relation to management practices. *Weed Res.* 24, 317-325.
- Woolfolk, C.W., Raun, W.R., Johnson, G.V., Thomason, W.E., Mullen, R.W., Wynn, K.J., Freeman, K.W. (2002): Influence of late-season foliar nitrogen applications on yield and grain nitrogen in winter wheat. *Agron. J.* 94:429-434.
- Znaor, D. (1996): Ekološka poljoprivreda. Nakladni zavod Globus, Zagreb.

## 8. SAŽETAK

Pokus s tri sustava obrade tla (CT – standardna obrada, s oranjem do 30 cm dubine; HDH - višestruko tanjuranje, do 15 cm dubine, te; LDH-jednostruko tanjuranje) i pet sustava gnojidbe (G0 – kontrola, bez ikakve prihrane; GK – 2 prihrane KANom (svaka 30 kg N ha<sup>-1</sup>); GU – 2 prihrane 5%-tnom otopinom Uree (svaka s 30 kg N ha<sup>-1</sup>); GM1 – 2 prihrane folijarnim fertilizatorom "Profert Mara" (mikro i makro-hraniva) - preporučena doza od 8 l ha<sup>-1</sup>; te GM2 – 2 prihrane "Profert Marom" – dvostruka doza) za postrno sijanu heljdu proveden je na dva lokaliteta (Široko Polje i Valpovo) tijekom 2009. i 2010. godine. Urod heljde na obradi tla višestrukim tanjuranjem pokazao se stabilnijim nego na oranju i jednostrukom tanjuranju, dok se dvostruka primjena folijarnog pripravka Profert Mara pokazao najprinosnijim sustavom gnojidbe.

## 9. ABSTRACT

Trial with three soil tillage systems (CT – conventional soil tillage, with mouldboard ploughing up to 30 cm depth; HDH – multiple diskharrowing, up to 15 cm depth, and; LDH – single diskharrowing) and five fertilization systems gnojidbe (G0 – control, without side-dressing; GK – 2 side-dressings with KAN (30 kg N ha<sup>-1</sup> each); GU – 2 side-dressings with 5% Urea solution (30 kg N ha<sup>-1</sup> each); GM1 – 2 side-dressings with foliar fertilizer "Profert Mara" (micro and macro-fertilizers) - recommended dose 8 l ha<sup>-1</sup> in each application, and; GM2 – 2 side-dressings with "Profert Mara" - double dose) for post-harvest sown buckwheat has been set up at two sites (Široko Polje and Valpovo) during years 2009 and 2010. Buckwheat yield at multi-pass diskharrowing tillage system was more stable in comparison with ploughing and single-pass diskharrowing, whereas double dose of foliar fertilizer Profert Mara proved to be the highest yield fertilization system.

## 10. ŽIVOTOPIS

Pristupnica Stela Rotim rođena je 02. veljače 1969. godine u Osijeku. Nakon završene Srednje Medicinske škole S. Rotim upisala je Poljoprivredni fakultet u Osijeku, gdje je diplomirala 2000. godine, te stekla zvanje diplomiranog inženjera poljoprivrede ratarskog smjera. Pedagoško psihološku naobrazbu je stekla na Pedagoškom fakultetu Sveučilišta u Osijeku, a stručni ispit položila u Srednjoj Poljoprivrednoj školi u Zagrebu. Pristupnica je zaposlena u Srednjoj školi Ilok gdje predaje stručne predmete.

Poslijediplomski sveučilišni interdisciplinarni znanstveni studij Zaštita prirode i okoliša koji zajednički organiziraju i izvode Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku i Institut Ruđer Bošković u Zagrebu pristupnica je upisala u akademskoj 2001. /2002. godini, a zbog nemogućnosti završetka pokusa vezanog za znanstveni magistarski rad 2011 godine prelazi na specijalistički studij gdje je ispunila sve preuzete obveze sukladno studijskom programu poslijediplomskog sveučilišnog interdisciplinarnog specijalističkog studija Zaštita prirode i okoliša, te stekla potrebne uvjete za pokretanje postupka prijave teme specijalističkog rada pod nazivom „Heljda za hranu i bio-energiju u funkciji zaštite prirode i okoliša“.



