

Oljnice: pridelava, kakovost olja ter možnost uporabe za biomaziva in biodizel



XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX



Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije
Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani
Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani
Pinus TKI d. d.

September 2009

Oljnice: pridelava, kakovost olja ter možnost uporabe za biomaziva in biodizel

Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije
Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani
Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani
Pinus TKI d. d.

September, 2009

Monografija je plod dela inderdisciplinarno izbranih raziskovalnih institucij na projektu V4-0383 *Proizvodnja surovin in izdelava biodizla in biomaziv za potrebe slovenskega trga* v okviru CRP Konkurenčnost Slovenije 2006-2013, financiranega s strani Javne agencije za raziskovalno dejavnost RS, Ministrstva za promet, Ministrstva za okolje in prostor ter Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

Uredila: doc. dr. **Barbara Čeh**

Za jezikovno pravilnost odgovarjajo avtorji.

Avtorji prispevkov po vrstnem redu prispevkov:

doc. dr. **Barbara Čeh**, univ. dipl. inž. agr., IHPS

prof. dr. **Anton Tajnšek**, univ. dipl. inž. agr., Biotehniška fakulteta UL

Silvo Žveplan, univ. dipl. inž. kmet., IHPS

dr. **Magda Rak Cizej**, univ. dipl. inž. agr., IHPS

doc. dr. **Martin Pavlovič**, univ. dipl. inž. agr., IHPS

dr. **Iztok Jože Košir**, univ. dipl. kem., IHPS

Robert Hrastar, univ. dipl. inž. živ. tehnol., IHPS

Boris Kržan, univ. dipl. inž. stroj., Fakulteta za strojništvo UL, Center za tribologijo in tehnično diagnostiko

prof. dr. **Jože Vižintin**, univ. dipl. inž. stroj., Fakulteta za strojništvo UL, Center za tribologijo in tehnično diagnostiko

Nataša Nikolić Matanović, univ. dipl. inž. kem. tehnol., Pinus TKI d. d. in BIO GORIVA d. o. o.

Skice poljščin: **Klara Čeh**

Tehnično uredila: **Barbara Čeh**

Tisk: **Tiskarna Present d. o. o.**, Ljubljana

Natisnjeno v 250 izvodih

Izdala in copyright © : Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije in Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani, Center za tribologijo in tehnično diagnostiko

CIP - Kataložni zapis o publikaciji

Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

633.85

OLJNICE : pridelava, kakovost olja ter možnost uporabe za biomaziva in biodizel / [avtorji prispevkov Barbara Čeh ... [et al.] ; uredila Barbara Čeh]. - Žalec : Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije ; Ljubljana : Fakulteta za strojništvo, 2009

ISBN 978-961-90603-8-4 (Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije)

1. Čeh, Barbara, 1973-
247261696

Vsebina

Uvodna beseda

1 Oljnice (botanika, namen pridelave, agrotehnika, obseg pridelave, ekonomičnost pridelave)

1.1	Oljna ogrščica.....	7
1.2	Soja.....	17
1.3	Sončnica	27
1.4	Navadna konoplja	34
1.5	Riček	42
1.6	Bela gorjušica	47
1.7	Lan.....	51
1.8	Kloščevec	58
1.9	Oljni hibridi koruze.....	62
1.10	Pleveli v oljnicah in možnost njihovega zatiranja.....	65
1.11	Bolezni in škodljivci oljnic ter njihovo zatiranje	73
1.12	Ekonomičnost pridelave najpomembnejših oljnic.....	83

2 Rastlinska olja

2.1	Kemična sestava rastlinskih olj.....	87
2.2	Kakovostni parametri olj v povezavi z zahtevami za proizvodnjo biodizla	92
2.3	Primernost rastlinskih olj za proizvodnjo biodizla	98
2.4	Mazalne lastnosti rastlinskih olj.....	101

3 Biodizel

3.1	Biodizel – osnovne značilnosti	115
3.2	SWOT analiza proizvodnje in uporabe biodizla.....	117
3.3	Transportna politika in biogoriva v Sloveniji.....	125
3.4	Potencial Slovenije za oljnice in neto proizvodnjo biodizla	132
3.5	Raba biodizla v okviru strategije EU za biogoriva	142
3.6	Podjetniška priložnost proizvodnje surovin za biodizel v okviru dopolnilnih dejavnosti kmetij.....	145
3.7	Proizvodnja biodizla v podjetju BIO GORIVA d. o. o.	149

Uvodna beseda

Pri rabi energije obstajata dva globalna problema. Prvi je okoljski – zaradi emisij CO₂ in globalnega segrevanja, drugi je povsem energetski – omejene svetovne zaloge pogonskih goriv. Slovenija pogonska goriva v celoti uvaža in je zato izpostavljena gibanjem na trgu goriv. V pogojih tržne ekonomije to ni nič posebnega in tudi ne slabega, je pa lahko problem ob pojavu lokalne ali svetovne ekonomske oziroma energetske krize. Slovenija je ekonomsko in energetsko krizo občutila v ne tako oddaljeni preteklosti, neposredno pa je soudeležena tudi v ekonomski krizi, ki trenutno vlada v svetu. Nastajajočim krizam se ne moremo izogniti, lahko pa jih s pametnim izkoriščanjem lastnih virov ublažimo.

Proizvodnja in uporaba biodizla ob upoštevanju trajnostne kmetijske in gozdarske politike, določene s predpisi o skupni kmetijski politiki, le delno rešuje oba problema. Problem se kaže predvsem v omejenem proizvodnem potencialu, ki ne zadošča za popolno nadomestitev lastnih potreb po fosilnih dizel gorivih. Na drugi strani pa obstaja nevarnost, da bi povečanje povpraševanja po biodizlu podražilo določene prehrabene artikle, ki so vezani na iste surovine. Vsem prednostim in slabostim navkljub pa proizvodnja biodizla iz rastlinskih olj lahko prinese Sloveniji gospodarske, okoljske in energetske koristi. Za sleherno državo je strateško pomembno vedeti, da samozadostna oskrba z energijo pogojuje gospodarsko stabilnost in obrambno varnost.

V času visokih cen pogonskih goriv in energije nasploh je pridobivanje alternativnih goriv iz lastnih virov ekonomsko upravičeno tako iz gospodarskega kot tudi strateško-političnega stališča. V evropskih državah in tudi drugod po svetu se biodizel uporablja že več kot desetletje, uporaba biogoriv pa je v letu 2003 predpisana tudi z direktivo EU, po kateri mora vsaka od članic unije določiti nacionalne cilje za delež biogoriv za transportne namene. V Sloveniji bi morali uvajanje biodizla usmeriti predvsem k večji uporabi v vozilih javnega prometa, v mestih in za pogon kmetijske mehanizacije. Na teh področjih bi morala biti poraba v skladu z referenčnimi vrednostmi 5,75 odstotka do konca 2010.

Distributerji goriv v Sloveniji bi morali v skladu z EU direktivami bolj načrtno povečevati oskrbo z gorivom za pogon motornih vozil, ki bi vsebovalo določen delež

biogoriv. Da bi omenjeno direktivo izpolnili, bi po ocenah v Sloveniji do konca leta 2010 namreč potrebovali 74.750 ton biogoriv.

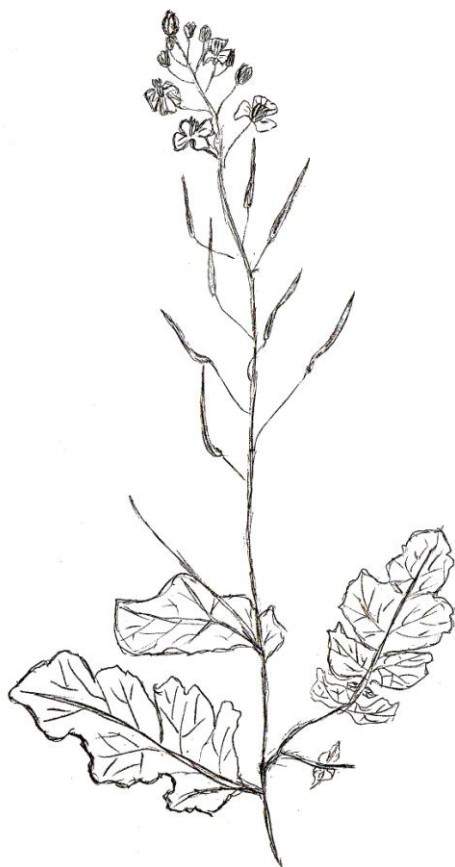
Monografija je sad raziskav interdisciplinarno izbranih raziskovalnih institucij, ki smo jih opravili v okviru projekta CRP. Projekt je bil financiran s strani Javne agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije, Ministrstva za promet, Ministrstva za okolje in prostor ter Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. V monografiji smo opisali nekatere izsledke iz raziskav, ki po našem mnenju jasno nakazujejo, kje in koliko je materialnih in proizvodnih resursov za izdelavo biodizla in biomaziv Sloveniji. V preučevanje so vključene poljščine iz agronomske skupine oljnic in predivnic, ki vsebujejo večjo vsebnost olja v semenu, razen oljnih buč, ki imajo pričakovano nižji pridelek in drago olje, zato ni bilo pričakovati racionalne primerjave z drugimi rastlinskimi olji za preučevan namen. Za primerjavo smo vključili tudi oljne hibride koruze. Kоруza sicer spada med žita, a ker nekateri sodobni (oljni) hibridi dosegajo do 9 % olja v zrnju in primerljive pridelke kot hibridi standardne kakovosti, smo želeli preučiti primerljivost pridelka olja kakor tudi možnosti za uporabo kot biomaziva in biodizel z oljnicami. V Sloveniji pridelujemo na večjih površinah le oljno ogrščico in oljne buče, beleži se tudi površina pod sončnico in sojo, površina pod drugimi oljnicami pa je majhna.

V raziskavi sodelujoče institucije pričakujemo, da bo vlada podatke, ki jih posreduje monografija, izkoristila za nadaljnje ukrepanje na področju proizvodnje biogoriv.

Člani konzorcija projekta

Proizvodnja surovin in izdelava biodizla in biomaziv za potrebe slovenskega trga

1.1 Oljna ogrščica¹



proti sredini stebila in v zgornjem delu pa so listi sedeči in kopjasti ter deloma objemajo steblo.

Na eni rastlini je do 2000 cvetov, ki so združeni v grozdasta socvetja. Cvetovi se odpirajo od spodaj navzgor. Cvet je sestavljen iz štirih venčnih listov zlato rumene barve, štirih časnih listov, enega pestiča in šestih prašnikov.

Oljna ogrščica (*Brassica napus* L. var. *napus*) spada v družino križnic (*Brassicaceae*). Obstajajo jare in ozimne oblike, s tem da jara ogrščica zavzema desetino njiv, posejanih z ogrščico. Ozimne sorte potrebujejo za prehod v generativni razvoj obdobje temperatur pod 0 °C. Prezimijo v stadiju rozete (6 do 8 listov).

Rastlina ima vretenaste korenine, zgornji del je nekoliko odebeljen. Korenine imajo dokaj slabo črpalno moč za hranila in vodo, kljub temu da rastlina tvori masiven koreninski sistem.

Zelnato steblo zraste v višino 80 do 140 cm. Odvisno od višine sorte in gostote setve se steblo razveji na višini 40 do 80 cm na 2 do 7 vej. Gladki listi so modrozeleni barve, podobni kavlinim. Spodnji listi imajo gladke ali nazobčane robove in so pecljati,



¹ Doc. dr. Barbara ČEH

Posevek cveti približno en mesec, od konca aprila do sredine maja. Oljna ogrščica je delno do pretežno tujeprašna rastlina, glavne opraševalke so čebele.

Plod pri križnicah je lusk, ki se odpira po trebušnem in hrbtnem šivu. Dozoreli luski oljne ogrščice so postavljeni pravokotno na steblo. Dolgi so 5 do 10 cm, v njih je 20 do 30 semen v dveh vrstah s predelno steno.

Seme je okroglo, temno rjave do modro-črne barve. Ima fino pikčasto do slabo mrežasto površino, v premeru meri 1,8 do 2,8 mm. Absolutna masa semena je 3 do 7 g.

Namen pridelave

Za sojo in palmami je oljna ogrščica tretji najpomembnejši vir rastlinskih olj na svetu ter drugi najpomembnejši vir beljakovin. V deželah severne poloble s hladnejšim in humidnim podnebjem pa nobena druga kulturna rastlina ne tvori tako velikega pridelka olja in beljakovin. Uporabna je kot vir olja za človeško prehrano, surovina za kemično industrijo, vir obnovljive energije, okolju prijaznega maziva za stroje, beljakovinske in energetske krme za živali (pogače in tropine), paša za čebele ter posevek za podor in zeleno krmo.

Pred stoletji je bilo olje ogrščice v uporabi predvsem za ne-prehranske namene; kot olje za svetilke in mazanje strojev. Industrijsko stiskanje semena se je razširilo v šestdesetih letih 20. stoletja, ko so v pridelavo uvedli nove sorte, katerih olje je jedilno. Skoraj v celoti so bile odstranjene eruka kisline (vsebujejo jih še do 0,1 %), ki povzročajo bolezni srca in ožilja, zmanjšana je bila vsebnost glukozinulatov in linolenove kisline ('sorte 00'). Za jedilne namene olje prečistijo, za tehnične namene se uporablja neprečiščeno (hidravlična olja, maziva za stroje, olje za mazanje verig in vodil motornih žag, v industriji pralnih sredstev, tekstila, barv, lakov, kemikalij, za strojenje usnja,...). Del pridelka se uporabi v industriji biodizla. Z 1 ha posevka dobimo okrog 1.031 litrov biodizla (poglavje 3.4, preglednica 3.4.3).

Seme vsebuje okrog 50 % olja, 15 % do 25 % beljakovin, minerale in vitamine. Vsebuje tudi omega-3 maščobne kisline. V primerjavi z drugimi rastlinskimi olji ima najmanjšo vsebnost nasičenih maščobnih kislin (6 % do 8 % od skupne vsebnosti maščobnih kislin). Zaradi ugodne sestave maščobnih kislin in zadostne vsebnosti vitamina E je olje oljne ogrščice v svetu med najbolj iskanimi rastlinskimi olji. V ZDA in Kanadi ga izmed rastlinskih olj uporabijo največ. Uporablja se za pripravo marinad, solat, hladnih jedi, otroške hrane, margarin, solatnih polivk, majoneze,

lahko pa ga segrejemo tudi do 180 °C in je zato uporabno tudi za pečenje in kuhanje. V primerjavi s sončničnim in sojinim oljem je olje oljne ogrščice bolj obstojno tudi po večkratnem pogrevanju.

V prehrani živali se ogrščično zrnje ne uporablja, ker vsebuje preveliko maščob ali pa preveč nenasičenih maščobnih kislin, poleg tega je za tak namen predrago. Kot beljakovinski dodatek krmi pa so cenjeni ostanki po stiskanju olja, saj pri novejših sortah ne vsebujejo zdravju škodljivih snovi, imajo velik delež beljakovin dobre kakovosti, veliko vsebnost mineralov in vitaminov ter so po dostopni ceni. Vsebujejo 35 % do 40 % beljakovin in do 18 % maščob ter so dober vir selena za živali. V primerjavi s sojinimi pogačami imajo sicer pogače ogrščice manjšo vsebnost lizina, kar pa se kompenzira z dodatkom žit ali mlinskih stranskih proizvodov v obrok, vsebnost nekaterih drugih aminokislin pa je večja. Primerna dnevna količina se razlikuje glede na vrsto živali.

Slama, ki ostane na njivi po žetvi, se podorje, prav tako ostane za njo na njivi masiven koreninski sistem, zato oljna ogrščica pozitivno vpliva na vsebnost organske snovi v tleh. Sejemo jo tudi kot podorino in za pozno jesensko ali zgodnjo spomladansko krmo. Ogrščica da do 50 t/ha zelinja. Konec aprila in skozi ves mesec maj, ko posevek cveti, nudi obilno pašo čebelarom. Z 1 ha posevka naj bi čebele pridelale 100 kg medu.

Setev, oskrba in spravilo posevka

Za doseganje dobrega pridelka moramo pri ogrščici dosledno izvajati vse agrotehnične ukrepe. Izbrati moramo primerno njivo, setev opraviti pravočasno in z ustrežno količino semen, da dosežemo primeren sklop, zagotoviti hranila, preprečiti zapleveljenost in dosledno izvajati varstvo pred boleznimi in škodljivci. Je pa to oljnica, za katero so po vsej Sloveniji ugodne podnebne razmere.

Da je rastlini zagotovljena nemotena rast in razvoj, potrebuje vseskozi dovolj svetlobe, primerno temperaturo, vodo in hranila, sicer se odzove z zmanjšanjem pridelka. Posevek vznikne v sedmih do desetih dneh. Za začetni razvoj je ugodna povprečna temperatura zraka nad 15 °C. Če so rastline pred zimo primerno razvite, niso občutljive na mraz in zdržijo do -15 °C, pod snegom do -25 °C, slabo pa prenašajo hitre temperaturne spremembe. Prezimatev je odvisna od gostote setve, okužb in napada škodljivcev. Spomladi se iz vršičkov na zgornjem delu korenine razvijejo stebila. Rast se začne pri temperaturi 3 °C do 5 °C. Pomlad naj bi bila hladna, v času cvetenja, oblikovanja luskov in za dozorevanje semena pa naj bi bila

povprečna dnevna temperatura okrog 20 °C. Za rast in razvoj potrebuje ogrščica vsoto temperatur 2200 °C do 2700 °C. Transpiracijski koeficient je 600 do 700. Predvsem je vlaga potrebna v času steblenja, brstenja in polnjenja zrnja.

Ogrščici ustrezajo grudičasta ilovnato-peščena tla z urejenim vodo-zračnim režimom, neprimerna pa so peščena tla. Slabo uspeva tudi na kislih, težkih, vlažnih in hladnih ter zbitih tleh in na zapleveljenih njivah. V zbitih tleh se koreninski sistem slabše razvije, kar povzroči, da so rastline bolj občutljive na stresne razmere in imajo slabše možnosti in sposobnost črpanja hranil iz globljih plasti tal. Po padavinah se na tleh ne sme zadrževati voda, saj to povzroči propadanje rastlin. Zaradi tega moramo še pred setvijo oljne ogrščice zrahljati in pripraviti tudi spodnje plasti tal, saj je to zelo pomembno za dober razvoj koreninskega sistema in vzpostavitev dobrega vodo-zračnega režima v tleh. Vrednost pH tal mora biti nad 5,5.

Monokulture zaradi številnih bolezni in škodljivcev ter enostranske zapleveljenosti ne prenaša. Na isto njivo lahko pride šele po štirih letih. Sejemo jo v glavnem za strnimi žiti in zgodnjim krompirjem. Neprimerni prejšnji posevki so pese in vsi iz družine križnic (krmna repica, gorjušice,...) ter sončnice, soja, grah, fižol in detelja zaradi bolezni in škodljivcev, ki prezimijo v ostankih teh kultur in napadajo ogrščico. Ne sejemo jo v kolobarju s sladkorno peso. Kot kolobarni člen je zelo dobrodošla, saj dobro vpliva na rodovitnost tal in spada med ugodilke. Zaradi dobrega zastiranja tal in gosto razvejanega koreninskega sistema pozitivno vpliva na strukturo tal in ker se slama ogrščice načeloma ne odpelje z njive, ostaja za njo na njivi velika količina lahko razgradljive organske mase, kar pozitivno vpliva na mikrobno aktivnost tal. Primeren posevek za vključitev v kolobar je tudi zato, ker vegetacijo zaključi v glavnem pred nastopom poletnih suš ali nalivov, zato ji suša tudi na lažjih tipih tal naredi manj škode v primerjavi s katero drugo poljščino, ki jo sejemo spomladi. Je delovno ekstenzivna poljščina, saj porabimo na enoto površine med poljščinami zanjo najmanj ur. V kolobarju ji lahko sledijo posevki večine poljščin, izbrati pa je bolje takšne, v katerih osuto seme ne bo predstavljalo nepremagljive težave. Ogrščici lahko sledijo tudi dosevki, saj jo žanjemo dovolj zgodaj poleti. Lahko pa pustimo, da osuto seme oljne ogrščice vzkali in ga jeseni zaorjemo kot podor. Za sabo sicer pušča razpleveljeno njivo.

Po žetvi strnih žit zaorjemo žetvene ostanke na globino do 15 cm in njivo obdelamo s klinasto ali kolutasto brano. Dva do tri tedne pred setvijo ponovno orjemo, in sicer na globino 20 do 25 cm, zorano površino pa takoj pobranamo, da preprečimo izhlapevanje. S tem zagotovimo, da se tla do setve sesedejo, saj je seme ogrščice drobno, poleg tega pa s tem spodbudimo plevela h kalitvi in vzniku, da jih pri

predsetveni obdelavi uničimo. Frezanje se ne priporoča, da ne razmnožimo koreninskih plevelov. Če je čas med oranjem in setvijo kratek, se priporočajo pred setvijo dva do trije hodi s predsetvenikom. Pazljivi moramo biti, da ne naredimo prašnih delcev, ker se sicer površina zaskorji, kar ima za posledico slabši vznik in s tem manjši pridelek. Površina mora biti pokrita z 2 do 3 cm debelimi grudicami, ki preprečujejo zaskorjitev površine tal po dežju.

Setev opravimo z žitno sejalnico na medvrstno razdaljo 12,5 do 25 cm in razdaljo v vrsti 4 do 5 cm. Globina setve je 1,5 do 3 cm. Hitrost setve ne sme biti večja kot 6 do 7 km/h. Pri setvi oblikujemo vozne steze, da kasneje pri oskrbi posevka ne lomimo rastlin, kar bi predstavljalo žarišča okužb in škodljivcev, in da je škropljenje ter dognojevanje opravljeno natančno oziroma ne puščamo nepoškropljenih pasov ali pasov, poškropljenih dvakrat. Za dobro prezimitev mora oljna ogrščica v jesenskem času tvoriti dovolj nadzemne mase in dobro razviti koreninski sistem, zato je višina pridelka zelo odvisna od izbire pravega časa za setev. Sejemo od 20. avgusta do 10. septembra. Pri prezigodnji setvi so lahko rastline pred zimo prebujne in lahko zaradi tega slabše prezimijo, zmrzne jim lahko rastni vršiček. Pri prepozni setvi pa pride do izsušitve, saj rastline pred zimo ne utegnejo oblikovati 6 do 8 listov in dobrega koreninskega sistema. Za ustrezen razvoj koreninskega sistema je poleg ustreznega časa setve tudi pomembno, da so tla dobro obdelana, zračna, ustrezno pognojena in brez plazine. Porabimo 3 do 6 kg/ha semena, odvisno od absolutne mase semena, ki je 3 do 5 g, kalivosti, čistote semena in lastnosti tal. Pri novejših sortah in predvsem hibridih je količina semena 2 do 4 kg/ha; manj pri idealnih razmerah, več pri slabših razmerah za vznik in razvoj. Pri hibridih naj bi bilo posejanih 70 semen/m² (3,5 kg/ha semena z absolutno maso 5 g), pri konvencionalnih sortah 120 semen/m² (6 kg/ha semena z absolutno maso 5 g). Pri prevelikih količinah je posevek pregost, s čimer se poveča možnost za razvoj bolezni, rastline pa se do zime ne razvijejo ustrezno. Zato se držimo navodil žlahtnitelja, kljub temu da se posevek 50 rastlin/m² zdi spomladi redek. Ob koncu cvetenja naj bi bil indeks površine zelenih delov (listi in steblo) 4 do 5, kar je pomenilo v jeseni/pozimi 0,75 do 1,0. Odprti posevki, ki dovoljujejo dostop svetlobe do spodnjih luskov, imajo večji pridelek zrnja. V gostih posevkih so spodnji luski namreč močno zasenčeni, zato so prazni ali pa v njih zrnje ne dozori. Dozorevanje zrnja in njihova velikost pri ogrščici sta namreč zelo odvisna od svetlobe, ki jo posevek absorbira v času po cvetenju. Bolje je torej dosledno izvajati redne ukrepe na ustrezno gostem posevku ob ustreznih terminih kot kasneje spomladi zavirati pregoste posevke z rastnimi regulatorji, zmanjšanimi odmerki hranil in celo z mehansko defoliacijo.

Prezimitev rastlin je poleg časa setve in oskrbe s hranili zelo odvisna tudi od vremenskih razmer jeseni in pozimi. V zimskem času lahko propade tudi do 30 % rastlin; več pri neenakomernih in pregostih posevkih. Po izkušnjah strokovnjakov Kmetijsko gozdarskega zavoda Maribor (Zadravec, 2005) za dober pridelek sklop po prezimitvi ne sme biti pod 30 rastlin/m², po drugih podatkih pa naj bi bil sklop po prezimitvi 60 do 80 rastlin/m². Če sejemo v suha tla, njivo po setvi povaljamo z lažjimi gladkimi valjarji.

Odvzem hranil je odvisen od sorte/hibrida, tipa (ozimna, jara), pridelka, tvorbe suhe snovi in oskrbe z vodo in hranili. Na visoko produktivnih območjih (osrednja Evropa) posevek ozimne oljne ogrščice že pred zimo tvori 2 do 3 t/ha suhe snovi in odvzame 50 do 100 kg/ha N in K₂O ter 20 do 40 kg/ha P₂O₅. Nekaj listov čez zimo sicer pozebe in propade. Za naše razmere avtorji navajajo, da potrebuje ogrščica od vznika do zime 10 % do 20 % hranil, od začetka pomladi do cvetenja 60 % do 80 %, ostalo pa v času zorenja. Odvzem hranil z jarimi sortami je manjši; v Kanadi navajajo odvzem 120 kg/ha N, 50 kg/ha P₂O₅, 95 kg/ha K₂O in 25 kg/ha S v rastni sezoni jare ogrščice.

Gnojenje s fosforjevimi in kalijevimi gnojili opravimo glede na oskrbljenost tal in predviden odvzem s pridelkom. S tono zrnja ozimne oljne ogrščice odnesemo z njive 40 do 60 kg/ha N, 25 do 35 kg/ha P₂O₅, 40 do 60 kg/ha K₂O in 7 do 12 kg/ha MgO. Če so tla ustrezno oskrbljena s fosforjem in kalijem – razred oskrbljenosti C, za pričakovani pridelek 3 t/ha zrnja in pripadajočo slamo pognojimo s 160 do 200 kg/ha N, 100 do 115 kg/ha P₂O₅ in 180 do 240 kg/ha K₂O. Fosforjeva in kalijeva gnojila ter tretjino odmerka dušika potrosimo pred setvijo. Čeprav večino kalija vrnemo po žetvi nazaj (slama), ga moramo v začetku sezone priskrbeti, saj pomanjkanje kalija v tleh v rastni sezoni ogrščice negativno vpliva na pridelek. Predvsem visok odvzem tega hranila je od začetka spomladanske rasti do cvetenja (tudi 6 do 12 kg/ha K₂O na dan). Odvzem dušika, žvepla in magnezija je od začetka spomladanske rasti do zrelosti bolj enakomeren.

Pri ogrščici je zelo pomembna uravnotežena oskrba s hranili, ki morajo biti rastlini dostopna. Zato mora biti primerna tudi vrednost pH tal, saj pri prenizkih vrednostih, na primer, rastline ne morejo sprejemati fosforja in koreninski sistem se jeseni slabše razvije. Po drugi strani pa lahko rastline črpajo iz tal več dušika, kot ga potrebujejo. Manj težav je, če imajo tla ustrezno vrednost pH in ustrezno vsebnost humusa.

Če tla niso ustrezno oskrbljena z magnezijem, pred setvijo zadelamo glede na analizo tal tudi to hranilo. Smiselno je tudi gnojenje z gnojili, ki vsebujejo žveplo

(kombinirana gnojila, ki vsebujejo tudi žveplo), saj posevek odvzame približno toliko žvepla kot fosforja; za pridelek 4 t/ha 70 do 80 kg/ha S. Odvzem žvepla je največji v času cvetenja in nastavljanja luskov. Nekaj žvepla pričakujemo, da pride v tla s padavinami in suhim depozitom iz zraka, nekaj se ga sprosti z mineralizacijo organske snovi, razliko (20 do 50 kg/ha) pa moramo za visoke pridelke pokriti z gnojilom. V Nemčiji (po VDLUFA) je priporočena količina 20 do 40 kg/ha S, na tleh, kjer se večkrat kažejo simptomi pomanjkanja, pa 50 do 70 kg/ha S. Predvsem je to pomembno na peščenih tleh z majhno vsebnostjo humusa in v primeru obilnih padavin. Ker mlade rastline jeseni še nimajo dovolj razvitega koreninskega sistema, da bi zajele vso žveplo, ga zaradi nevarnosti spiranja raje ne apliciramo samo v enem obroku ob setvi, ampak v več obrokih skupaj z dušikom, najkasneje pa v začetku spomladanske rasti (pred steblenjem). Pred setvijo potrosimo 10 do 20 kg/ha S. Zaradi boljšega in hitrejšega delovanja so bolj kot gnojila z elementarnim žveplom priporočljivi sulfati. Kalijev, magnezijev in kalcijev sulfat so nevtralne soli in ne vplivajo na vrednost pH tal. Za dober pridelek mora biti oskrba z dušikom in žveplom usklajena, saj rastline regulirajo odvzem žvepla tudi glede na odvzem dušika; intenzivno gnojenje z dušikom vodi v povečano zahtevo rastlin po žveplu. Premajhna oskrba z žveplom omejuje število semen na lusk, predvsem v zgornjem delu rastline, četudi je oskrba z dušikom zadovoljiva. Kljub temu da ni vidnih znakov pomanjkanja na rastlini, se pridelek zmanjša. S poskusi so ugotovili, da se je na lokaciji, slabše oskrbljeni z žveplom, pridelek ogrščice s povečevanjem odmerka dušika povečal veliko manj, če niso hkrati pognojili tudi z gnojilom, ki je vsebovalo žveplo.

V primerjavi z drugimi posevki, ki ne spadajo h križnicam, ima oljna ogrščica relativno velike potrebe po boru in je občutljiva na njegovo pomanjkanje (cvetni prah ima manjšo življenjsko moč, nastavek semena je zelo zmanjšan, tvorba beljakovin je omejena). Zato predvsem na lažjih peščenih tleh in tleh z višjimi vrednostmi pH uporabimo tudi gnojila, ki vsebujejo bor. Vsekakor se za to poljščino priporoča analiza tal in aplikacija v skladu z analizo tudi za to hranilo. Gnojilo, ki vsebuje bor, lahko potrosimo ob setvi, skladno z nasvetom glede na analizo tal, ali ga apliciramo med rastno dobo foliarno, hkrati s FFS.

Apnjenja pred setvijo oljne ogrščice ne izvajamo, če ni nujno potrebno, ampak za to poskrbimo pred setvijo drugih posevkov v kolobarju.

Odvzem dušika pred zimo je dokaj velik, vendar moramo upoštevati tudi dušik, ki je v jeseni že na voljo v tleh. Z odmerkom dušika pred setvijo ne smemo pretiravati, saj lahko jeseni povzroči prebujno rast in celo prehod v steblenje, zaradi česar ogrščica

slabše prezimi. Zato če so tla dobro obdelana, rodovitna in sejemo zgodaj, lahko v nekaterih primerih ocenimo, da gnojenje z dušikovimi gnojili ob setvi ni potrebno. Nujno potrebno pa je na manj rodovitnih njivah, kjer je zaloga dušika majhna ali je dostopnost dušika ovirana zaradi suhega vremena, nizkih temperatur po setvi, slabe strukture tal ali obilnega jesenskega deževja. Prav tako je potrebno gnojenje z dušikom pred setvijo, če smo zaorali slamo, zaradi česar se velik delež dušika v tleh začasno fiksira. Več kot je teh dejavnikov, večji obrok dušika je potreben (do 70 kg/ha N; pri nas običajno 40 do 60 kg/ha N).

Kot navaja Vajs (2008), količino dušika za dognojevanje spomladi določimo glede na analizo N_{min} do globine 60 cm. Od ciljne vrednosti (180 kg/ha N za pridelek 3 t/ha oziroma 240 kg/ha N za pridelek 4 t/ha) odštejemo vsebnost rastlinam dostopnega dušika v tleh spomladi do globine 60 cm in količino, ki smo jo pognojili ob setvi. Dobljeno količino delimo na dva obroka. Prvega potrosimo takoj v začetku spomladanske rasti, ki se začne že pri 2 °C, to je 10 do 14 dni pred ozimnimi žiti. Drugi obrok potrosimo tik pred cvetenjem – v stadiju zbitih popkov (od faze BBCH 50 naprej). Če je prezimitev posevka slaba, dobljeno količino delimo na dva enako velika obroka, če pa so rastline po prezimitvi dobro razvite, je velikost prvega obroka tretjina izračunane vrednosti. Upoštevati pa moramo, da v enem obroku ne smemo preseči zakonsko dovoljenega odmerka 80 kg/ha N. Pravočasno dognojevanje spomladi vpliva na večje število stranskih poganjkov in s tem število luskov na rastlino ter regeneracijo korenin in listne rozete. Za dognojevanje uporabimo KAN, ki najmanj zakisa tla. Lahko se odločimo še za tretje spomladansko dognojevanje. V tem primeru v začetku polnega cvetenja foliarno apliciramo 10% izračunane količine dušika, ki jo odštejemo od drugega spomladanskega obroka. Če analize tal na N_{min} ne izvedemo, z dušikom dognojujemo ob setvi s 40 do 60 kg/ha N, spomladi takoj v začetku spomladanske rasti oziroma ko skopni sneg s 60 do 80 kg/ha N in tretjič v stadiju zbitih popkov do 60 kg/ha N.

Vsekakor pa agrotehnične ukrepe prilagodimo izbiri sorte/hibrida, saj nekatere sorte ne zahtevajo intenzivne agrotehniške in pri teh tudi pri velikih vložkih ne bomo dosegli visokega pridelka, lahko pa vložimo manj. Nasprotno pa nekatere sorte zahtevajo intenzivno pridelavo in se nanjo odzovejo s pridelkom.

Spomladi se v gostih posevkih priporoča česanje, s katerim tla rahljamo in prezračimo, odstranimo večino enoletnih plevelov in omogočimo razmere za sproščanje dušika iz organske snovi. Ukrep izvajamo, ko so tla primerno suha, pri tem pa skrbimo, da sproti odstranjujemo maso plevela, ki se nabira na zobcih, saj lahko sicer povzroči gnitje.

Rastna doba olje ogrščice je okrog 300 dni. Dozori med 1. in 10. julijem. Žanjemo jo z žitnim kombajnom, ki ima mizni podaljšek za lovljenje osipajočega zrnja ter bočno nameščene navpične kose, ki režejo spletene rastline ob boku kombajna. Da dosežemo minimalni osip zrnja, zmanjšamo hitrost bobna na 700 vrtljajev na minuto in prilagodimo hitrost vožnje. Če je osipanje večje, je bolje žeti v večernih ali nočnih urah. Ob tehnološki zrelosti so steblo in luski svetlo rjavi, le pri tleh so stebila še zelene barve. Luski se še ne odpirajo, so vijugasto izbočeni, zrnje se še ne osipa. Da so izgube zrnja čim manjše in kombajniranje poteka hitreje, se žetev na večjih površinah izvaja dvofazno. V prvi fazi jo pokosijo pri 20 % vlagi in jo spravijo v redi, ko pa se osuši na 10 do 15 odstotno vlago jo skombajnirajo. Če je enofazni sistem - pri nas je večinoma ta - potem začnemo s kombajniranjem pri 10 do 15 odstotni vlagi. Če ima zrnje pred skladiščenjem več kot 9-odstotno vlago, ga moramo pred tem dosušiti na 7 do 8 odstotno vlago.

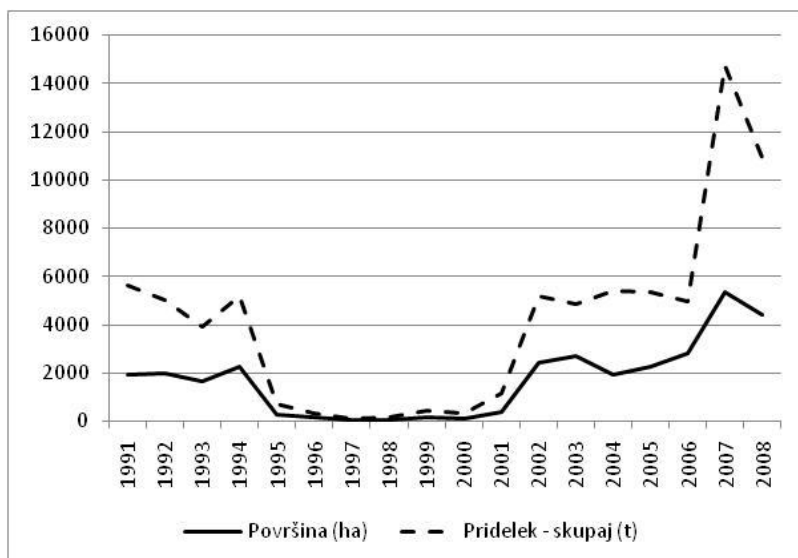
Pridelek in površina pod oljno ogrščico

Predniki oljne ogrščice izvirajo iz Sredozemlja in jugovzhodne Azije, današnja ogrščica pa naj bi nastala šele v 17. stoletju z naravnim križanjem samoraslega zelja (*Brassica oleracea*) in repice (*Brassica campestris*). Danes se prideluje na vseh kontinentih. Največja proizvodnja je na Kitajskem (25 %) in v Kanadi (20 %), sledi Indija (14 %). V Evropi je bilo z oljno ogrščico zasejanih med letoma 1991 in 2007 med 3,2 in 8,1 mio ha, na svetu med 20 in 30,8 mio ha.

V Sloveniji so oljno ogrščico pridelovali že leta 1780. Med letoma 1984 in 1994 je bila to najbolj perspektivna oljnica v Sloveniji, potem pa so se površine hitro zmanjšale. V zadnjih letih se ogrščica v Sloveniji zopet prideluje na večjih površinah. V letih med 1991 in 2008 je bila tako površina pod oljno ogrščico v Sloveniji po podatkih SURS med 54 in 5358 ha (slika 1.1.1).

Pridelek je odvisen od podnebnih razmer, rodovitnosti tal, intenzivnosti pridelave, gnojenja ter sorte/hibrida, zato se povprečje med deželami pridelovalkami zelo razlikuje. V letih 1991 do 2008 je bil povprečni pridelek v Sloveniji 1,8 do 2,9 t/ha, na svetu med 1,3 in 1,8 t/ha, v Evropi med 2,3 in 3,2 t/ha, posamezni pridelovalci pa dosega tudi več kot 5 t/ha. Pri nas lahko pričakujemo pridelek 3 do 4,5 t/ha. Vsebnost olja v semenu je okrog 50 odstotna, odvisna pa je od sorte/hibrida, vremenskih razmer in gnojenja z dušikom.

Glede na predstavljene podatke (50 odstotna vsebnost olja, pridelek 2,5 t/ha) in predvidevanje, da bi vso zrnje stisnili v olje, smo v zadnjih osemnajstih letih v Sloveniji pridelali od 67.500 litrov do 6,7 mio litrov olja oljne ogrščice letno.



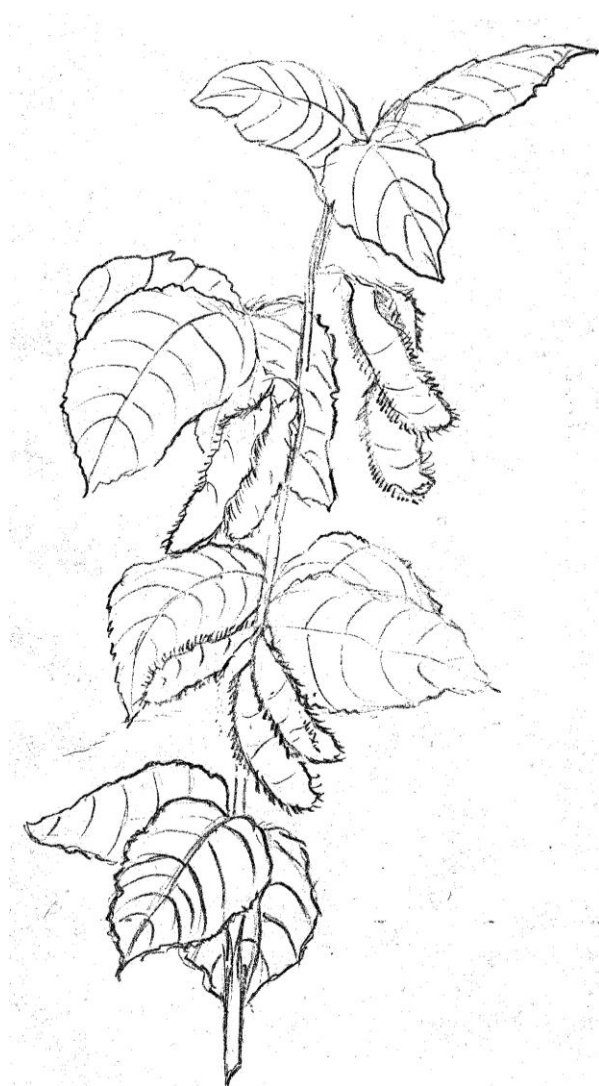
Slika 1.1.1: Površina pod oljno ogrščico v Sloveniji in skupen pridelek v letih 1991 do 2008 po podatkih Statističnega urada RS

Uporabljena literatura

- Čeh, B. 2005. Bor v prehrani poljščin. Kmetovalec, 73, 11: 6-8
- Čeh, B., Hrastar, R., Tajnšek, A., Košir, I. J. 2008. Impact of source and application time of sulphur on the yield, oil content in winter oilseed rape. Acta agric. Slov., 91, 1: 5-14
- FAOSTAT. 2009. Dostopno na: <http://faostat.fao.org/> (maj, 2009)
- Kocjan Ačko, D. 1999. Ogrščica. V: Pozabljene poljščine, Ljubljana, Kmečki glas: 119-134
- Orlovius, K. 2003. Fertilizing for High Yield and Quality. International Potash Institute, Basel, Switzerland, Bulletin 16: 130 s.
- Skupina Panvita. Priročnik o proizvodnji oljne ogrščice. KG Rakičan d. d.: 24 s.
- Statistični urad Republike Slovenije. Pridelava poljščin. Dostopno na: <http://www.stat.si> (maj, 2009)
- Syngenta AG. 2002. Oilseed Rape Management Guide. Syngenta Crop Protection, Cambridge, UK: 42
- Tajnšek, T. (A.). 1986. Oljna ogrščica in sončnica. ČZP Kmečki glas. Ljubljana: 6-77
- Vajs, S. 2008. Dognovanje oljne ogrščice. Kmečki glas, št. 6, 6. 2. 2008: 9
- Zadravec, D. 2005. Kaj vpliva na višino pridelka oljne ogrščice. Kmečki glas, 21. 9. 2005: 8
- Zadravec, D. 2008. Prednosti in slabosti zgodnje setve oljne ogrščice. Kmečki glas, št. 24: 10

1.2 Soja²

Soja (*Glycine max* (L.) Merr) je enoletna zelnata rastlina grmičaste oblike. Spada v družino *Fabaceae* in rod *Glycine*. Steblo rastline je gosto obraslo z dlačicami. Zraste 20 do 100 cm visoko, odvisno od sorte, dolžine rastne dobe in pridelovalnih razmer. Zelo pozne sorte lahko v ugodnih razmerah zrastejo tudi več kot 1,5 m visoko. Pomemben vpliv na višino stebela ima tudi gostota setve – gosteje, kot sejemo, nižje so rastline.