## **TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**

---

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Institut Ruđer Bošković, Zagreb  
Poslijediplomski interdisciplinarni specijalistički studij  
Zaštita prirode i okoliša

Specijalistički rad

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti  
Znanstveno polje: Poljoprivreda

### **HELJDA ZA HRANU I BIO-ENERGIJU U FUNKCIJI ZAŠTITE PRIRODE I OKOLIŠA**

**Stela Rotim, dipl. ing. agr.**

Rad je izrađen na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku  
Mentor: Prof. dr.sc. Bojan Stipešević, izv.prof.

#### **Kratki sažetak specijalističkog rada (oko 400 znakova)**

Pokus s tri sustava obrade tla i pet sustava gnojidbe za postrno sijanu heljdu proveden je na dva lokaliteta (Široko Polje i Valpovo) tijekom 2009. i 2010. godine. Urod heljde na obradi tla višestrukim tanjuranjem pokazao se stabilnijim nego na oranju i jednostrukom tanjuranju, dok se dvostruka primjena folijarnog pripravka Profert Mara pokazao najprinosnijim sustavom gnojidbe.

**Broj stranica:** 133

**Broj slika:** 22

**Broj grafikona:** 3

**Broj tablica:** 118

**Broj literaturnih navoda:** 47

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** heljda, postrna sjetva, obrada tla, folijarna prihrana

**Datum obrane:** xx. listopada 2012.

#### **Stručno povjerenstvo za obranu:**

- 1. Prof. dr.sc. Danijel Jug, izv.prof., predsjednik**
- 2. Prof. dr. sc. Bojan Stipešević, izv. prof., mentor**
- 3. Prof. dr. sc. Irena Jug, izv. prof., komentor**

#### **Rad je pohranjen u:**

u Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu (Hrvatske bratske zajednice bb), Gradskoj i sveučilišnoj knjižnici u Osijeku (Europske avenije 24) i Sveučilištu Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku (Trg Sv. Trojstva 3).

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

---

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek**  
**Institute Ruder Bošković, Zagreb**  
**Postgraduate interdisciplinary specialist study**  
**Environmental Protection and Nature Conservation**

**Spec thesis**

**Scientific Area: Biotechnical Sciences**  
**Scientific Field: Agriculture**

### **BUCKWHEAT FOR FOOD AND BIO-ENERGY IN FUNCTION OF NATURE AND ENVIRONMENT PROTECTION**

**Stela Rotim, dipl. ing. agr.**

**Thesis performed at Faculty of agriculture in Osijek**  
**Supervisor: Prof. dr. sc. Bojan Stipešević, assoc. prof.**

**Abstract** (about 400 characters)

Trial with three soil tillage systems and five fertilization systems for post-harvest sown buckwheat has been set up at two sites (Široko Polje and Valpovo) during years 2009 and 2010. Buckwheat yield at multi-pass diskharowing tillage system was more stable in comparison with ploughing and single-pass diskharowing, whereas double dose of foliar fertilizer Profert Mara proved to be the highest yield fertilization system.

**Number of pages:** 132

**Number of photos:** 22

**Number of figures:** 3

**Number of tables:** 118

**Number of references:** 47

**Original in:** Croatian

**Key words:** buckwheat, post-harvest seeding, soil tillage, foliar side-dressing

**Date of the thesis defense:** xx. October 2012.

**Reviewers:**

- 1. Prof. dr. sc. Danijel Jug, associate professor, president**
- 2. Prof. dr. sc. Bojan Stipešević, associate professor, mentor**
- 3. Prof. dr. sc. Irena Jug, associate professor, co-mentor**

**Thesis deposited in:**

National and University Library in Zagreb (Hrvatske bratske zajednice 4); City and University Library in Osijek (Europske avenije 24); Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, (Trg Sv. Trojstva 3).