Stebela mladih rastlin so mehkejša, zelene barve, lahko tudi svetlo vijolične. Z zorenjem dobiva steblo sivo rumeno ali svetlo rumeno barvo in postaja vse trše. Steblo je razvejano, členkovito (dolžina členkov 3 do 13 cm), na prerezu okroglo (premer 5 do 20 mm).

Sorte, ki imajo tanka stebela v gostem posevku, so bolj občutljive na poleganje. Iz kolenc rastlina požene liste in stranske veje. Na rastlino se oblikuje 2 do 15 stranskih vej, prva na višini 1 do 20 cm. Razvejitev je odvisna od lastnosti sorte (stebelni ali grmičasti tip) in pridelovalnih razmer. Rastline v gostih posevkih se zelo malo razvejejo, lahko se celo ne razvejajo. Zaradi možnosti strojne žetve je zaželen grmičast tip soje, ki se veji dovolj visoko od tal, tako da lahko zajamemo pri žetvi vse stroke. Primernejše so sorte s tršimi stebli, ki so bolj odporna na poleganje.

² Doc. dr. Barbara ČEH

Korenine soje so vretenaste z dobro razvito glavno korenino, vendar so tudi stranske korenine dobro razvite. Večina korenin se razvije do globine ornice (do 30 cm), odvisno od lastnosti tal, sorte in podnebnih dejavnikov pa lahko posamezne korenine zrastejo tudi do globine 1,5 m ali več. Stranske koreninice rasejo horizontalno 40 do 70 cm, nato se obrnejo v globino. Korenine soje imajo veliko črpalno moč za hranila in vodo, zato rastlina lažje prenaša sušnejše razmere. K temu pripomore še odlakanost celotnega nadzemnega dela rastline.

Zaradi okužbe z bakterijami *Rhizobium japonicum* se na koreninah, v glavnem na tistih v ornici, 30 do 40 dni po vzniku pojavi do 90 gomoljčastih odebelitev (odvisno od prisotnosti bakterij v tleh in lastnosti tal). S pomočjo teh bakterij lahko veže rastlina dušik iz atmosfere v tla.



Listi soje so sestavljeni iz treh lističev (tripernati), razen prvega para, ki ima na listnem pecelju samo en list. Listni pecelj srednjega lističa je najdaljši, pecelja stranskih lističev sta zelo kratka. Posamezni lističi so dolgi 6 do 12 cm, široki 3 do 9 cm. So različnih oblik (srčasti, trikotni, šilasti, jajčasti, ovalni,...), konica vršnega lističa pa je bolj ali manj zašiljena. Površina lističa je ravna in gladka ali rahlo valovita, z obeh strani je porasla z dlačicami. Pri večini sort lističi ob zorenju odpadejo, medtem ko na ostalih sortah ostanejo na rastlini tudi, ko je zrnje zrelo.

Cvetovi soje so beli, blede vijolični ali svetlo rumeni, brez vonja, veliki 5 do 9 mm, po zgradbi pa enaki kot pri drugih metuljnicah (sestavljene iz jadra, krilc in ladjice). Zgrajeni so iz petih čašnih listov, treh venčnih listov, desetih prašnikov in enega pestiča. Niti devetih prašnikov so zrasle, deseti zgornji prašnik je prost. Glede na dolžino rastne dobe lahko traja cvetenje 15 do 80 dni. Samoprašna oploditev je približno 99,6 odstotna. V običajnih pridelovalnih razmerah odpade do 20 % cvetov, pri temperaturi pod 10 °C, pri visokih temperaturah in pri pomanjkanju vlage pa lahko odpade več kot 90 % cvetov. Odpadanje cvetov je odvisno tudi od sorte.

Cvetovi pri soji so združeni v grozdasto socvetje; običajno po 2 do 5, včasih pa je v socvetju tudi do 20 cvetov (odvisno od sorte in rastnih razmer). Socvetja se tvorijo v listnih pazduhah sestavljenega lista. Lahko so kratka in zbita ali pa rahla in dolga. Pri sortah s kratko rastno dobo se socvetja oblikujejo nižje na stebelu kot pri poznih sortah.

Plod pri stročnicah je strok. Stroki soje so dolgi 3 do 5 cm, 0,5 do 1,5 cm široki, imajo eno do pet semen, najpogosteje dva do tri. Tako kot listi in steblo so porasli z dlačicami. Pred zorenjem prej zeleni stroki postanejo svetlo do temno rumeni. Število semen na rastlino je 10 do 300, odvisno od sorte, rastnih razmer in agrotehnike. Za strojno žetev je zaželeno, da so prvi stroki šele na višini 10 do 15 cm. Do odpiranja strokov in izpadanja semen prihaja v primeru prezrelosti ali pogostega menjavanja vlažnega in suhega vremena. Odpiranje strokov v stadiju dozorevanja pa je tudi sortna lastnost.

Seme soje je različnih barv, velikosti (dolgo 5,7 do 14 mm, široko 4,5 do 10 mm), mase in oblike (okrogla, ovalna ali jajčasta), odvisno od sorte in rastnih razmer. Absolutna masa semena je 40 do 450 g, najpogosteje 100 do 300 g. Semenska lupina predstavlja 7 % do 8 % skupne mase semena, je rjave, zelene, blede do intenzivno rumene, črne ali pisane barve, brez ali z delnim sijajem. Klična lista predstavljata približno 90 % skupne mase semena in sta rumena ali zelena. Popek je praviloma temnejši od semena.

Obstaja več kot 10.000 sort soje. Razvrstimo jih lahko: glede na pridelovalne razmere oziroma geografske skupine (poldivja, indijska, kitajska, korejska, mandžurska in slavonska), po dolžini rastne dobe (zgodnje z rastno dobo do 110 dni, srednje pozne, ki potrebujejo 110 do 130 dni, in pozne sorte, ki so na njivi od 130 do 170 dni), po barvi semena (rumene, zelene, temne, črne in dvobarvne), po namenu uporabe pridelka (sorte za predelavo z visokim odstotkom olja in beljakovin ter z zrnem rumene barve, krmne sorte, ki dajejo veliko zelinja z drobnejšim zrnem različne barve, ter jedilne sorte z debelejšim zrnem, ki se lahko kuhajo in nimajo neprijetnega okusa), po determinantnosti in nedeterminantnosti rasti (glede na način izražanja socvetij in pozneje strokov iz listnih pazduh), namenu pridelovanja (za olje oziroma za beljakovine), odpornosti na bolezni in škodljivce, odpornosti na sušo in na potrebe po vlagi.

Pomembno je, da posevek dozori septembra oziroma oktobra do prvih dni s slano. Za slovenske razmere, z izjemo Primorske, so primerne zelo zgodnje sorte z oznako 00 (rastna doba 80 dni) ali zgodnje sorte z oznako 0 (rastna doba 90 dni). V naših

podnebnih razmerah so sorte, označene z I in I-II ali celo III, ki imajo daljšo rastno dobo, primernejše za zelinje. Pri izbiri sorte upoštevamo še potencial za pridelek in vsebnost beljakovin in maščob ter sposobnost, da dajo pri boljši agrotehniki sorazmerno večji pridelek. Razen tega mora sorta omogočiti mehanizirano obdelavo in oskrbo, zlasti pa strojno žetev. Nastavek spodnjih strokov mora biti dovolj visoko od tal, stroki ob zorenju ne smejo pokati, odporna naj bi bila na poleganje in na bolezni ter imela čim večjo absolutno maso zrnja. Sorte, ki jih pridelujemo za siliranje, na primer s koruzo ali kakšno drugo poljščino, morajo dajati obilne pridelke zelinja in biti dobro razvejane, visoke rasti in odporne proti poleganju.

Soja ima rada toploto. Sorte s krajšo rastno dobo uspevajo, če je vsota efektivnih temperatur v rastnem obdobju vsaj 2000 °C, po nekaterih podatkih 1700 °C. Z rastno dobo se potreba po toploti veča in doseže višek v času oblikovanja cvetov in cvetenja. Optimalna temperatura za oblikovanje generativnih organov je 21 °C do 23 °C. V stadiju cvetenja je optimalna temperatura med 23 °C in 25 °C, minimalna pa 17 °C do 18 °C. Zorenje soje poteka optimalno pri temperaturi 19 °C do 20 °C, dozoreva pa tudi pri 16 °C. V primeru nižjih temperatur pride do zastoja v rasti in razvoju, lahko odpadejo cvetovi ali stroki. Večina sort je prilagojena zelo ozki geografski širini.

Soja ima velike potrebe po svetlobi in potrebuje močno osvetlitev. Svetloba za to rastlino ne predstavlja samo izvora energije za izvajanje fotosinteze, ampak je pomemben dejavnik, od katerega so odvisni številni procesi njenega razvoja. Je rastlina kratkega dne. Pri daljšanju dneva se rastna doba podaljša, rastline pozneje cvetijo in pozneje dozoriijo, poveča se tudi rast zelinja.

Soja potrebuje tudi veliko vlage, saj je njen transpiracijski koeficient 390 do 750 (običajno 500 do 600). V prvem delu rastne dobe je dokaj odporna na sušo, med tem ko suša v času cvetenja povzroča odpadanje cvetov in s tem posledično zmanjšuje pridelek. Potrebe po vlagi so največje v stadiju oblikovanja generativnih organov in takoj po cvetenju. Vendar pa ima po drugi strani velika količina padavin med cvetenjem negativen vpliv na oploditev. V kritičnih razvojnih fazah (pred cvetenjem, v času oblikovanja strokov in v času dotekanja asimilatov v zrnje) v primeru sušnih razmer namakamo z največ 30 do 40 mm vode, po možnosti s pršenjem. Najprimernejša zračna vlaga je 78 do 80 odstotna.

Namen pridelave

Soja sodi med najpomembnejše poljščine, kajti uporabna je ne le za prehrano ljudi in živali, temveč je zaradi kemijske sestave semena zelo primerna tudi za industrijsko

predelavo. Je najpomembnejša rastlina za pridelavo beljakovin na svetu; v semenu je več kot 30 % beljakovin, pri gensko spremenjenih sortah tudi do 55 %. Sojine beljakovine so po aminokislinski sestavi in po hranljivosti zelo podobne beljakovinom živalskega izvora. Seme vsebuje tudi okrog 20 % (14 % do 27 %) olja, ki ga največkrat izkoriščamo za nadaljnjo industrijsko predelavo. Vsebuje še 2,7 % do 12 % ogljikovih hidratov ter 3,7 % do 5,9 % pepela. S svojim močno razvejanim in globokim koreninskim sistemom zelo ugodno vpliva na vzdrževanje in izboljševanje strukture tal, poleg tega veže dušik iz zraka.

Uporabnost soje:

- v prehrani ljudi (juhe, solate, kruh, pecivo, omake, mleko, mlečni izdelki, nadomestek za meso, kalčki, solatno olje,...),
- v prehrani živali kot kakovostna beljakovinska krma (sojine pogače, moka in zdrob iz praženih semen, zelena masa, posušena in zmleta cela rastlina,...),
- v industriji (za krmila, za izdelavo sveč, lecitina, barv za tekstil, linoleja, različnih emulgatorjev, barv, firneža, mil, elektro-izolacijskega materiala, nepremočljivih tkanin, zdravil, lakov, plastičnih mas, tekstila, papirja, lepil, nadomestila za celuloid, sojine volne, hidravlično olje ali mazivo za stroje, uporablja se v živilsko predelovalni industriji in v proizvodnji biodizla,...).

Soja je pomembna surovina za prehransko industrijo (kruh, testenine, peciva, margarine, otroška hrana, masti). V prehrani ljudi uporabljamo sojino seme, moko, mleko, sir, maslo,... Biološka vrednost beljakovin v sojinih semenih je v primerjavi z beljakovinami iz drugih živil zelo visoka. V kombinaciji z žiti lahko s sojo v vegetarijanski prehrani pokrijemo večino esencialnih aminokislin. Za prehrano je poleg beljakovin in olja pomembna visoka vsebnost vitaminov (provitamina A, B1, B2, B3, B6, C, D, E in K). Sojino moko uporabljamo pri pripravi kruha za diabetike, ker vsebuje namesto škroba dekstrin.

Omenja se tudi kot zdravilna rastlina. Ugodno razmerje aminokislin ter druge snovi v sojinem zrnju naj bi zavirale nastanek raka, zniževale holesterol v krvi, koncentracijo trigliceridov v krvi in tudi krvni sladkor pri diabetikih.

Sojine beljakovine imajo veliko biološko vrednost, vendar pa je njihova prebavljivost slaba zaradi prisotnosti tripsinskega inhibitorja in hemaglutinina, ki zavirata prebavo beljakovin. Prebavljivost se izboljša že s petnajst minutnim kuhanjem zrnja, praženjem ali pečenjem, vendar pa se s tem zmanjša njihova biološka vrednost.

Suho zrnje soje se zaradi inhibitorja tripsina brez termične obdelave ne more uporabljati tudi za krmo živine, kar je lahko ovira. V surovi soji so tudi saponini, ki povzročajo napenjanje, bruhanje in ovirajo delovanje encimov, in oksidaza, ki oksidira in uniči karotene. Vendar če sojino zrnje siliramo skupaj z zrnjem koruze, naj termična obdelava ne bi bila potrebna, ker se v procesu fermentacije omenjeni inhibitorji razgradijo.

Cela zelena rastlina se krmi sveža ali pa jo siliramo skupaj s koruzno ali travno silažo. Na ta način lahko dobimo zelo ugodno škrobno-beljakovinsko razmerje. Rastlina soje vsebuje okrog 15 % beljakovin, 45 % ogljikovih hidratov ter 11 % mineralnih snovi in vitaminov.

Sojine tropine in pogače, ki ostanejo po ekstrahiranju in hladnem stiskanju olja, pa tudi moka in zdrob iz praženih semen so zelo kakovostna beljakovinska krma. Še posebej je ta vir beljakovin pomemben v ekološkem kmetovanju oziroma v ekoloških rejah in drugje, kjer želijo živalske beljakovine zamenjati z rastlinskimi.

Setev, oskrba in spravilo posevka

Če želimo dober pridelek, zahteva soja najboljše mesto v kolobarju, kakovostno obdelavo tal in učinkovito varstvo pred pleveli, boleznimi in škodljivci. Na dobro obdelanih tleh prodrejo korenine globlje in se močneje delijo, kar naredi rastlino odpornejšo proti suši. Če jo sejemo zaradi izboljševanja tal in le ta slabše pripravimo, oziroma jo sejemo na površinah, kjer nam spomladi ni uspelo posejati neke druge poljščine, ne moremo pričakovati enakega rezultata.

Kljub temu da glede predposevka ni občutljiva, ji najboljše ugajajo takšni, po katerih zemljišče ni zapleveljeno, s hlevskim gnojem gnojene okopavine, pa tudi strna žita, oljnice, industrijske rastline,... Slab predposevek je sončnica, ker sojo v tem primeru bolj napadajo bolezni. Po sončnici zato 2 do 3 leta soje ni priporočljivo sejati ali pa ti dve poljščini sploh ne dajemo v isti kolobar, če sončnico pridelujemo alternativno. Tudi setev za drugimi stročnicami ni najbolj ustrezna. Soja si lahko v krajšem obdobju sledi tudi kot monokultura, ne da bi se zmanjšal pridelek, vendar se v tem primeru vsako leto pojavlja več bolezni in škodljivcev. Zato naj na isto njivo pride šele po treh do štirih letih. Večji razmik med setvijo soje na isto površino pa po drugi strani zopet ni priporočljiv, saj po tem času začnejo izginjati iz tal simbiotske bakterije.

Kot vse stročnice je dober predposevek za vse ostale poljščine, saj bogati tla z organsko maso in dobro vpliva na fizikalne lastnosti tal. Pri strnih žitih je po soji sicer nekoliko težja optimizacija gnojenja z dušikom, ker ga bakterije vežejo iz zraka in ga lahko po spravilu v tleh ostane nepredvidljiva količina (40 do 75 kg/ha).

Tla, ki so primerna za gojenje koruze, so načeloma primerna tudi za sojo, najbolje pa uspeva na globokih rodovitnih tleh z dobrimi fizikalnimi lastnostmi. Dosti slabše rezultate lahko pričakujemo na težkih, zbitih, hladnih in prevlažnih tleh, prav tako tudi ni primerna za zelo lahka peščena tla, ker ne morejo zadrževati dovolj vlage. Soja ne prenaša kislih tal; najbolj ji odgovarja pH med 6,6 in 7,2. V Sloveniji so za sojo najprimernejša globoka, peščeno-ilovnata rjava tla. Za razvoj simbiotskih bakterij tla ne smejo biti preveč zbita, kisla ali alkalna.

V pridelavi soje je obdelava tal zelo pomembna, zato mora biti izvedena zelo pazljivo in ob najbolj primernem času. Z globino osnovne obdelave vplivamo na ureditev vodo-zračnega režima v tleh. Temeljno in predsetveno obdelavo tal izvedemo kot za jarine. Priporočeno je oranje do globine ornice. Če je potrebno, da lahko spomladi njivo pripravimo čim bolj ravno, po oranju opravimo grobo ravnanje. Spomladi, ko so tla primerno vlažna, njivo zravnamo, s čimer preprečimo nepotrebno izhlapevanje vode in zaskorjenje površine tal. Do setve je priporočljivo tla enkrat kultivirati, s čimer omogočimo hitro segrevanje in zračenje tal ter s tem pospešimo mikrobiološko življenje v tleh. Predsetvena priprava tal mora biti izvedena zelo pazljivo, da se zagotovijo optimalne razmere za življenjsko aktivnost talnih mikroorganizmov. Opravimo jo 5 do 6 dni pred setvijo do globine 7 do 10 cm.

Za uspešno pridelavo je čas setve zelo pomemben, pomembni dejavniki pa so tudi izbor sorte, priprava semena za setev, vreme ob setvi, način setve, količina semena, gostota in globina setve. Čas setve je podoben času setve koruze. Sejemo jo med 15. aprilom in 15. majem, odvisno od vremenskih razmer. Najugodnejši čas za setev je, ko se površinski sloj tal ogreje na 10 °C in mine nevarnost poznih pozeb. Setvena količina je 80 do 130 kg/ha semena. Seme sejemo s koruzno sejalnico ali sejalnico za sladkorno peso na medvrstno razdaljo 30 do 70 cm, odvisno od zrelostnega razreda oziroma habitusa sorte. Če želimo pridelati zelinje za krmo, je medvrstna razdalja 25 do 50 cm, razdaljo v vrsti pa zmanjšamo na nekaj cm. Globina setve je od 3 cm na težjih tleh do 5 cm na lažjih tleh. Setvenih razmikov ne prilagodimo samo namenu rabe pridelka ampak tudi bujnosti posamezne sorte.

Na njivah, kjer soja ni pogosto vključena v kolobar, je priporočljivo seme pred setvijo cepiti oziroma okužiti s koreninskimi bakterijami, ki živijo v simbiozi s sojo, saj se

bakterije, ki živijo na koreninah drugih metuljnic, ne morejo prilagoditi na korenine soje. Bakterijsko okužbo semena opravimo s posebnimi pripravki, ki jih neposredno pred setvijo zmešamo s semenom. Vlažno okuženo seme ob setvi zavarujemo pred sončno pripeko. Če je soja pogosto v kolobarju ali jo pridelujemo celo v monokulturi, se sčasoma v tleh razvije dovolj sojinih bakterij in ni več potreben nanos le-teh na seme. Količina dušika, ki ga lahko vežejo bakterije iz zraka, je od 100 kg/ha do 300 kg/ha. Od te količine okoli 25 % koristijo za svoje potrebe, okoli 75 % pa predajo rastlinam, na katerih živijo, oziroma ostane v tleh za sledeče rastline v kolobarju.

Posevek takoj po setvi povaljamo, še zlasti, če je nevarnost suše. Sledi drobljenje skorje in medvrstno okopavanje. Pri konvencionalnem kmetovanju zatiramo plevel s herbicidi, sicer pa z medvrstnim okopavanjem. Prvič kultiviramo do 10 cm globoko, ko požene soja prvi tripnati list. Drugo, plitvejše kultiviranje, sledi približno dva tedna kasneje, nato pa okopavamo po potrebi vse do sklenitve vrst.

Tudi sojo gnojimo glede na analizo tal in predviden odvzem hranil s posevkom. Za 100 kg zrnja in ustrezno količino zelinja potrebuje 7,2 do 10,8 kg dušika, 1,1 do 4,0 kg fosforja, 3,0 do 6,2 kg kalija, 2,4 do 15,0 kg kalcija in 1,5 do 2,0 kg magnezija. Fosforjeva in kalijeva gnojila zaorjemo jeseni (1/3 do 1/2 lahko tudi spomladi). Če gnojimo premalo, lahko soja izkoristi hranila, ki so v tleh, vendar na škodo naslednjemu posevku. Pri setvi spomladi je startna količina dušika 20 do 30 kg/ha. 50 % do 75 % potrebnega dušika pridobi rastlina iz zraka s pomočjo koreninskih bakterij, vendar pa, če ugotovimo, da rastline ne oblikujejo gomoljčkov, dognojujemo z dušikovimi gnojili še pred cvetenjem. Sicer pa velja, da večja, kot je količina dušika v tleh, manj se ga veže iz zraka, in obratno.

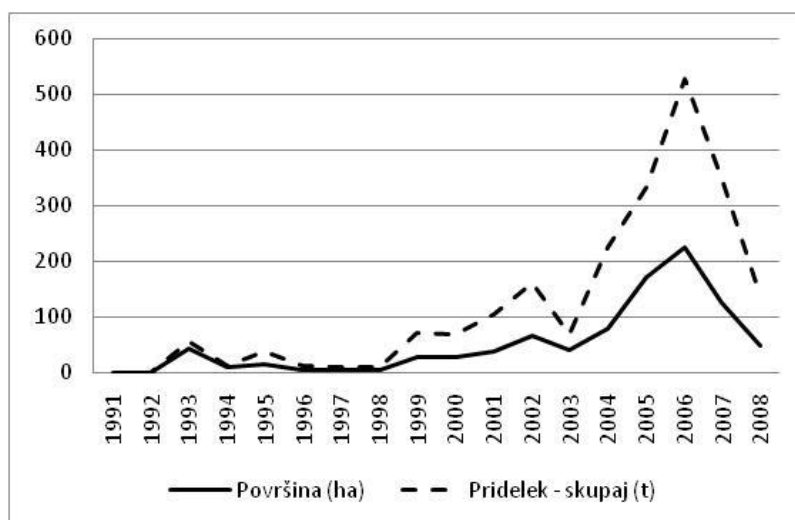
Sojo žanjemo le ob lepem in suhem vremenu med 10. in 25. septembrom. Pri večini sort nastopi polna zrelost sočasno z odpadanjem listov. Če pridelujemo sojo za stiskanje olja (jedilno olje, margarina), mletje zrnja v moko, za pripravo mleka, skute, sira (tofu), omak (tamari, shoyu, tempeh), krem (miso), za praženje (kavni nadomestek) in za kalitev (seme za setev in kalčke) žanjemo nekoliko pred polno zrelostjo, ko vsi stroki še niso popolnoma dozoreli, saj se seme v polni zrelosti rado osipa, stebila so žilava, stroki pa nizko nad zemljo in prihaja do večje izgube (tudi več kot 35 odstotne). Kombajn za žetev prilagodimo, da le-te zmanjšamo (povečamo število gibov kose, zmanjšamo število obratov na ustju kombajna,...). Če seme skladiščimo, vlažnost ne sme presegati 13 % do 14 %, sicer ga dosušimo. Sojo za zeleno zrnje in stročje spravljamo, ko so zrna v strokih v mlečni do voščeni zrelosti.

Žetev je lahko enofazna ali dvofazna. Problem je lahko plevel in neenakomerno dozorevanje. Če jeseni zrnje ni zrelo, na primer zaradi pozne setve, prevelikih količin dušika in pozne sorte, je rešitev, da siliramo celo rastlino v voščeni zrelosti samostojno ali skupaj s koruzo ali sončnico.

Površina pod sojo in pridelek

Soja spada med najstarejše gojene rastline. Poleg pire, pšenice in prosa je bila najpomembnejši vir prehrane kitajskemu narodu že leta 2.700 pr. n. št.. Izvira iz Kitajske in Mandžurije, razvila se je iz samorasle soje. Kasneje se je razširila v ostale dele Azije in druge dele sveta: Evropo, Severno Ameriko, Afriko in Avstralijo, kjer so jo začeli pridelovati v začetku 19. stoletja. Razprostira se od 20^o do 50^o severne širine in do 45^o južne širine.

Soja je svetovna strateška kultura. Od leta 1989 se površina pod to stročnico povečuje; v letu 1991 je bila okrog 55 mio ha, v letu 2007 95 mio ha. Med poljščinami zaseda četrto mesto (za pšenico, rižem in koruzo). Največjo površino pod sojo imajo v Severni Ameriki, sledi Azija. V Evropi je bilo s sojo zasejanih v letih od 1991 do 2007 med 0,9 in 2,3 mio ha. V Sloveniji je bila po podatkih SURS površina pod sojo v letih 1991 do 2008 med 4 in 226 ha (slika 1.2.1).



Slika 1.2.1: Površina pod sojo v Sloveniji in skupen pridelek v letih 1991 do 2008 po podatkih Statističnega urada RS

Seme soje vsebuje okrog 20 % (14 % do 27 %) olja, hektarski pridelki pa so po svetu zelo različni, odvisno od klimatskih in talnih dejavnikov ter agrotehnike. Leta 1989 je

bilo svetovno povprečje 1,9 t/ha, do leta 2000 se je povečalo na 2,2 t/ha, v letu 2007 je bilo 2,3 t/ha. Največji hektarski pridelek dosega v Severni Ameriki (leta 2000 2,6 t/ha). V ugodnih talnih in vremenskih razmerah ter z intenzivnimi agrotehničnimi ukrepi so pridelali tudi več kot 5 t/ha zrnja. V Evropi je bil v tem času povprečen pridelek med 1,4 t/ha in 2,1 t/ha.

V Sloveniji se pridelava soje ni razširila, saj so pridelovalci dosegali majhne pridelke, pridelki so med leti zelo nihali, poleg tega jo je potrebno v primerjavi s krmnim grahom pred krmljenjem toplotno obdelati. V letih 1991 do 2008 je bil povprečni pridelek v Sloveniji po podatkih Statističnega urada RS 1,1 do 2,9 t/ha. Glede na predstavljene podatke (20 odstotna vsebnost olja, pridelek 2 t/ha) in predvidevanje, da bi vso zrnje stisnili v olje, smo v zadnjih osemnajstih letih v Sloveniji pridelali od 1.600 do 90.400 litrov sojinega olja letno.

Uporabljena literatura

- Bavec, F. 2000. Soja (*Glycine max* (L.) Merr.). V: Nekatere zapostavljene in/ali nove poljščine. Maribor, Fakulteta za kmetijstvo: 116-127
- Bavec, F. 2001. Soja (*Glycine max* (L.) Merr.). Kmetovalec, 6: 7-10
- Bavec, F. 2001. Soja. V: Bavec, M. s sod., Ekološko kmetijstvo. Ljubljana, Kmečki glas: 213-217
- Biggs, M. 1999. Soja. V: Zelenjava. Ljubljana, DZS: 112-113
- Černe, M. 1997. Stročnice. Ljubljana, Kmečki glas: 76-83
- Dorđević, V., Nenadić, N. 1980. Soja. Beograd: 198 s.
- FAO. 2002. FAO Production Yearbook 2000, vol. 54. Rome, FAO Statistics Series, 163: 115-116
- FAOSTAT. 2009. Dostopno na: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567>, maj 2009
- Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability. Soya bean (*Glycine max* (L.) Merr.) TG/80/6. 1998. Geneva, UPOV: 38 s.
- Jevtić, S. 1989. Posebno ratarstvo. Soja – *Glycine hispida* (Moench) *max*. 2. izdaja. Beograd, Naučna knjiga: 343-361
- Kocjan Ačko, D. 2001. Soja. Kmečki glas, 16: 9
- Milošević, D. 1983. Posebno ratarstvo. Beograd, Savremena knjiga: 177-192
- Nenadić, N. 1985. Soja. ČZP Kmečki glas, Ljubljana: 64 s.
- Pokorn, D. 1995. Soja osvaja svet. Ljubljana, Forma 7: 12-13
- Saksida, I. 1965. Posebno poljedelstvo, Stročnice za zrnje: 186-203
- Statistični urad Republike Slovenije. Pridelava poljščin. Dostopno na: <http://www.stat.si> (maj, 2009)

1.3 Sončnica³



Sončnico (*Helianthus annuus* L.) botanično uvrščamo v družino košaric (=nebinovk; Asteraceae, sin.: Compositae), poddružina Asteroidae, tribus Helianthae, rod *Helianthus* L. V tem rodu je okoli 50 vrst, med bolj znanimi poljščinami spada sem topinambur (*Helianthus tuberosus* L.).

Sončnica je značilna tako po izstopajočem atraktivnem socvetju (košek ali glava) kot po obliki in zgradbi stebela, listov in korenin.

Košek je različnih velikosti (5 do 50 cm), v njem je od nekaj deset do več kot 1000 rumenih do rdečerjavih cvetov. Nekatere populacije sončnice imajo na razvejenem stebelu več koškov. Te so primerne za krmne namene.

Po obliki je lahko košek raven, izbočen (konveksen) ali vbokel (konkaven). Za pridelavo olja so primerne sorte s srednje velikim diskastim koškom (18 do 24 cm), ki se na hrbtni strani hitro zožuje v steblo. V košku so koncentrično razporejeni fertilni cevasti cvetovi, ob njegovem robu pa so sterilni, značilno jezičasti cvetovi rumene barve, ki dajejo košku žarkast videz sonca. Jezičaste rumene sterilne cvetove ob robu koška obdajajo mesnati zeleni listi, ki pri nekaterih sortah ob dozorevanju porjavijo in pokrijejo plodove – botanično prave rožke (»semena«, achene), tako da so semena delno zaščitena pred pticami. Posebni preoblikovani zeleni listi so pri nekaterih populacijah sončnice lahko tudi na hrbtni strani koška. Sončnica začne cveteti, ko se dan prične krajšati, zato je rastlina kratkega dne.

³ Prof. dr. Anton TAJNŠEK

Cvetenje poteka postopno od roba do sredine koška. Cvetovi enega koška dozoriijo v enem tednu, celoten posevek sončnice – v odvisnosti od izenačenosti sorte oziroma hibrida in zemljišča, v dveh do treh tednih. Rožka je dolga 7 do 25 mm in široka 4 do 13 mm. Po velikosti rožke (v nadaljevanju semena) nekateri razvrščajo sončnico v drobnosemensko, srednjesemensko in debelosemensko sončnico. Barva semena je lahko črna, črnorjava, siva ali rjava. Pri nekaterih sortah potekajo po hrbtu rožke bele do svetlo sive proge. Rožko sestavlja lupina (perikarp), pod njo je prazen prostor (locule), v notranjosti pa je seme, ki je obdano s semensko lupino. V masi rožke znaša delež lupine 22% do 25%.

Absolutna masa semen je 40 do 170 g, večinoma okrog 60 g. Hektolitrska masa znaša 40 do 45 kg. Sončnica je pretežno tujeprašnica; največ jo oprašujejo čebele in čmrlji, kar je treba upoštevati ne le pri varstvu te poljščine ampak tudi drugih posevkov v njeni soseščini.

Steblo ima premer 2 do 6 cm in je za enoletno rastlino zelo elastično in močno. Trdnost mu dajejo posebna, ob njegovem robu »racionalno« nameščena oporna ligninska tkiva (odporna na tlak), ki se izmenjujejo s celuloznimi vlakni (odporna na vlek), osrednji stebela pa zapolnjuje mehki, cevasti parenhimski prevodni stržen. Višina stebela je lahko zelo različna. Za oljnate sorte je zaželena višina 1,5 do 2 m, sicer pa lahko doseže tudi znatno večjo višino (do 8 m). Po površini je steblo dlakavo, tako tudi vsi drugi njeni zeleni deli. Ob zrelosti postane steblo zaradi izgube vode zelo lahko in je zelo gorljivo.

Listi so sestavljeni iz listne ploskve srčaste oblike, ter dolgega peclja, ki se pri steblu razširi, tako da delno objema steblo. Prva dva lista sta nasprotna, naslednji so premenjalni. Odvisno od višine stebela je lahko listov 8 do 70. Za olajšanje žetve (spravila) je zaželeno, če neposredno pod koškom (10 do 15 cm) ni listov. Indeks listne površine pri običajni gostoti okrog 50.000 rastlin/ha znaša 4 do 5, kar je nekaj več kot pri drugih okopavinah.

Korenine so čvrste, ob zrelosti olesenele in izrazito šopaste. Imajo močno sesalno silo za vodo (pF do 4,2) in hranila. To je treba upoštevati pri gnojenju sončnice (sorazmerno nizki odmerki hranil) in poljščini, ki ji sledi (višji odmerki hranil zaradi izčrpanosti tal). Večina korenin sega le do globine 30 cm, vendar nekatere zrastejo več kot 2 m globoko, če so le tla dovolj globoka. Na široko se korenine lahko raztezajo do 0,4 m okrog razrastišča. Šop korenin se lahko, zlasti na ilovnatih tleh, s talnimi delci trdno preplete. Kot posledica nastanejo ob oranju jeseni, po spravilu sončnice, velike grude (15 do 20 cm), kar otežuje setev ozimin.

Namen pridelave

Sončnico pridelujemo večinoma za proizvodnjo olja in kot krmno poljščino. Za krmne namene so vzgojili sorte, katerih steblo se razveje. Za siliranje so najprimernejše ob cvetenju. Kot krmno rastlino jo pridelujejo tudi posejano v mešanem posevku s krmnim grahom, bobom ali grašico.

Največ pridelujejo sončnico kot oljnico, ki daje kakovostno jedilno olje. Kot tako velja za prehransko zdravo. Prehranski strokovnjaki trdijo zlasti, da preprečuje zviševanje holesterola v krvi. Po sestavi maščobnih kislin se sončnično olje razlikuje od ogrščičnega, sojinega in olja zemeljskega oreška. Za razliko od ogrščičnega in sojinega olja ne vsebuje trikrat nenasičene linolenove kisline, v primerjavi z oljem zemeljskega oreška pa ima običajno več dvakrat nenasičene linolne kisline (50% do 72%). Sončnično olje vsebuje še: enkrat nenasičeno oljno kislino (17% do 50%) ter nasičeni stearinovo (1% do 7%) in palmitinovo (4% do 9%) kislino. Nekatere novejšje sorte so vzgojene na visoko vsebnost oljne kisline. To olje se po kakovosti približuje oljčnemu olju.

Poleg maščobnih kislin so v sončničnem olju še sledovi lecitina, tokoferola (vitamin E) in karotinoidov. Načeloma pa sončnično olje ni primerno za večkratno cvrtje (pommes frites), saj se, na primer, pod vplivom vročine nad 200°C hitreje spremeni (oksidira) kot olje oljne ogrščice. Zelo primerno pa je za izdelavo margarine.

V novejšem času se v nekaterih državah (Avstralija, Brazilija, Turčija) preučuje možnosti za proizvodnjo biodizla iz sončničnega olja.

Setev, oskrba in spravilo pridelka

Za sončnico so primerna globoka tla, zaželeno je ilovnato peščena do ilovnata tekstura tal. Zaradi težav pri pripravi dobrega setvišča so manj primerna zakisana težka ilovnato glinasta zemljišča, neprimerna pa so plitva peščena tla na prodnati podlagi, ker na njih ni možnosti za kapilarni vzpon vode v poletnih sušnih mesecih, ko so potrebe po vodi največje. Ker je sončnica ljubiteljica sonca, je dodatni pogoj za dober pridelek tudi topla sončna lega njive. Glede založenosti tal s fosforjem in kalijem veljajo enaka pravila kot pri drugih okopavinah, dobro pa je, če se pred setvijo prepričamo o vsebnosti bora v tleh. Potrebuje ga namreč nekajkrat več kot žita ali kornjača. V tleh naj bo 0,8 do 1,5 ppm bora (po potrebi gnojenje z boraksom). Ker imajo sončnično seme radi vrabci, se izogibamo pridelavi sončnice na legah, kjer se ti

škodljivci radi zadržujejo. Škodo omilimo (relativno), če jo sejemo na večjih površinah. Sončnica je občutljiva na številne herbicide, ki jih v času njene rasti škropimo po bližnjih njivah koruze ali krompirja. Že majhna količina teh herbicidov, ki jih veter zanese na sosednje njive, jo lahko uniči.

Zaradi nevarnih glivičnih bolezni (bela gniloba, sončnična listna pegavost, sončnična rja) in karantenskega plevela, pojavnika sončnic (*Orobanche cumana* Wallr.), kolobarimo tako, da pride sončnica na isto njivo ne prej kot po treh letih, če pa je v kolobarju kakšna križnica (na primer oljna ogrščica), tudi po tej poljščini kvečjemu po treh letih. Najboljše predhodnice sončnice so strna žita.

S pripravo setvišča za sončnico pričnemo že z jesenskim oranem. Ni nujno, da zaorjemo hlevski gnoj. Po oranju brazde sklenemo (zapremo) z vzmetno ali krožno brano. Tudi lažja tla lahko zorjemo že jeseni, lahko pa tudi spomladi. Če sta zima in pomlad deževni, njivo spomladi, takoj ko je zemlja dovolj suha, da dopušča obdelavo, s predsetvenikom plitvo pobranamo, da uničimo vznikle plevelce. Tik pred setvijo, med 10. in 20. aprilom, pa njivo obdelamo globlje (do globine 6 do 8 cm), zopet s predsetvenikom ali vrtavkasto brano. Če je potrebno, ob tem vdolamo v tla primerno količino hranil, po potrebi tudi insekticidov in talnih herbicidov.

Ob spravilu sončnice ostane na njivi vsa rastlina, razen pridelka semena. Tako ostane na njivi kar 80% do 90% kalija, 50% fosforja in 40% do 50% dušika. Slednji se do prihodnjega leta v pretežni meri izpere ali denitrificira in je za naslednjo poljščino izgubljen. Z dobrim pridelkom semena sončnice (2,5 do 3 t/ha) odpeljemo s hektarja 60 do 90 kg dušika (N), 8 do 10 kg fosforja (P – elementarno) in 20 do 25 kg kalija (K – elementarno). Okvirni postopek za gnojenje sončnici pri založenosti tal v razredu C je, da damo celotne odmerke hranil, ki jih bo odvzela sončnica iz tal, ob setvi, in sicer 50 do 100 kg/ha N (odvisno od gnojenja s hlevskim gnojem in vsebnostjo humusa v tleh), 30 kg/ha fosforja (P₂O₅) in 50 do 100 kg/ha kalija (K₂O). Po setvi ni potrebno dognojevanje. Če je stopnja založenosti s hranili v razredu B ali A, odmerke fosforja in kalija ustrezno povečamo.

Plevelce lahko zatiramo s številnimi herbicidi. Na izbiro imamo herbicide, ki jih lahko uporabimo pred setvijo, in jih vdolamo v zemljo (Avadex proti ravnim plevelom, Treflan EC proti nekaterim širokolistnim in travnim plevelom, itd); ali po setvi a pred vznikom (Racer ME proti širokolistnim plevelom, Terbutrex 500 proti širokolistnim in travnim plevelom, itd); ali po vzniku. Slednji delujejo učinkovito le proti travnim plevelom (npr: Fervinal, Fusilade X2, Pilot, itd). Podrobnejši izbor sredstev za varstvo sončnice in drugih poljščin je dostopen na spletu

(<http://spletni2.furs.gov.si/FFS/REGSR/index.htm>). Primerjava pa pokaže, da so pri nas dovoljeni le redki herbicidi, ki so dovoljeni v sosednjih država EU.

Da se izognemo pojavu glivičnih bolezni na sončnici, izberemo sorte, ki so na povzročitelje teh bolezni odporne. Za varstvo pred škodljivci dodelovalec sončničnega semena poskrbi sam (npr.: tretiranje z insekticidom Regent TS). Na ta način se prepreči pogin čebel. V EU je dovoljeno prodajati seme več sto hibridnih sort sončnice. Na razpolago so opisi njihovih lastnosti (odpornost proti boleznim in poleganju, podatki o času zrelosti, pridelku, vsebnosti posameznih maščobnih kislin v olju, vsebnosti olja itd), zato je treba dobro pretehtati, za katero evropsko (EU) sorto (prednjačijo francoske sorte) se bomo odločili. V Sloveniji imamo malo izkušenj z najnovejšimi evropskimi hibridi sončnice.

Setev opravimo s pnevmatsko sejalnico, kot jih uporabljamo za setev koruze. Ker je medvrstna razdalja enaka kot pri koruzi (70 do 75 cm), razdalja v vrsti pa okoli 25 cm, posejemo 55.000 do 60.000 semen ali 5 do 6 kg/ha semena. Globina setve je 3 do 5 cm.

Sončnica dozori po dobrih petih mesecih rasti. Podobno kot hibridi koruze se tudi hibridi sončnice razlikujejo po dolžini rastne dobe. Za naše razmere pridejo v poštev sorte, ki dozorijo do sredine septembra. Čeprav je končna masa semena dosežena, ko se njegova vlažnost zniža na 25% do 20%, je treba na spravilo še počakati, da se seme osuši na okrog 11 odstotno vlažnost. Za kombajniranje uporabimo kombajn z adapterjem za koruzno zrnje. Da zmanjšamo izgube pri spravilu, uporabimo z dodatnimi napravami opremljene kombajne. Poglavitni del teh dopolnitev so do 140 cm dolgi ploščati podaljški pred strižnim grebenom na kosi. Med dvema ploščatima podaljškoma je presledek okrog 10 cm za usmerjanje sončničnih glav v smeri proti kosi, zato so presledki ravno na poziciji medvrstnih razdalj sončnice. Vsak člen tega podaljška je zarobljen s 3 do 4 cm visokim robom za prestrezanje semena, ki se lušči med lovljenjem glav z motovilom in pri njihovem rezanju s koso. Da bi kombajniranje potekalo nemoteno, zmanjšamo hitrost motovila, da preprečimo osipanje semena. Hitrost vrtljajev bobna zmanjšamo na 350 vrtljajev na minuto, razdaljo med bobnom in košaro pa nastavimo tako, da sta sprednji strani oddaljeni približno 20 mm, zadnji pa 25 do 30 mm. Če je seme prevlažno (vlažnost nad 12 odstotna), ga posušimo pri 55 do 70°C. Skladiščimo ga posušenega na 8 do 11 odstotno vlažnost.

Površina pod sončnico in pridelek

Sončnica je po poreklu iz Srednje Amerike. S španskimi zavojevalci nove celine je prišla v Evropo leta 1510, vendar je bila dolgo le eksotična okrasna rastlina; šele od sredine 19. stol. so jo kot oljnato poljščino začeli gojiti v stepskih območjih severozahodno od Kaspijskega morja. Iz Rusije in Ukrajine se je nato razširila v jugovzhodno Evropo, kasneje še v Francijo in Španijo ter drugam po svetu. Od takrat do danes se je pod vplivom načrtnega odbiranja in postopnega posodabljanja žlatnjiteljskih postopkov pri vzgoji novih sort, kasneje tudi hibridov, precej spremenila, tako po zunanjih morfoloških znakih kot po vsebnosti olj, beljakovin, načinu pridelovanja in dodelave pridelka.

Na svetu je bilo v letih 1991 in 2007 s sončnico zasejanih med 17 mio ha in 23,8 mio ha, v Evropi med 8,3 mio in 14,3 mio ha. V Sloveniji je bila površina pod sončnico v letih 1991 do 2008 med 9 ha in 256 ha (slika 1.3.1). Povprečen svetovni pridelek semena je bil v teh letih med 1,1 t/ha in 1,3 t/ha, v EU med 1,1 t/ha in 1,5 t/ha, v Sloveniji med 0,9 in 2,2 t/ha.

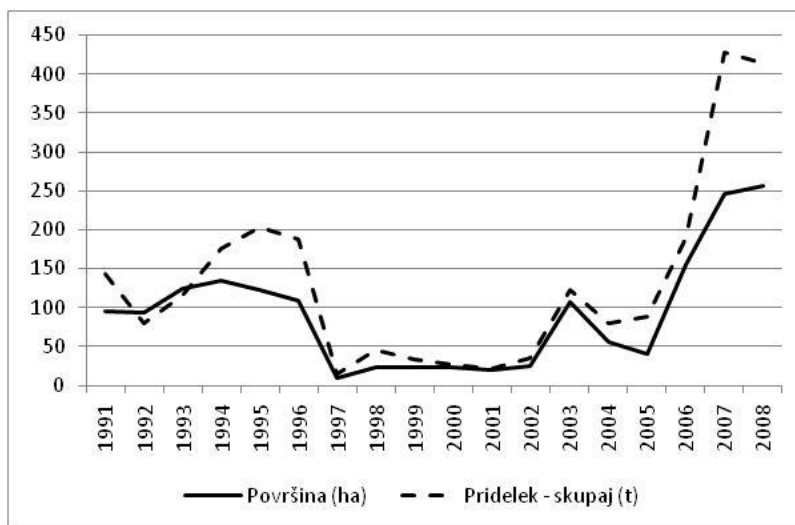
Podatki o površinah, posejanih s sončnico, kažejo, da ima pri nas sončnica povsem podrejen pomen med oljnicami (preglednica 1.3.1). Tak sklep dopuščajo tudi doseženi hektarski pridelki, ki zelo variirajo, v celoti pa so nizki (preglednica 1.3.1). Do dvakratna razlika med letom z najnižjim (leta 2000: 1,1 t/ha) in letom z najvišjim pridelkom (leta 2005: 2,2 t) dokazuje, da je pri nas tehnika pridelovanja sončnice zelo nedodelana. Na tem področju je treba storiti resne korake, še zlasti ker bi zaradi klimatskih sprememb sončnica lahko postala primerna alternativa drugim oljnicam v kolobarju. Sončnično seme ima namreč visoko vsebnost kakovostnega olja (45% do 48%) in to olje je zaradi ustrezne sestave maščobnih kislin zelo primerno za najrazličnejše namene.

Preglednica 1.3.1: Gibanje posejanih površin in hektarskih pridelkov sončnice v Sloveniji v obdobju 1998 – 2007 (FAOSTAT)

Leto	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
ha	24	24	24	20	25	107	56	40	200	200
t/ha	1,9	1,4	1,1	1,1	1,4	1,1	1,4	2,2	1,0	2,0

Nobenega dvoma ni, da bi z resnejšim pristopom k pridelovanju te poljščine, predvsem z izbiro najnovejših, na tri najnevarnejše glivične bolezni (bela gniloba, sončnična plesen in siva stebelna pegavost) odpornih hibridov, z boljšo pripravo

setvišča in izvedbo setve, kot z ustrezno prehrano sončnice, njene pridelke lahko povečali na povprečno 2,2 do 2,5 t/ha.



Slika 1.3.1: Površina pod sončnico v Sloveniji in skupen pridelek v letih 1991 do 2008 po podatkih Statističnega urada RS

Uporabljena literatura

- Anon. 2001. Tournesol. Reprise en 2001 et questions pour le moyen terme. Semences et Progres, 106, Pariz: 98-112
- Durand, N., Thaly, L. 2001. Guide de lecture, Tournesol. Cultivar, Hors-Série -septembre, Rueil: 111-119
- Gagro, M. 1998. Ratarstvo obiteljskoga gospodarstva. Industrijsko i krmno bilje. Zagreb: 25-39
- Tajnšek, T. (A.). 1986. Oljna ogršča in sončnica. ČZP Kmečki glas. Ljubljana: 76-97

1.4 Navadna konoplja⁴

Navadna konoplja (*Canabis sativa* L. var. *sativa*) je enoletna rastlina iz družine konopljevok (*Cannabaceae*) in roda *Cannabis*, kamor spada še indijska konoplja (*Cannabis sativa* L. var. *indica*). Ima vretenaste korenine z veliko stranskih korenin. Običajno zrastejo do 50 cm, v rahlih tleh lahko tudi do 2 m globoko. Bočno rastejo največ do 80 cm, najpogosteje 40 do 50 cm. Koreninski sistem ženskih rastlin je bolje razvit od koreninskega sistema pri moških rastlinah. Masa korenin predstavlja le majhen delež celotne mase rastline; ob žetvi na primer le 8 % do 10 %. Zaradi slabe sesalne moči potrebuje v tleh veliko hranil v dostopnih oblikah in dovolj vlage, da zadovolji potrebe nadzemne mase.

Steblo je v začetku zeljnato in sočno, kasneje je olesenelo in čvrsto. Zraste 0,5 do 5 m visoko, odvisno predvsem od ekotipa konoplje in tudi od pridelovalnih razmer, poleg tega so praviloma moške rastline višje od ženskih. Steblo je razdeljeno s kolenci, med katerimi je 5 do 20 členkov, dolgih 5 do 40 cm. Na spodnjem delu rastline so krajši, višje vse daljši. Z večanjem števila členkov se kakovost vlaken povečuje. Na prerezu je spodnji del stebela okrogel, v srednjem delu šesterokoten, proti vrhu štirikoten. Barva stebela je svetlo do temno zelena.

Konoplja s svetlo zelenimi stebli ima svetlejša vlakna, ki so bolj cenjena. Sicer je barva konopljinih vlaken umazano rumena, zelenkasto siva, kovinsko siva ali skoraj bela.



⁴ Doc. dr. Barbara ČEH

Stebela pri konoplji so porasla s številnimi grobimi dlačicami. Če se prideluje za vlakno, se seje gosteje in se ne veji. V tem primeru je steblo v premeru široko 3 do 10 mm. Če se prideluje za seme, se seje na večjo razdaljo; potem je premer stebela 10 do 30 mm in se razveja. Poleg tega imajo ženske rastline debelejša stebela v primerjavi z moškimi. 10 % do 26 % stebela predstavljajo vlakna. Moške rastline jih imajo več v primerjavi z ženskimi. Moške rastline dajo mehka in močna vlakna, podobna lanenim. Vlakna ženskih rastlin so groba, trša in manj prožna.

Iz kolenc na stebelu izraščata po dva nasprotna lista do dveh tretjin višine rastline. Višje na rastlini listi izraščajo premenjalno. Med seboj se listi konoplje razlikujejo tudi na istih rastlinah. Spodaj so listi le kot en listič, višje pa so dlanasti, sestavljeni iz tri, pet, sedem, devet ali enajst lističev. Proti vrhu rastline se število lističev v listu spet zmanjšuje. So z obeh strani dlakavi, hrapavi, suličasti.

Konoplja je dvodomna rastlina; na zgornji tretjini rastline je bodisi moško socvetje (rahla metlica ali lat), bodisi žensko socvetje, ki je zbito, močnejše in bolj olistano. Vse bolj pa se uveljavljajo tudi enodomne sorte. Cvetenje ženskih in moških rastlin traja 15 do 40 dni, s tem da se cvetenje moških rastlin začne dva do tri tedne prej kot cvetenje ženskih. Do oprašitve z vetrom pride, ko se zrak dovolj ogreje, da se odprejo prašniki. V hladnem vremenu ostanejo cvetovi zaprti in posledica je slabša oplodnja. Za nelegalne pridelovalce indijske konoplje so posevki navadne konoplje nezaželeni, saj veter raznaša njen pelod več kilometrov daleč in lahko pride do oprašitve, kar pa povzroči, da indijska konoplja nima več dovolj visoke vsebnosti psihoaktivne snovi THC (delta-9-tetrahidrokanabinol).

Posamezni cvetovi konoplje so zelo majhni. Moški cvet je sestavljen iz cvetnega peclja, petih venčnih listov in petih prašnikov, ki na dolgih prašničnih nitih visijo iz cveta. Ženski cvet ima pestič z nadraslo plodnico, ki vsebuje eno semensko zasnovo, ovit je v fino žlezasto dlakavo brakteolo. Po en ali dva cveta se nahajata v pazduhi pricvetnega lističa (brakteje), kjer je pri indijski konoplji največji delež THC (smolo sicer izločajo žleze stebelnih in cvetnih listov). Ženski cvetovi navadne konoplje so nežnega, prijetnega vonja, izločajo malo smole, ki je slabo lepljiva. Ženski cvetovi indijske konoplje pa so močno smolnati, lepljivi ter z ostrim, dolgotrajnim vonjem. Pri enodomnih rastlinah je moško socvetje (lat) na vrhu rastline, ženski cvetovi pa so v pazduhah listov v grozdastih socvetjih.

Plod je orešek, okroglaste do jajčaste oblike, marmoriran (rjavo zelena, sivkasta, srebrnosiva in črna barva se prelivajo), velik 2 do 5 mm, širok 2 do 4 mm, debel 2,3

do 3,8 mm. Absolutna masa semena je 12 do 26 g. Stadij jarovizacije preide na temperaturi 1 °C do 2 °C po 5 do 18 dneh.

Namen pridelave

Navadno konopljo pridelujemo za vlakna in seme. Odrasla rastlina ima 0 % do 12 % semena, 5 % do 20 % listja, 10 % do 20 % vlaken in 60 % do 70 % ostalega dela stebela (oleseneli del – pezdir). Zelo dragocena je predvsem zaradi grobih, trpežnih in čvrstih vlaken, ki so odporna na vlago. Iz 100 kg suhih stebel jih pridobijo do 26 kg. Konopljlina vlakna se uporabljajo za izdelovanje vrvi – od najtanjših do najmočnejših za ladijske priveze, platna, jader, šotorov, vreč, ribiških mrež, jahalne in vojaške opreme, izolacijskega materiala, umetne svile, tesnil, gasilskih cevi, talnih oblog,... Moške rastline imajo mehka in močna vlakna, po kakovosti podobna lanenim in so primerna za izdelovanje platen. Ženske rastline imajo groba vlakna, primerna za izdelovanje vrvi. Če je konoplja požeta zelena, potem so vlakna mehka in tanka ter po mehanskih lastnostih podobna lanenim. Daljša stebela dajejo daljša vlakna in večji izkoristek, pri bolj razvejanih je izkoristek slabši.

Preostali del stebela, ki ga pridelamo 10 do 12 m³/ha, se lahko porabi za kurjavo, izdelavo tesnil, krp za čiščenje strojev, papirja, bankovcev, lepenke, koksa, kot gradbeni material, termoizolacijski material, v mešanicah za fasade, iverne plošče,... Kot kurivo ima kalorično vrednost 15,74 MJ/kg; večjo od drv in manjšo od povprečnega premoga.

Listje se lahko uporabi kot vir eteričnih olj, suha cela stebela pa so obnovljiva surovina s hitrim prirastom biomase. Z destilacijo stebel pridobljen alkohol je biogorivo za pogon strojev in ogrevanje prostorov. Uporabimo ga lahko tudi za pogonsko gorivo. Ostane pepel, katerega skoraj četrtina predstavlja CaO, vsebuje pa tudi 3,6 % fosforja, 5,6 % kalija in 26,7 % CaO. Primeren je za gnojenje.

Konopljlino seme se uporablja za pridobivanje olja, oljnih pogač in zdravil. Vsebuje okrog 20 % škroba, do 20 % beljakovin in do 35 % maščob. Rafinirano olje spada po barvi in okusu med najkakovostnejša olja. Uporabno je za konzerviranje rib in v slaščičarski industriji. Ker je lahkosušeče in vsebuje nenasičene maščobne kisline, ga predelujejo v milo, firnež, oljne barve, tiskarske barve, čistila, tesnilne mase, stearin, linolej, uporabljajo ga v farmacevtske namene, za mazanje verig in vodil motornih žag, biodizel,... V preteklosti so ga uporabljali za petrolejke. Za človeško prehrano iz semen izdelujejo kosmiče, kalčke, jih meljejo v moko, ki se v mešanici s pšenično

uporablja za peko peciva ali kruha, olje je lahko kot polivka za solate. Beljakovine, izločene iz pogač, uporabijo za sire in sladolede.

Olje vsebuje kar osem esencialnih maščobnih kislin, ima zelo ugodno razmerje med omega-3 in omega-6, veliko vitaminov B kompleksa in vitamin E. 10 do 20 gramov konopljinega olja zadovolji dnevne potrebe po omega-3 in omega-6 maščobnih kislinah. Poleg tega je edino jedilno olje, ki vsebuje gamalinolensko kislino (GLA), ki je pomembna za imunsko odpornost, pospešuje zdravljenje vnetnih procesov, učinkuje ugodno pri nevrodermitisu, predmenstrualnem sindromu,... Olje pomaga pri zdravljenju srca in ožilja, preprečevanju strjevanja krvi, kroničnem vnetju mehurja in drugih vnetjih, luskavici, okvarah sklepov, zniževanju nivoja holesterola v krvi, preprečuje nabiranje maščob na stenah žil, ... Zato je priporočljiv dodatek zdravi prehrani. Primerno pa je le za hladno uporabo, saj pri segrevanju oksidira.

Konopljino seme je cenjena hrana za ptice, zlasti ptice pevke, golobe in kokoši. Kokoši, krmljene s konopljinim semenom, nesejo več bolj kakovostnih jajc in so bolj odporne na bolezni. Seme je v mešanica primerno tudi za sobne ptice. Z njim so krmili tudi samce drugih živali, ki so jih imeli za razplod, saj naj bi pozitivno vplivalo na povečanje spolnega nagona.

Iz 100 kg semena z 12 odstotno vlago dobimo 60 do 70 kg oljnih pogač, ki so zelo kakovostna beljakovinska krma, saj seme vsebuje okrog 20 % beljakovin. Pogače vsebujejo 25 % do 30 % prebavljivih beljakovin in 5 % do 7 % maščob in so lahko, pomešane z drugo krmo, krma za konje in govedo. Pri kravah takšna krma poveča molznost, pri ovcah sijaj volne. Pogače niso primerne za krmljenje brejih živali in za svinje, ker dobi sicer slanina neprijeten okus. Kilogram pogač nadomesti po krmni vrednosti okrog 4,5 kg koruzne silaže iz celih rastlin.

Setev, oskrba in spravilo pridelka

Tla za konopljo naj bi bila rahla, globoka, prepustna in ne kislja, z dovolj kalcija in kalija, ne preveč vlažna in hladna. Predvsem pri pridelavi vlaken naj tla ne bi bila težka ali peščena in tudi ne organska, saj na slednjih dobimo zelo grobo vlakno. Slabo prenaša ostanke fitofarmaceutskih sredstev v tleh. Na rodovitnih in bolje pognojenih tleh lažje prenaša sušo, ker v takšnih razmerah bolje izkoristi vodo.

Za rast in razvoj rastline je pomembno, da so padavine enakomerno razporejene. Ne ustrezajo ji nevihte in daljša obdobja padavin; močan veter lomi stebela, manjša je osvetljenost. Transpiracijski koeficient je 600 do 700, torej 1,5- do 2-krat višji kot pri

pšenici. Največ vlage potrebuje v času od cvetenja do začetka zorenja. Če je padavin do cvetenja manj kot 400 mm, je potrebno namakati. Poleg dovolj vlage v tleh potrebuje tudi ustrezno relativno vlažnost zraka (70 do 80 odstotna).

Povprečna dnevna temperatura naj bi bila 18 °C do 20 °C, po drugih podatkih 16 °C do 18 °C v času štirih mesecev vegetacije. Najbolj ugodna temperatura za kalitev je okrog 10 °C, kali pa v širokem razponu od 1 °C do 45 °C. Ustrezajo ji sončni dnevi, ne ustrezajo pa oblačni. Temperatura ima velik vpliv na priraščanje konoplje. Bolj je odporna na nižje temperature v prvem mesecu, če je posejana na rodovitnih tleh in če je zrasla iz večjega semena. Raste zelo hitro, saj v treh mesecih doseže končno višino. Dolžina stebela se poveča do 7 cm na dan. V zelo ugodnih razmerah so zabeležili dnevni prirast tudi do 12 cm. Občutljiva je na točo in zasenčenje.

Konopljo sejemo za posevki, ki pustijo za sabo rahla tla in takšnimi, ki ne izčrpavajo tal; za žiti, okopavinami, črno deteljo, lucerno,... Prenaša pogosto vračanje na isto njivo. Če gnojimo s hlevskim gnojem prenaša tudi monokulturo, a se pridelki semena in vlakna zmanjšujejo. V monokulturi se lahko prideluje dve, največ pa tri leta. Kot ustrezen predposevek je za posevke, ki dobro prenašajo večje koncentracije hranil v tleh (oljnice, krompir, korenovke, žita,...). Ugodna je za prava žita in okopavine, saj z njo uspešno zatremo plevela. Zaradi tega je konoplja zaželeno tudi v ekološkem kolobarju. Pazljivi pa moramo biti na ostanke dušika v tleh, če ji sledijo žita. Ustreza tudi v vrtnarski kolobar.

Za uspešno pridelavo konoplje sta osnovna dejavnika pravilna priprava tal in ustrezno gnojenje, vključno z zaoravanjem hlevskega gnoja. Če sledi žitom, moramo strnišče takoj obdelati, da se prepreči izhlapevanje vode iz tal in da se prisili plevela h kalitvi in jih kasneje uničimo (plitva obdelava, valjanje, brananje). Hlevski gnoj zaorjemo takoj, ko ga navozimo, vnesenih hranil pa ne smemo pozabiti upoštevati pri odmerjanju mineralnih gnojil. V primerjavi s spomladanskim oranjem je bolj ugodno jesensko oranje (varovanje zimske vlage v tleh, ohranjanje strukture,...), ki naj bi bilo globoko vsaj 30 cm. S predsetveno obdelavo skrbimo za ohranjanje zimske vlage v tleh, da tla ostanejo rahla in nezapleveljena.

Sejemo, ko je dnevna temperatura zraka najmanj 10 do 12 °C, temperatura tal pa vsaj 10 °C, to je običajno v prvi polovici aprila. Prezgodnje in prepozne setve niso ustrezne. Sejemo jo na globino 2 do 4 cm, na lahkih in humusnih tleh tudi globlje. Če je površinski sloj tal dovolj vlažen, lahko sejemo plitveje, če je suh, potem globlje. Pazimo, da je seme zdravo, kalivo, veliko, čisto in težko.

V klasičnem načinu pridelovanja pri natančni setvi svetujejo 12 do 20 kg/ha semena. V primeru visokih sort je medvrstna razdalja 0,5 do 0,7 m, porabi pa se 12 kg/ha semena. Če sejemo konopljo za pridelavo vlaken, sejemo z žitno sejalnico na medvrstno razdaljo 10 do 15 cm, razdalja v vrsti je 5 do 15 cm. Pri večji gostoti dobimo namreč tanjša stebela, ki imajo večji delež vlakna. Za pridelavo obojega (vlaken in semena), sejemo na medvrstno razdaljo 25 do 30 cm oziroma na 45 cm, da lahko okopavamo. Če jo sejemo za pridelavo semena, seme posejemo s sejalnico za koruzo ali sladkorno peso. V tem primeru je razdalja v vrsti 20 do 30 cm in več. V vseh primerih pa razdalje med rastlinami prilagodimo še morfološkim lastnostim ekotipa.

Posevek vznikla zelo neenakomerno. Po setvi tla zato na lahkih tleh povaljamo. Če se tla zaskorjijo, moramo razbijati skorjo z lažjimi branami ali ježastimi valji. Če je padavin malo, potem je potrebno okopavanje ali brananje po vsakem večjem dežju, da se ohrani vlaga za konopljo. Ukrep izvajamo med 10 in 15 uro, ker vsebujejo takrat rastline najmanj vode in so zato manj krhke. Okopavamo lahko, dokler konoplja nima štirih parov listov oziroma dokler se ne sklenejo vrste. Zaradi hitre pokrovnosti sodi konoplja med najbolj konkurenčne rastline plevelom, sploh pri ožjih medvrstnih razdaljah. Pri večjih medvrstnih razdaljah (pri konoplji za seme na primer), pa so pleveli lahko problem.

Če gnojimo z gnojevko ali gnojnico, ju zadelamo v tla pred setvijo, gnoj in kompost pa zaorjemo v tla že jeseni. Na težjih in slabo založenih tleh gnojimo s kalijevimi in fosforjevimi gnojili jeseni, del pa jih potrosimo ob setvi. Dušikova gnojila potrosimo pred setvijo oziroma najkasneje do stadija treh parov listov, saj potrebuje konoplja večji delež dušika v začetnem obdobju. Kasnejše dognojevanje z dušikovimi gnojili ima negativen vpliv na kakovost vlaken in v pridelavi semena povzroči previsoke rastline.

Z enega hektarja odvzame glede na različne vire 140 do 180 kg N, 30 do 40 kg P₂O₅ in 85 do 120 kg K₂O. Ker pa konoplja izkoristi le majhen delež dostopnih hranil, je bolje pognojiti nekaj več. V Avstriji priporočajo za pridelovanje semena, če nimajo analize tal, povprečno 100 kg/ha N, 80 kg/ha P₂O₅ in 140 kg/ha K₂O, za pridelovanje vlaken pa 80 kg/ha N, 80 kg/ha P₂O₅ in 120 kg/ha K₂O (Bavec, 2000; Bavec 2001). Ker sta rast in razvoj konoplje zelo pogojena z razpoložljivostjo hranil in vlage v tleh, je pomembno, da je v tleh na voljo dovolj dostopnih hranil in je dovolj vlažno, predvsem od 4. do 10. tedna, ko je priraščanje suhe snovi največje. V prvih dveh mesecih izkoristi od skupaj potrebne količine hranil okrog 75 % dušika, 80 % kalija in

70 % fosforja. Največ nadzemne mase se tvori v stadiju popkov do konca cvetenja moških rastlin.

Konoplja za vlakna ima rastno dobo 110 do 130 dni, konoplja za seme okrog 160 dni, dolžina rastne dobe pa je zelo odvisna tudi od ekotipa (od 30 do več kot 145 dni). Rastlina dozoreva zelo neenakomerno. Ko je seme na spodnji strani rastline že zrelo, je lahko seme na zgornjem delu še zeleno. Da so izgube semena čim manjše, moramo žeti, ko je zrelo seme na sredini. Žanjemo s kombajnom, potrebna pa je prilagoditev stroja. Suha stebila se lahko narežejo, suh material pakira v zvite bale, stisnjene bale, snope,... Seme po žetvi osušimo na 10 odstotno vlago. Temperatura sušenja mora biti manjša od 50 °C.

Žetev konoplje za vlakna je dva do tri tedne po cvetenju. Če žanjemo prehitro, je vlakno manj čvrsto in manj ga je, če žanjemo prepozno, je bolj grobo, temno, debelejšje in gre težje od stebila. Vlakno moških rastlin je zrelo, ko začnejo odpadati cvetni deli, tudi prašniki, steblo izgubi sijaj, do polovice ali še višje odpade listje, ostalo listje pa porumeni. Da so izgube čim manjše, žanjemo zjutraj. Tudi ženske rastline posekamo v tem času, če jih pridelujemo za vlakno. Če pa pridelujemo seme, ženske rastline potrebujejo še tri do pet tednov, da le-to dozori. Zato so včasih želi dvakrat; najprej so spravljali moške rastline, kasneje ženske.

Pridelek in površina pod navadno konopljo

Konoplja izvira iz srednje Azije in Kitajske. Bila je prva predivna rastlina Kitajcev in Japoncev. Prvi zapisi iz Indije so iz okrog 2.500 let pr. n. š. Gojene oblike so nastale iz samorasle konoplje z odbiro in prenosom v druga območja. Ima veliko sposobnost klimatizacije, zato se je razširila po celem svetu. Ker so jo pridelovali na različnih tleh, na različne načine in različne namene, so nastali različni ekotipi, ki se razlikujejo po morfoloških in kemijskih lastnostih ter namenu uporabe. Dva ključna ekotipa sta evropski in vzhodnoazijski. V Evropi je bila v preteklosti konoplja poznana kot predivnica in oljnica, v Aziji, v delu Afrike in od 16. stoletja v predelih Severne in Južne Amerike pa kot vir narkotikov. V 17. stoletju je doživela razcvet, saj so uporabljali njena vlakna zaradi vzdržljivosti za jadra, vrvi in mreže jadrnic, iz konopljinega blaga pa so izdelovali uniforme, karte in papir. Kljub več kot tisočletni uporabi za vlakna, seme, olje in zdravila so konopljo kasneje izrinila cenejša vlakna tropskih predivnic. Še zlasti pa je na zmanjšanje površin pod navadno konopljo vplivalo dejstvo, da je zelo podobna indijski konoplji (zagotovo oba kemotipa ločimo šele na podlagi rezultatov kemijske analize). Zaradi širjenja narkomanije med mladimi so v veliko državah preventivno prepovedali pridelovati vso konopljo.

Danes jo je v EU dovoljeno pridelovati, a le sorte, ki vsebujejo v zgornji tretjini rastline manj kot 0,3% THC.

Še v drugi polovici 18. stoletja so v Sloveniji pridelovali konopljo za vlakna na okrog 2.000 ha, zlasti na Gorenjskem, Štajerskem, Dolenjskem, v Beli krajini in Prekmurju. V prvi polovici 20. stoletja je bilo pod konopljo le še 150 ha, po drugi svetovni vojni 100 ha, potem pa smo pridelavo opustili. Iz konoplje so izdelovali platno za vreče, plahte, delovne obleke, vrvi, iz lanu pa finejše platno za obleke, srajce, spodnje perilo, prte,...

S konopljo za seme je bilo v letih med 1991 in 2007 zasejano med 23.500 in 59.300 ha, v Evropi med 9.620 in 37.032 ha. V Sloveniji je bila površina pod navadno konopljo v letih 1991 do 2008 med 0 in 20 ha.

Pridelek suhih stebel je 5 do 10 t/ha in tudi več, kar pomeni 1 do 2 t/ha vlaken. Pridelek semena je bil Avstriji v letih 1995 do 1996 0,8 do 1,3 t/ha, v Belgiji in Franciji pa tudi večji od 2,7 t/ha. Praviloma je večji pridelek pri bolj zgodnjih sortah, medtem ko so rastline z daljšo rastno dobo običajno višje. Že leta 1950 so poročali o pridelku semena 1 do 1,2 t/ha. Zdaj poročajo o pridelku 1 do 3 t/ha. Po podatkih FAOSTAT pa je bil povprečen svetovni pridelek semena navadne konoplje v letih med 1991 in 2005 med 0,6 in 2,1 t/ha. V naših razmerah pridelek semena zelo niha, odvisen je od časa setve, gostote setve in kvalitete zemljišča. Giblje se od 0,5 do 1,4 t/ha suhega semena (Rengeo, ustni vir). Če je konoplja zelo slaba, je pridelek toliko manjši, potencial pri zelo veliki konoplji pa je tudi 3 t/ha, ampak samo ob ročnem in nežnem spravilu.

Uporabljena literatura

- Bavec, F. 2000. Navadna konoplja. V: Nekatere zapostavljene in/ali nove poljščine. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo: 37-53
- Bavec, F. 2001. Navadna konoplja. V: Bavec, M. s sod., Ekološko kmetijstvo. Ljubljana, Kmečki glas: 225-227
- FAOSTAT. 2009. Production, Crops. Dostopno na: <http://faostat.fao.org> (junij 2009)
- Kocjan Ačko, D. 1999. Konoplja. V: Pozabljene poljščine, Ljubljana, Kmečki glas: 101-118
- Milošević, D. 1983. Konoplja – *Cannabis sativa* (L). V: Posebno ratarstvo, Savremena administracija, Beograd: 246-254
- Pasković, F. 1950. Uzgoj konoplje za vlakno i sjeme. Zagreb, Seljačka sloga, Gospodarska knjižnica: 112
- Rengero, D. 1995. Konoplja in lan. Samozaložba: 3-34
- Tasič, J. 2009. Cit. v: Konopljino olje, čudežno zdravilo? Dostopno na: <http://www.konopljino-olje.si/>

1.5 Riček⁵



Riček (*Camelina sativa* (L.) Crantz) je enoletnica iz družine križnic (*Brassicaceae*) z jarimi in ozimnimi genotipi. Izvorna rastlina je divji riček, ki se kot plevel pojavlja v vzhodni Evropi in severozahodni Aziji. Rastlina je zelo šibka, podobna navadnemu lanu, zato zasledimo tudi ime nepravi lan (false flax).

Razvejeno, rahlo dlakavo steblo izrašča iz listne rozete od 30 do 100 cm visoko. Je pokončno, ima poleggle zvezdaste laske. Ob zrelosti oleseni. Koreninski sistem je v obliki vretenast.

Listi spominjajo na liste lanu. So ozki, 5 do 8 cm dolgi, suličasti, enostavni z nedeljenim ali rahlo nazobčanim robom. Nameščeni so premenjalno. Proti vrhu stebela se krajšajo in ožijo. So rahlo dlakavi in široko nasedajo na steblo.

Na zgornji tretjini se steblo razveji na več pokončnih vejic, ki nosijo cvetove, združene v grozdasta socvetja. Cvetovi v grozdu so na 4 do 8 mm dolgih pecljih. Cvet sestavljajo štirje zeleni, podolgovati čašni listi in štirje rumeni, kijasti venčni listi, dolgi do 5 mm. Riček se pretežno samooprašuje.



⁵ Doc. dr. Barbara ČEH

Plod – lusk, je hruškaste oblike, dolg 6 do 14 mm. V njem je od 17 do več kot 30 drobnih semen. Semena so oranžno-rdečkasto rjave barve, podolgovata, merijo 0,7 do 1,5 mm. Masa 1000 semen je 0,7 do 1 g, pri novejših sortah do 1,8 g, odvisno od sorte, rastnih razmer, gnojenja,...

Namen pridelave

Tradicionalno se je olje navadnega rička uporabljalo kot domače zdravilo. Veljalo je za krepilno sredstvo, uporabljali pa so ga pri težavah zaradi rane na želodcu in dvanajsterniku, želodčnih težavah (tudi prebavnih motnjah), za krepitev telesne odpornosti in imunske odzivnosti, boleznih srca in ožilja, zniževanju holesterola, pri predmenstrualnih in klimakterijskih težavah. Namenjeno je bilo tudi za zunanjo uporabo pri oskrbi opeklin in ran, pri vnetih očeh, raznih alergijah in težavah s kožo (ekcemi, luskavica),... Danes se zaradi visoke vsebnosti esencialnih maščobnih kislin ter visoke vsebnosti in stabilnosti tokoferolov olje navadnega rička uvršča med funkcionalno hrano.

Pri kuhi se uporablja kot začimba. Kot primerno so ga potrdili za uporabo v solatah, za kuhanje, pečenje in cvrtje, v laboratorijskih in pilotnih testih pa tudi za pripravo majonez, polivk, sladoledov,... V kozmetični industriji ga zaradi vsebnosti polinenasičenih maščobnih kislin uporabljajo za izdelavo pH nevtralnega mila, šamponov, losjonov in kot dodatek različnim kremam.

Olje navadnega rička je možno uporabiti kot osnovo za ekološke barve in lake in kot nosilec za naravne pesticide, uporabljajo ga tudi pri izdelavi razgradljivega PVC. Imelo naj bi podobno uporabnost, kot ga je imelo včasih v industriji laneno olje. Dodelano olje lahko uporabljajo pri izdelavi razgradljivega PVC, v nekaterih delih ZDA pa ga pridelujejo za predelavo v biodizelsko gorivo. V antiki so riček pridelovali po celem rimskem cesarstvu kot pomembno oljnico za hrano in gorivo za oljenke.

Uporaben del rastline ni le iz semen stisnjeno olje. Ker je seme zelo hranljivo, je lahko samo ali kot ostanek po stiskanju olja (pogače) primerno za krmo. Semena vsebujejo 33 % do 42 % olja ter 25 % do 30 % surovih beljakovin, pogače pa okrog 10 % olja, 45 % beljakovin, 13 % vlaken in 5 % mineralov. Po zgradbi aminokislin so ugotovili, da bi bile pogače še zlasti primerne za krmljenje perutnine, zato so jih preizkusili v krmnih mešanicah za kokoši nesnice. Ugotovili so, da je smel biti delež ričkovih pogač v mešanici do 15 %, sicer je dodatek slabo vplival na okus jajc. Križnice sicer vsebujejo snovi, ki lahko imajo škodljiv vpliv, vendar ričkove pogače navajajo kot

ustrezne tudi za druge živali (ribe, govedo, svinje, gosi,...). S semenom rička so v preteklosti krmili razstavne ptice, da je imelo njihovo perje lepši lesk.

Uporabna so tudi stebila, ki jih je možno uporabiti kot vir biomase ali celuloznih vlaken za izdelavo papirja. Ponekod so stebila uporabljali za izdelavo metel.

V novejšem času ga navajajo kot obetajočo nizko stroškovno podorino in kot primerno prekrivno rastlino v sistemih obdelave tal brez pluga. Zaradi ugodnega vpliva na okolje, vsestranske možnosti uporabe olja, ker je njegova pridelava vključno s spravilom enostavna in mogoča z majhnimi stroški ter mogoča tudi v okviru smernic ekološke proizvodnje in ker se iščejo novi viri esencialnih maščobnih kislin, posebno omega-3, navajajo riček kot obetajočo oljnico.

Setev, oskrba in spravilo posevka

Riček sejemo konec marca oziroma v prvi polovici aprila za okopavinami ali za žiti po osnovni jesenski obdelavi, ko lahko zadelamo tudi hlevski gnoj. Ni sicer zahteven za predposevek, vendar je treba upoštevati, da spada med križnice. Zaradi večje tekmovalnosti s pleveli je bolj priporočljiva ožja medvrstna razdalja, še bolje pa se obnese setev »širok«. Vsekakor mora biti njiva pred setvijo razpleveljena. Gostota naj bi bila 400 rastlin/m². Odvisno od absolutne mase semena, lastnosti tal, vlažnosti, pritiska plevela,... je potrebno posejati okrog 6 kg/ha semena. Ker je seme zelo drobno, ga sejemo plitvo. Izvaja se tudi kombinacija setve rička s pšenico, saj imata podoben čas žetve, seme pa po žetvi ločijo s siti.

Raziskovalci navajajo, da sejanje zgodaj spomladi ričku omogoči, da se razvije pred večino enoletnih plevelov, ki jih na ta način preraste in zaduši. Iz istega vzroka je šlo tudi žlahtnjenje v smeri sort s širšimi listi.

Riček ni zahtevna poljščina; uspeva tudi na večji nadmorski višini, v sušnem in vlažnem podnebjju ter na različnih tipih tal, razen na zelo težkih in organskih tleh. Potreba po hranilih je nizka, vendar dognojevanje z dušikom (do 120 kg/ha N) pozitivno vpliva na pridelek. Za nemške razmere navajajo, da je pozitivno na pridelek vplivalo dognojevanje z do 90 kg/ha dušika na ilovnatih tleh (v začetku vegetacije 60 kg/ha in pred cvetenjem 30 kg/ha), na lažjih tleh pa z do 120 kg/ha dušika (v začetku vegetacije 60 kg/ha in pred cvetenjem 60 kg/ha). Če že dognojujemo samo v enem obroku, dognojujemo ozimne sorte spomladi, ko se začne rast, jare pa v stadiju štirih do šestih listov, da bi bile izgube hranila kar najmanjše. Pred setvijo potrosimo tudi gnojila, ki vsebujejo fosfor in kalij, in sicer 30 kg/ha P₂O₅.

in 50 kg/ha K₂O. Sušne razmere v stadiju cvetenja vplivajo na zmanjšanje pridelka, zadostna količina vlage v stadiju polnjenja semen pa pripomore k večjemu deležu olja v pridelku. Med rastjo sicer niso predvidena druga opravila, razen če je potrebno ročno pletje.

Rastna doba rička je 90 do 110 dni, na Danskem navajajo podatek 120 dni. Rastline oblikujejo značilne balonaste luske. Žanjemo ga, ko je okoli 80 % luskov rumeno rjavih, še preden začnejo pokati. To je od sredine do konca julija. Če je manjši nasad čist, rastline pokosijo, če pa je prisotnega več plevela, rastline populijo. Riček zvežejo v snope in omlatijo. Žetev večjih površin je možna s kombajnom. Kot pri oljni ogrščici je žetev lahko enofazna ali dvofazna. Pri žetvi naj vsebnost vlage v semenih ne bi presegla 11 %. Po zbranih podatkih je za varno shranjevanje po žetvi potrebno dosuševanje semena na 8 odstotno vlago.

Pridelek in površina pod ričkom

Sicer ni zahteven za tla in vremenske razmere, vendar je pridelek semena in olja odvisen od letine in lokacije. V dvoletnem poskusu v Avstriji z desetimi genotipi je bil v enem letu dosežen pridelek 1 do 1,7 t/ha, v drugem letu pa 1,5 do 3,3 t/ha. Na obeh lokacijah je bila vsebnost olja v enem letu višja (40 % do 45,5 %) kot v drugem letu (38,5 % do 42,5 %). V izredno ugodnih razmerah, ko voda ni bila omejitveni dejavnik, je bil dosežen celo pridelek 3,25 t/ha semena, vendar je bil delež olja nekoliko manjši. V poskusih na Danskem so dosegli pridelek jarih sort do 2,6 t/ha, ozimnih sort pa do 3,3 t/ha. Sicer navajajo pridelek rička od 2 do 3 t/ha, v naših razmerah pa 0,8 do 1,2 t/ha.

Navadni riček so pridelovali že v mlajši kameni in železni dobi na območjih ob Severnem morju in ob Renu. Kot oljnica je riček spet postal pomemben po drugi svetovni vojni, ko so ga začeli v večjem obsegu pridelovati v Rusiji, na Nizozemskem, Poljskem, v Avstriji, Belgiji,... Pri nas se je pridelovanje te oljnice ohranilo do današnjih dni le na Koroškem, kjer rastlino imenujejo »toter« (rastlina se po nemško imenuje »Leindotter«) in njeno olje »totrovo olje«, vendar statistične baze podatkov površin pod to oljnico posebej ne navajajo.

Uporabljena literatura

Bavec, F. 2000. Navadni riček, navadni toter, navadna lodra (*Camelina sativa* (L.) Crantz). V: Nekateri zapostavljene in/ali nove poljščine. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo: 105-108

- Bavec, F. 2001. Navadni riček, navadni toter, navadna lodra (*Camelina sativa* (L.) Crantz). V: Bavec, M. s sod.. Ekološko kmetijstvo. Ljubljana, Kmečki glas: 210-213
- Čeh, B. 2009. Pridelava rička v poskusu na IHPS. Hmeljar, 71, 1/7: 35-36
- Čeh, B. 2009. Riček za zdravje, lepoto in predelavo v goriva in maziva. Kmetovalec, 5: 6-7
- Grobelnik Mlakar, S., Jakop, M., Bavec, F. 2003. Navadni riček (*Camelina sativa* (L.) Crantz). Sodobno kmetijstvo, 36, 11/12: 28-30
- Hrastar, R. 2007. Ričkovo olje. Moj mali svet, 39, 7: 46-47
- Makowski, N. 2000. Leindotter (*Camelina sativa* L.). V: Lehrbuch des Pflanzenbaues, Band 2: Kulturpflanzen, Norbert Lütke Entrup in Jobst Oehmichen, Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen: 550-552
- Petauer, T. 1993. Leksikon rastlinskih bogastev. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 99
- Putnam, D. H., Budin, J. T., Field, L. A., Breene, W. M. 1993. Camelina: a promising low-input oilseed. In: J. Janick and J. E. Simon (eds.), New crops. Wiley, New York: 314-322
- Rode J. 2000. Živilo prihodnosti: navadni riček (*Camelina sativa* (L.) Crantz). Herbika, 1, 11/12: 30-32
- Rode J. 2001. Tradicionalno domače zdravilo: navadni riček - *Camelina sativa* (L.) Crantz. Herbika, 2, 2: 40-42
- Rode, J. 2002. Sestava olja avtohtonega rička (*Camelina sativa* (L.) Crantz). V: Novi izzivi v poljedelstvu 2002 : zbornik simpozija, Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 340-343
- Steinmetz, K. A., Potter, J. D. 1996. Vegetables, fruit and cancer: a review. Journal of American dietary association, 96: 1027-1039
- Vollmann, J., Damboeck, A., Eckl, A., Schrems, H., Ruckenbauer, P. 1996. Improvement of *Camelina sativa*, an Underexploited Oilseed. V: J. Janick (ur.), Progress in new crops. ASHS Press, Alexandria, VA: 357-362
- Zubr, J. 1997. Oil-seed crop: *Camelina sativa*. Industrial crops and products, 6: 113-119
- Zubr, J., Mathäus, B. 2002. Effects of growth conditions on fatty acids and tocopherols in *Camelina sativa* oil. Industrial crops and products, 6: 113-119

1.6 Bela gorjušica⁶



Bela gorjušica (*Sinapis alba* L.) ima robata, z dlačicami porasla, razvejena stebila. Tanke vretenaste korenine bele gorjušice so v primerjavi s koreninami oljne ogrščice slabše razvite, vendar imajo večjo črpalno moč za hranila. Listi so pecljati, krpati in dlakavi, parno pernat, z valovitimi robovi listnih ploskev, travno zelene barve.

Cvetovi so združeni v kratka grozdasta socvetja, imajo štiri čašne in štiri rumene venčne liste. Rastlina je žužkocvetka in vetrocvetka, s tem da so čebele za opraševanje bolj pomembne kot veter. Cveti od aprila do avgusta, odvisno od časa setve in dolžine rastne dobe. Posamezen cvet cveti dva dni.

Plod je koničast in dlakav lusk, dolg do 4 cm. Luski izraščajo pravokotno na steblo. V njih je okrog deset semen. Semena so rumenkasto bele barve, po čemer ima rastlina tudi ime, **okrogla, s premerom 2 do 2,5 mm**. Absolutna masa semena je 3 do 8 g.

Namen pridelave

Bela gorjušica se prideluje zaradi semena, ki vsebuje 20 % do 40 % maščob. Olje je zlatorumene barve, uporabno pa kot solatno olje in olje za cvrenje, konzerviranje rib, uporabljajo ga pri izdelavi mil, pralnih sredstev in impregnaciji tkanin, olje sort z večjo vsebnostjo eruka kislin, ki niso primerne za prehrano, pa za maziva.

V ljudskem zdravilstvu belo gorjušico uporabljajo za zdravljenje številnih bolezni, med njimi celo karcinogena obolenja, zobobol in bolečine v ušesih, bronhitis, druge težave respiratornih organov in kot diuretik. Zmanjševala naj bi tudi lokalno bolečino

⁶ Doc. dr. Barbara ČEH

in revmatske bolečine, spodbujala izločanje želodčnih sokov, izboljševala apetit, pospeševala prebavo beljakovin in maščob. V želodcu deluje razstrupljevalno, zelo poveča gibanje želodčne peristaltike. Pretiravanje pri uživanju pa lahko po drugi strani razdraži in vname želodčno in črevesno sluznico. Iz semen so stari Grki in Rimljani stiskali olje, ki so ga uporabljali za razsvetljavo, mlade liste so uživali kot solato in rastlino pripravljali kot pri nas špinačo.

Seme vsebuje 26,4 % do 27,6 % surovih beljakovin in večje količine glukozidov, zaradi katerih ima ostro pekoč okus. Zaradi te lastnosti s semenom bele gorjušice aromatizirajo kis, ga dodajajo pri vlaganju kumaric in druge zelenjave, pri pripravi divjačinskih omak, marinade za ribe, mlade rastlinice (visoke do 3,5 cm) pa se uporabijo v solatah. V kulinariki se uporabljajo tudi kalčki. Seme vsebuje še 28,2 % ogljikovih hidratov, 5,2 % do 10,3 % vlaknin in 4,1 % do 4,5 % pepela.

Po stiskanju olja ostanejo tropine, ki se uporabljajo za izdelavo začimbe, imenovane gorčica ('zenf'), eteričnega olja in obližev. V ljudskem zdravilstvu so iz pogač izdelovali obliže in mazila, ki so jim dodajali zelišča, ter tako zdravili glavobol, bronhitis, revmatizem, vnetja sklepov,...

Obilno zelinje, ki ga tvori gorjušica, je lahko kot sveža spomladanska krma ali, če jo sejemo kot strniščni dosevek, jesenska krma ali podor. Zanimanje se povečuje zlasti za jesensko zeleno krmo ovac. V tem primeru lahko imamo na njivi pred belo gorjušico drug posevek, ki pa dovolj zgodaj poleti zapusti njivo. Kot podor se zaorava tik pred cvetenjem. Nekatere sorte imajo antinematodni učinek.

Setev, oskrba in spravilo pridelka

Najbolje uspeva na peščeno ilovnatih in lapornih tleh, osnovni pogoj pa je, da tla niso kislja. Primerna niso tudi peščena, suha ali mokra tla. Da nimamo težav s pleveli, za setev izberemo nezapleveljeno njivo.

Bela gorjušica je rastlina zmernega podnebja. Sejemo jo do nadmorske višine 1400 m. Ustreza ji milejše, toplo podnebje ter zmerna vlažnost, vendar uspeva tudi v območjih s kontinentalno klimo. V stadiju do majhne rozete prenaša temperaturo do -6 °C. Za cvetenje, oblikovanje luskov in dozorevanje semena je ugodna srednja dnevna temperatura okrog 20 °C, potrebna vsota temperatur do žetve pa 1800 °C do 2500 °C.

Za belo gorjušico njivo zorjemo jeseni do globine 20 do 25 cm. Spomladi brazde obdelamo s kolutasto brano, setvišče pa pripravimo s presetvenikom. Pri obdelavi zadelamo tudi fosforjeva in kalijeva gnojila (40 do 60 kg/ha P_2O_5 in 70 do 90 kg/ha K_2O). Z dušikom dognojujemo spomladi s 50 do 80 kg/ha N. Izberemo nevtralnno ali alkalno delujoča gnojila.

Sejemo jo za gnojenimi okopavinami, tudi za stročnicami, najpogosteje pa za žiti. Sama sebe ne prenaša, paziti pa moramo tudi na druge križnice in peso. Na isto površino jo lahko sejemo po štirih letih, štiriletni razmik pa velja tudi po drugih križnicah in pesi. Rastlina je ugodilka, saj v pomladansko poletnih mesecih zelo dobro prekriva tla. Je dober predposevek za večino posevkov, razen za križnice in peso, razen če ima sorta antinematodno delovanje na pesne nematode. Ker ima kratko rastno dobo, lahko po njej sejemo dosevke, kot so proso, ajda, podorine in krmni dosevki. Ker osuto seme gorjušice lahko povzroči težave v naslednjem posevku, ga pustimo vzkliti in mlade rastlinice pokosimo ali zaorejmo.

Setev opravimo v marcu oziroma čim prej v aprilu na medvrstno razdaljo 12,5 do 30 cm. Ker je to rastlina dolgega dne, samo zgodnja setev omogoča velik pridelek. Globina setve je od 1,5 do ne globlje kot 2 cm. Pri strojni setvi porabimo 8 do 10 kg/ha semena, odvisno od sejalnice lahko tudi manj, pri pozni setvi pa 12 kg/ha. Če sejemo v suha tla, njivo po setvi takoj povaljamo. Ker gorjušica zelo hitro raste, jo samo enkrat okoplamo in po potrebi preredčimo. Če jo sejemo za krmo ali podor, sejemo širom; ovce jo lahko popasejo ali jo zaorjemo po približno šestih tednih.

Rastna doba je 90 do 105 dni. Žanjemo, ko postane polje rjavkaste barve in je seme zrelo. Da pa se izognemo izgubi semena, žanjemo, preden luski začnejo pokati, to je takrat, ko je obarvano seme na sredini luska.

Pridelek in površina pod belo gorjušico

Bela gorjušica izvira iz Azije. Že pred dva tisoč leti je veljala za zdravilno rastlino in bila pomembna začimba. Uporabljali so jo v sumerski kulturi, stari Grki in Rimljani. Kanada, Nepal in ZDA proizvedejo skupaj skoraj 73 % svetovne količine, največ v Kanadi. Po podatkih FAOSTAT je bila na svetu od leta 1991 površina pod gorjušico od 0,54 mio ha do 1 mio ha, v Evropi od 130.000 ha do 389.000 ha. V Sloveniji je površina pod belo gorjušico za pridelavo semena majhna.

Pričakujemo pridelek 1,2 do 1,6 t/ha, vendar pa sta tako povprečni svetovni kot evropski pridelek manjša; med letoma 1991 in 2007 sta bila med 0,6 t/ha in 0,8 t/ha oziroma med 0,3 in 0,8 t/ha.

Uporabljena literatura

- Bavec, F. 2000. Bela gorjušica, bela gorčica, beli ženof (*Sinapis alba* L.). V: Nekatere zapostavljene in/ali nove poljščine. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo: 33-36
- Bavec, F. 2001. Bela gorjušica, bela gorčica, beli ženof (*Sinapis alba* L.). V: Bavec, M. s sod., Ekološko kmetijstvo. Ljubljana, Kmečki glas: 207-210
- FAOSTAT. 2009. Production, Crops. Dostopno na: <http://faostat.fao.org> (junij 2009)
- Johnson, J. B., Jimmerson, J. Mustard seed. Briefing No. 59, Montana State University, Dostopno na: <http://www.ampc.montana.edu/briefings/briefing59.pdf> (junij 2009)
- Kocjan Ačko, D. 1999. Gorjušica. V: Pozabljene poljščine, Ljubljana, Kmečki glas: 135-142
- Makowski, N. 2000. Weißer Senf (*Sinapis alba* L.). V: Lehrbuch des Pflanzenbaues, Band 2: Kulturpflanzen, Norbert Lütke Entrup in Jobst Oehmichen, Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen: 542-543

1.7 Lan⁷

Lan (*Linum usitatissimum* L.) spada v družino lanovk (*Linaceae*), rastlina je enoletnica. Glede na namen uporabe ločimo oljni, predivni in vmesni oziroma prehodni lan, ki je po morfoloških lastnostih podoben prejšnjima dvema. Pridelek pri lanu so semena in/ali vlakna.

Korenina je slabo razvita, drobna, vretenasta, s številnimi stranskimi koreninicami. Te so pri predivnem lanu drobne, pri oljne lanu pa močnejše. Koreninski sistem sega 15 do 30 cm globoko.



Oljni lan doseže v višino povprečno 60 cm, predivni 100 cm in več. Steblo je povoščeno, na prerezu okroglo, tanko; v premeru 0,5 do 3 mm. Tem višje in tanjše je steblo, kvalitetnejša so vlakna. Pri oljnem lanu je steblo razvejano (razvejanje se začne že na spodnji tretjini rastline), pri predivnem pa je manj razvejano, zato je različna tudi olistanost. Barva stebela in listov je sivozelena do modrozeleno, odvisno od debeline voskaste prevleke. Steblo rastline je sprva izpolnjeno, s staranjem postane votlo. Svežnji vlaken so razvrščeni v kolobarju. Pri jarih sortah je steblo pokončno, pri ozimnih ima pregib, ker prezimi kot plazeča rastlina.

V stebelu so vlakna, dolga 2 do 3 cm, lahko tudi do 12 cm. Največ vlaken je v sredini stebela, najmanj v prizemnem delu. Iz olesenelih stebel dobimo vlakna slabše kakovosti, uporabna za grobe tkanine in netekstilno prejo.

⁷ Doc. dr. Barbara ČEH

Listi so majhni, premenjalni, sedeči, ozko suličasti s tremi vzdolžnimi žilami, brez peclja in z voščeno prevleko. S starostjo porumenijo in odpadejo.

Lan je rastlina dolgega dne, cveti julija. Cvetovi so dvospolni, nameščeni na zgornji tretjini rastline na koncih stebel in kronskih vej, zvezdasti, z modrimi do belo obarvanimi petimi venčnimi listi, lahko tudi roza ali vijoličastimi. Tujeprašnost je 5 odstotna, zato se posevki različnih sort lahko medsebojno oprašijo, če rastejo v bližini. Cvetenje posameznega cveta traja le od jutra do opoldneva. Oljni lan ima v primerjavi s predivnim večje cvetove in plodove.



Plod pri lanu je petprekatna glavica ovalne oblike, na vrhu je zašiljen. V njem je 10 ploščatih, bleščečih semen, rdečkasto rjave barve v obliki solze. V vsakem prekatu sta po dve. V kroni oblikuje oljni lan več kot 250 glavic, predivni le nekaj deset, število pa je odvisno tudi od gostote setve in sorte.

Namen pridelave

Pridelujemo ga zaradi zdravilnih semen in vlaken. Laneno seme je poznano kot eno izmed najboljših naravnih zdravil proti kroničnemu zaprtju, pri čemer deluje mehanično; v tekočem okolju nabreka, pri čemer se sprošča sluz, tako da blato postane bolj spolzko. Vsebuje 30 % do 50 % maščob, ki so bogate z linolno in linoleinsko kislino, 20 % do 30 % beljakovin, 4 % do 10 % sluzi, lecitin in vrsto vitaminov (A, B, D, E, F). V prehrani ljudi se seme uporablja za lajšanje presnovnih motenj, urejanje prebave in za odvajanje, dober vpliv ima na dihalo in sečila. Z uživanjem čistega lanenega olja si pomagamo pri nezdravi polti, žolčnih kamnih, vnetjih prebavil, živčnih obolenjih, preprečuje nabiranje maščob na stenah žil,... Seme zamešamo v posebne vrste kruha, za solate in juhe pa se uporabljajo tudi laneni kalčki. Zmleto seme, pripravljeno kot kaša, se nanese na krpo in položi na kožo pri

revmi, vnetih pljučih ali rebrni mreni. V ljudski medicini so tak način uporabili tudi za izgnojevanje ran.

Ker spada v skupino lahkосуšnih olj, ga uporabljajo kot hitro sušeka olja za izdelavo barv, lakov, linoleja, herbicidov, firneža, tiskarskega črnila, za strojenje usnja,... Uporabljajo ga tudi v farmaciji in kozmetiki. Laneno olje in predivo sta kombinacija za tesnjenje vodovodnih cevi.

Po stiskanju semena ostane lanena pogača, ki jo uporabljamo za pripravo zdravilnih obližev za mehčanje podkožnih turrov, zamašenih lojnic,... ali za krmo domačih živali. Ker vsebuje tudi glikozid linamarin, lahko pretirana uporaba (če popasejo sveže rastline ali zaužijejo preveč lanenih pogač) povzroči zastrupitev domačih živali. V prehrani živali so z majhnimi količinami semena sicer umirjali prebavne motnje pri živini, sicer se ga daje v mešanice za ptice.

Slamo lahko zbaliramo za nastil ali za predelavo v celulozo.

V steblih je 25 % do 40 % vlaken, dolgih 1,5 do 4 cm. Ker barva stebela preide na vlakna, so zaželeni čim bolj svetla. Pri isti debelini je lanena nit dvakrat močnejša od bombažne. Lanena vlakna so surovina za najbolj kakovostna in najlepša platna (damast,...), iz platna izdelujejo perilo, srajce, hlače, obleke, prte, jadra, šotore,... Iz lanenih vlaken izdelujejo ribiške mreže, čipke, sukanec, vrvice, čipke, neprepustna tesnila, kakovostne kirurške niti,... Lanena vlakna se lahko uporabljajo sama ali v mešanici z vlakni drugega rastlinskega izvora (bombaž), živalskega izvoda (volna, svila) in tudi s sintetičnimi vlakni. Lanena preja se uporablja kot vodotesni material, za zastirna je tal, hortikulturene substrate, zvočno in toplotno izolacijo,... Olesenele ostanke stebel porabijo za izolacijski material, obloge, papir za cigarete, lepenko,... ali pa jih kurijo.

Z lanom je bilo v preteklosti povezano veliko običajev in praznoverja (laneno seme naj bi odganjalo zle duhove, prinašalo plodnost,...).

Setev, oskrba in spravilo pridelka

Na predposevek ni občutljiv, pomembno pa je, da je njiva razpleveljena. V kolobarju ga sejemo za žiti in okopavinami. Dober predposevek so okopavine, za žiti ne dosega tako velikih pridelkov. Zaradi njegove občutljivosti na ostanke herbicidov v tleh ga ne sejemo za koruzo ali drugimi poljščinami, v katerih smo intenzivno zatirali plevel. Metuljnic se izogibamo zaradi vezave nepredvidljivih količin dušika v tla. Jari lan

lahko sejemo tudi za poljščinami, ki dovolj zgodaj poleti zapustijo njivo (zgodnji krompir, ječmen, grah), kot dosevek za seme. Kot predposevek je ugoden pred večino poljščin, saj pušča njivo razpleveljeno. Za njim lahko sejemo dosevke, saj dovolj zgodaj zapusti njivo. Sam sebe ne prenaša. Na isto njivo ga predvsem zaradi bolezni koreninskega sistema sejemo šele po 5 do 6 letih.

Neugodna za lan so rodovitna peščena tla, ker povzročajo pretegnjenost stebel, ter glinasta in neodcedna tla, za predivni lan tudi tla z veliko kalcija oziroma kalcifikacija pred setvijo. Na vlažnih tleh lahko pričakujemo le srednje velik pridelek. Najbolje uspeva na globokih, zračnih, srednje težkih tleh z vrednostjo pH med 5 in 7.

Seme kali pri najmanj 2°C do 5°C. Oljni lan potrebuje vsoto temperatur nad 2000°C, predivni 1400°C do 1800°C. Mlade rastline jarega lana so občutljive na nizke temperature, medtem ko ozimne sorte niso tako občutljive in se spomladi obrastejo. Tako oljni kot predvsem predivni lan sta občutljiva na hitre temperaturne spremembe. Povprečna dnevna temperatura za oljni lan naj bi bila nad 20°C, za predivni 16°C do 18°C. Sicer ima rastlina voskasto prevleko, vendar je transpiracijski koeficient pri predivnih sortah kar 800 oziroma po nekaterih podatkih celo do 1000, zato je potrebno namakati, če je v obdobju intenzivne rasti do cvetenja sušno. Oljni lan ima manjšo potrebo po vodi (transpiracijski koeficient je 300 do 400), vendar je za doseganje velikih pridelkov potrebno najmanj 120 mm vode v maju in juniju. Za pridobivanje najbolj kakovostnega prediva sta rahel dež in oblačno vreme v severozahodni Evropi zelo ugodna. Za dozorevanje oljnega lana pa je potrebno suho, toplo in sončno vreme.

Tako za setev ozimnega kot jarega lana zorjemo njivo jeseni, zbita tla zrahljamo. Temeljni obdelavi sledi jeseni predsetvena obdelava s klinasto brano in predsetvenik (enkratna ali dvakratna obdelava). Na ta način želimo doseči, da je 2 do 3 cm debela zgornja plast tal drobno grudičasta, pod njo pa sklenjena ornica brez praznih prostorov. Za jari lan brazde spomladi čim prej zravnamo in setvišče pripravimo do sredine marca.

100 kg semena vsebuje okrog 4 kg dušika, 1,8 kg fosforja, 1,2 kg kalija, 100 kg suhe snovi stebel s pripadajočim semenom pa 1,0 do 1,4 kg N, 0,4 do 0,5 kg P in 1,1 do 1,6 kg K. Ker imajo korenine lana slabo črpalno moč, zahteva ugodno oskrbo s hranili. S hlevskim gnojem lanu neposredno ne gnojimo, prav tako ni priporočljiva uporaba gnojevke, saj prevelika količina organskih gnojil povzroči poleganje, večjo razvejanost, slabšo kakovost pridelka in slabši tehnološki izkoristek stebel, potrosimo pa hlevski gnoj predposevku.

Pred setvijo pognojimo s 60 do 90 kg/ha P_2O_5 in 60 do 90 kg/ha K_2O ter polovico odmerka dušika. Ta je 30 do 50 kg/ha N za jari lan in 60 kg/ha za ozimni lan. Kalij zmanjša negativni vpliv apna, povečuje debelino, kakovost in pridelek vlaken. Fosfor pospešuje zorenje in izboljšuje kakovost vlaken. Gnojenje z dušikom poveča pridelek, vendar se zmanjša vsebnost olja. Pri pretiravanju lahko posevek poleže, zmanjša se odstotek vlaken, njihova trdnost, prožnost in sijaj. Jari lan dognojujemo pred cvetenjem (tri tedne po vzniku), če je potrebno, ozimnega pa spomladi, v začetku obraščanja, in pred cvetenjem, če je potrebno.

Jari lan sejemo marca, ozimnega sredi septembra. Oljni lan sejemo na medvrstno razdaljo 20 do 45 cm, kombinirane sorte na 15 do 20 cm, predivnega na 10 do 12 ali 6 do 8 cm. V slednjem primeru ga moramo sejati z žitno sejalnico dvakrat, vsakič s polovično količino semen. Seme oljnega lana ima absolutno maso do 15 g, seme predivnega 3 do 6 g. Porabimo 70 do 80 kg/ha semena oljnega lana oziroma 140 do 160 kg/ha semena predivnega lana, pri kombiniranih sortah pa 100 do 120 kg/ha semena, saj moramo upoštevati, da veliko semen po setvi propade. Gostota oljnega lana naj bi bila 600 do 800 rastlin/m², predivnega lana 2000 rastlin/m². Gostota setve vpliva na to, da se redko posejan oljni lan močno razveji in da ima gosteje posejan predivni lan dolga, čim manj razvejana stebila. Sejemo na globino 1,5 do 2 cm; na lažjih tleh globlje, do 3 cm, na težjih plitveje. Seme mora biti čisto, dobro kalivo in brez poškodb.

Če je potrebno (preslabo pripravljeno setvišče), po setvi posevek povaljamo. Če se tla zaskorjijo in rastline še niso vzklile, lahko skorjo razbijemo z valjarjem, če se zaskorjijo kasneje, ko je posevek 5 do 10 cm visok, uporabimo mrežasto brano. Močna zaskorjenost lahko namreč ovira vznik. Pri setvi na večje medvrstne razdalje lahko posevek okopavamo v presledkih 14 dni. Zaradi slabe konkurenčnosti plevelom, je z mehanskimi ukrepi potrebno začeti takoj po setvi oziroma še pred vznikom. Med rastno dobo moramo uničevati plevel in varovati posevek pred boleznimi in škodljivci.

Dolžina rastne dobe jarega lana, katerega sorte so večinoma predivne, je kratka; od 90 do 120 dni – dozoreva julija, žanjemo ga avgusta. Daljšo rastno dobo ima ozimni lan, katerega sorte so povečini oljne; sejemo ga sredi septembra in dozori junija naslednje leto. Posebnost pri predivnem lanu je, da rastline ne kosimo, ampak pulimo. Po žetvi je potrebno dosuševanje semen na 8 do 13 odstotno vlago. Za žetev lahko uporabimo tudi žitni kombajn, ki se ga prilagodi z zmanjšanjem vetra in upočasní hitrost.

Predivni lan lahko žanjemo že v zeleni zrelosti – ko začnejo rumeneti spodnji listi, semena v mehkih glavicah pa so v mlečni zrelosti. Pridelek vlaken iz mladih stebel je majhen, a so vlakna zelo tanka in kakovostna. Največji pridelek vlaken dobimo, če žanjemo v zgodnji rumeni zrelosti (voščena zrelost), ko je posevek svetlo rumene barve, brez listov na spodnji tretjini rastlin, seme v glavicah je v voščeni zrelosti. V tem primeru lahko na izpuljenih rastlinah dozori tudi seme. Za puljenje lanu obstajajo posebni kombajni.

Teden dni kasneje sledi rumena zrelost – ko listi na spodnji polovici stebel odpadejo, semena v glavicah so trša in svetlo rjave barve, vlakna so spodaj že olesenela, listi na zgornji polovici pa začnejo veneti. Takrat žanjemo oljni in kombiniran lan. To je približno en mesec po odprtju prvih cvetov. Če žanjemo oljni lan z žitnim kombajnom, žanjemo, ko so rastline popolnoma suhe; glavice se obarvajo rjavo – potemniijo, večina listov odpade, semena so trda, rjava in popolnoma zrela. Ko je 5 % glavic še zelenih, lahko opravimo desikacijo, če je seveda v našem načinu pridelovanja to dovoljeno, in teden dni kasneje kombajniramo. Seme za skladiščenje po žetvi osušimo na 8 do 10 odstotno vlago pri 80 °C oziroma na 40 °C, če mu želimo, da se ohrani kalivost.

Pridelek in površina pod lanom

O starodavni uporabi lana pričajo najdišča semen, olja in izdelkov iz lanenih vlaken iz petega tisočletja pred našim štetjem. Drobnozrnati lan izhaja iz jugovzhodne Azije, debelo zrnati iz severne Afrike. Laneno seme in olje so uporabljali za zdravila, z oljem so si svetili, iz lanenih vlaken tkali platno. Kasneje je lan zaradi zahtevne ročne obdelave stebel izpodrinil bombaž, po drugi svetovni vojni pa umetna vlakna.

Na svetu sejemo lan na okrog 7 mio ha; na večini je zasejan oljni lan, na okrog 1 mio ha pa predivni. 65 % do 70 % svetovnega pridelka izhaja iz Rusije. Sicer oljni lan pridelujejo v suhih in toplejših deželah (južna Evropa, Afrika, Indija,...), predivnega pa v bolj vlažnih območjih z zmerno hladnim podnebjem (na severu Evrope ob obali Atlantika, obalah Severnega morja ter v baltiških državah). V Sloveniji so v drugi polovici 18. stoletja pridelovali predivni lan na okrog 6.000 ha njiv, v prvi polovici 20. stoletja je bilo v Sloveniji 1.000 ha polj posejanih z lanom, po drugi svetovni vojni manj kot 1.000 ha. Od takrat se je površina vztrajno zmanjševala, dokler pridelava lana pri nas ni zamrla.

Povprečen svetovni pridelek lana je 1 t/ha, kar velja za seme in za vlakno. Pridelek vlaken je sicer 0,2 do 1,2 t/ha, pridelek semena pa 0,2 do 2,8 t/ha. Pri intenzivni pridelavi lahko dobimo tudi do 4 t/ha semena oziroma 4 t/ha vlaken (12 ton stebel).

Uporabljena literatura

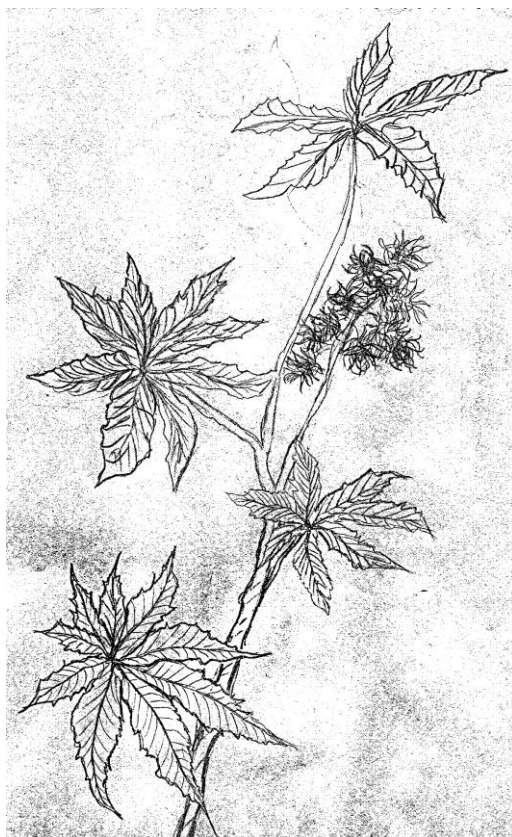
- Bavec, F. 2000. Navadni, oljni, predivni lan (*Linum usitatissimum* L.). V: Nekatere zapostavljene in/ali nove poljščine. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo: 55-64
- Bavec, F. 2001. Navadni, oljni, predivni lan (*Linum usitatissimum* L.). V: Bavec, M. s sod.. Ekološko kmetijstvo. Ljubljana, Kmečki glas: 227-231
- FAOSTAT. 2009. Production, Crops. Dostopno na:
<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor> (junij 2009)
- Jagodič, B. 2006. Navadni lan (*Linum utitatissimum* L.). V: Kuharske bukve, Zdravilna zelišča, čaji in čajne mešanice, Celje, NT&RC: 94-95
- Kocjan Ačko, D. 1999. Lan. V: Pozabljene poljščine, Ljubljana, Kmečki glas: 83-100
- Makowski, N. 2000. Öllein (*Linum usitatissimum* L.). V: Lehrbuch des Pflanzenbaues, Band 2: Kulturpflanzen, Norbert Lütke Entrup in Jobst Oehmichen, Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen: 546-548
- Milošević, D. 1983. Lan – *Linum usitatissimum* (L). V: Posebno ratarstvo, Savremena administracija, Beograd: 254-261
- Rengero, D. 1995. Konoplja in lan. Samozaložba: 35-49
- Wagner, T. 1997. Pridelovanje zelišč. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo, Maribor: 158-159

1.8 Kloščevец⁸

V krajih s toplim podnebjem je kloščevец (*Ricinus communis* L.) večletna rastlina, v zmerno toplem pasu pa enoletnica. Kultiviran kloščevец je potomec večletne divje oblike. Spada v družino mlečkovk (Euphorbiaceae).

Koreninski sistem je vretenaste oblike, dobro razvit in ima veliko sesalno moč. Razvije se do 2 m globoko. Iz glavne korenine izrašča 4 do 7 močnih stranskih korenin, ki se še naprej vejijo.

Steblo je členkovito, v začetku vegetacije sočno in nežno, kasneje pa oleseni. Zraste do 4 m visoko in se razveji. Je zelene, rdečkaste ali modrikaste barve, pokrito z voščeno prevleko.



Listi so veliki, na dolgih pecljih, dlanasti, sestavljeni iz 6 do 9 lističev. Barva listov je enaka kot barva stebela.

Cvetovi so v grozdastem socvetju, ki meri do 70 cm. Na eni rastlini jih je 5 do 20. Na zgornji polovici socvetja so ženski cvetovi, na spodnji polovici pa moški cvetovi. Pri novejših hibridih so cvetovi pomešani. Cvetenje se začne 45 do 50 dni po vzniku.

⁸ Doc. dr. Barbara ČEH

Število cvetov v socvetju je od 30 do 300. Ženskih cvetov je 41 % do 55 %, s tem da se vsi ne oplodijo. Rastlina se oprahuje z vetrom.

Plod je tripredalasta glavica, ki je lahko gladka ali bodičasta. Če so pridelovalne razmere zelo ugodne, se lahko razvije tudi štiripredalasta glavica. Pri nekaterih sortah glavice ob dozorevanju pokajo.

Seme predstavlja okrog 70 % ploda. Je sijoče, marmorirano (rjavkaste, rdeče, sivo, lahko tudi drugih barv), podobno napihnjenemu klopju (klošču), od koder tudi slovensko ime rastline.

Namen pridelave

Kloščevca pridelujemo zaradi semena, ki vsebuje 50 % do 55 % olja. Le-to se uporablja v različne namene. Ker ne zmrzuje pri nizkih temperaturah, se ne suši na zraku in zagori pri visokih temperaturah, so ga že v preteklosti uporabljali za maziva in gorivo. Pri visokih temperaturah tudi ne spreminja viskoznosti. Sicer se olje uporablja tudi za proizvodnjo sintetičnega kavčuka, v tekstilni in usnjarski industriji, za izdelavo mila in kozmetičnih preparatov, v proizvodnji plastičnih mas, v medicini in farmaciji. Ker je seme strupeno, se lahko predeluje le na posebnih napravah. Olje za medicinsko uporabo se dobi pri stiskanju pri 40 °C. S segrevanjem ricin razpada.

Oljne pogače se zaradi prisotnosti ricina ne smejo uporabljati za krmo. V stebli kloščevca so vlakna, ki se lahko uporabljajo za izdelavo vrvi in grobih tkanin. Stebla tudi kurijo.

Setev, oskrba in spravilo pridelka

Kloščevca je rastlina toplih krajev. Minimalna temperatura za kalitev semena je 10 °C, optimalna pa 20 do 25 °C. Seme na njivi kali po 15 do 20 dneh. V času cvetenja temperatura ne sme biti nižja od 20 °C. Ugodna temperatura za dozorevanje je 24 do 26 °C. V juliju in avgustu naj temperatura ne bi bila pod 23 °C. Nižje temperature v sezoni vplivajo na manjšo vsebnost olja. Mlade rastline propadejo na -1 °C, starejše na -3 °C.

Rastlina ima tudi velike zahteve po vodi. Dobro uspeva, kjer je letna količina padavin 600 do 700 mm, s tem da jih v rastni sezoni pade vsaj 250 do 300 mm. Sicer je potrebno namakanje. Največje zahteve po vlagi ima v času pred cvetenjem, v času

cvetenja in polnjenja zrnja. Premalo vlage v tem času zelo negativno vpliva na pridelek. Negativno na pridelek pa vpliva tudi zasenčenje in povečana oblačnost v rastni dobi. V primerjavi z drugimi oljnicami bolje prenaša sušo.

Zanj so primerna rodovitna, globoka tla, najboljše nevtralne reakcije, sicer pa zaradi globokih korenin z veliko črpalno močjo dobro prenaša tudi manj rodovitna zemljišča. Na težkih, vlažnih in hladnih tleh slabo uspeva.

V kolobarju dobro uspeva po strnih žitih, enoletnih metuljnicah in okopavinah, niso pa primerne večletne metuljnice. Monokulture ne prenaša. Kot predposevek je ugoden za večino posevkov, saj pušča godna in nezapleveljena tla.

Globoka jesenska obdelava tal pozitivno vpliva na pridelek semena in vsebnost olja. Preorana njiva se pusti v odprtih brazdah do pomladi.

Sejemo spomladi, ko se tla ogrejejo na 10 do 12 °C. Seme mora biti čisto, zdravo, veliko in dobro kalivo. Medvrstna razdalja je 50 do 80 cm, razdalja v vrsti pa 25 do 50 cm. Če sejemo po dve semeni na sejnalno mesto, se razdalje podvojijo. Globina setve je 7 do 10 cm.

Če se po setvi tla zaskorjijo, je potrebno skorjo razbiti z lažjimi branami poprek na smer setve. Posevek se okopava, ko rastline tvorijo 2 do 3 prave liste. Po potrebi se redči in še enkrat do dvakrat okoplje do globine 10 cm.

Gnojimo z organskimi in mineralnimi gnojili, saj sicer zelo izčrpa tla. Upoštevati pa moramo rodovitnost tal, saj rastlina naj ne bi zrasla višje od 120 cm. V nasprotnem primeru je namreč pridelek slabši. Fosfor in kalij zaorjemo jeseni s hlevskim gnojem. Polovico odmerka dušika potrosimo ob setvi, drugo polovico pri dognojevanju v fazi intenzivne rasti, ko so rastline visoke 30 do 35 cm. Ponekod so na rodovitnih tleh v stadiju petih listov vrh rastline odlomili. To povzroči močnejše vejanje in hitrejšo tvorjenje socvetij na bočnih vejah, kar pozitivno vpliva na pridelek.

Kloščevec je rastlina kratkega dne, njegova rastna doba je 100 do 160 dni. Socvetja ne dozorevajo enakomerno. Najprej dozori socvetja na vrhu rastline, sledijo socvetja na vejah prvega reda in tako naprej. Zato so ročno žetev izvedli zaporedno trikrat. Pri novejših sortah pa seme v socvetju bolj enakomerno dozoreva in v času dozorevanja odpada listje. Dozorela socvetja dobijo temno rumeno barvo. Da se omogoči žetev s kombajnom, se izvede desikacija (odpade listje in vsebnost vlage v semenu hitro pade). Po 6 do 7 dneh se posevek lahko pospravi. Strojno žanjemo zgodaj zjutraj ali

pozno zvečer, da je izguba semena čim manjša. Vlaga za skladiščenje ne sme biti večja kot 10 do 11 odstotna, sicer se mora seme po žetvi dosušiti.

Pridelek ter površina pod kloščevcem

Na svetu je bila med letoma 1991 in 2007 površina pod kloščevcem 1,1 mio ha do 1,4 mio ha, v Evropi 0 ha do 1.086 ha. Največ površin imajo s kloščevcem zasejanih v Indiji, Braziliji in na Kitajskem. Pri nas se seje kot okrasna rastlina ob hišah.

Povprečen pridelek kloščevca je bil na svetu v letih od 1991 0,8 do 1,0 t/ha, v Evropi 0,3 do 1,0 t/ha. Zelo dobre povprečne pridelke dosegajo v Paragvaju, tudi v Etiopiji, Ekvadorju, Indiji,... in sicer do 1,5 t/ha. V poskusu na IHPS smo dosegli pridelek semena novosadskih sort Dunav in Ibar v enem letu (2007) 122 oziroma 213 kg/ha (odvisno od sorte), v drugem letu (2008) pa 1,2 t/ha oziroma 1,4 t/ha. Vsebnost olja je bila v obeh letih majhna (od 20% do največ 28%). V našem poskusu smo tako pridelali le do 400 kg/ha olja. Sicer za novosadske hibride v ustreznih razmerah navajajo pridelek olja 1.800 do 2.000 kg/ha.

Uporabljena literatura

- FAOSTAT. 2009. Production, Crops. Dostopno na: <http://faostat.fao.org> (junij 2009)
- Milošević, D. 1983. Ricinus – *Ricinus communis* (L). V: Posebno ratarstvo, Savremena administracija, Beograd: 232-238
- Samardžija, M., Samardžija, D., Marinković, R., Furman, T., Tomić, M. 2008. Proizvodnja biodizela iz ricinusa. Savremena poljoprivredna tehnika, 34, 3-4: 117-270

1.9 Oljni hibridi koruze⁹



Koruzna (*Zea mays* L.) spada sicer med žita, vendar so nekateri hibridi te poljščine žlahtnjeni v smeri večje vsebnosti olja v zrnju in izboljšanju njegove kakovosti. Poleg večje vsebnosti olja imajo lahko tudi spremenjeno razmerje med nasičenimi in nenasičenimi maščobnimi kislinami. Olje je v glavnem v kalčku (okrog 80 %), zato je vsebnost olja neposredno odvisna od deleža kalčka, vendar pa tudi od pridelovalnih razmer.

Namen pridelave

Hibridi oljne koruze se pridelujejo zaradi zelo kakovostnega olja, ki ga iztisnemo iz zrnja, in za prehrano živali, saj je energetska vrednost oljnih hibridov večja od standardnih. Koruzno olje ima namreč v povprečju 2,5-krat večjo energijsko vrednost v primerjavi s škrobom. Olje ima zelo ugodno razmerje med nenasičenimi in nasičenimi maščobnimi kislinami, visoko stabilnost in vsebnost esencialnih maščobnih kislin ter vitamina E. Uporablja se pri kuhanju, za pripravo solat in izdelovanju margarine. Zaradi visoke temperaturne stabilnosti se lahko koristi tudi za cvrtje in praženje.

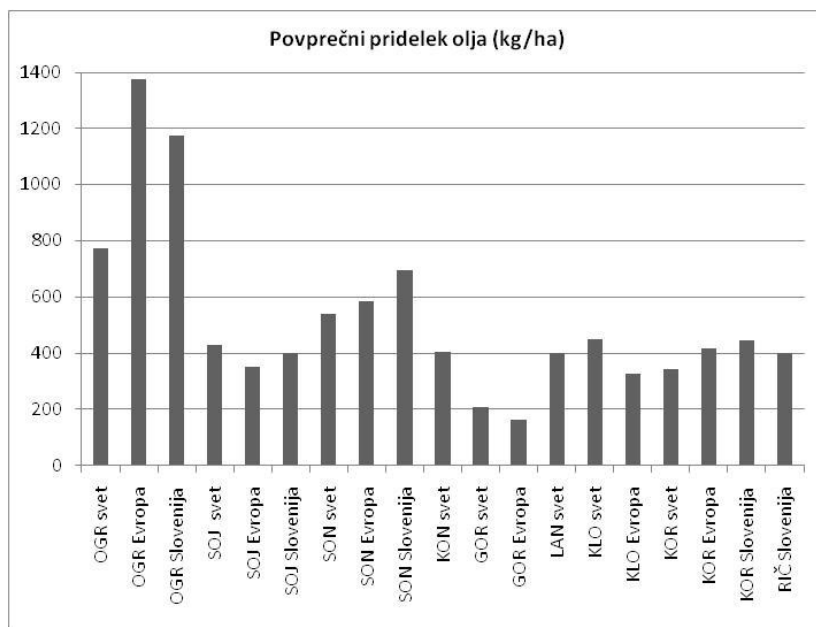
Pridelek in površina pod koruzo

Koruzna je na svetu zavzemala med letoma 1991 in 2007 od 312 do 158 mio ha, povprečni svetovni pridelek zrnja je bil med 3,6 t/ha in 5,0 t/ha. V Evropi je bila v tem času površina pod koruzo za zrnje med 13,0 in 13,9 mio ha, povprečen pridelek je bil v teh letih med 4,2 in 6,2 t/ha. V Evropski uniji je površina pod koruzo za zrnje

⁹ Doc. dr. Barbara ČEH

okrog 6,2 mio ha, povprečen pridelek je bil v zadnjih letih 7,5 t/ha. V Sloveniji je koruza posejana na okoli 40 % njiv. Po podatkih Statističnega urada RS je bila površina pod koruzo za zrnje v Sloveniji med letoma 1991 in 2008 med 41.000 in 64.000 ha, pridelamo pa med 41.000 in 52.000 tonami zrnja letno. Velika večina pridelka se porabi za prehrano živali. Povprečni pridelek koruze za zrnje je bil med letoma 2000 in 2008 od 5,1 t/ha do 8,3 t/ha.

Sodobni hibridi oljne koruze vsebujejo do 9 % olja v zrnju, dosegajo pa primerljive pridelke kot hibridi standardne kakovosti. Vsebnost olja je torej manjša v primerjavi s poljščinami iz agronomske skupine oljnic, vendar pa je pridelek zrnja večji. V poskusu na IHPS smo v letih 2007 in 2008 preizkušali olja hibrida NS 645 in NS 6012. V obeh letih sta dosegla pridelek, večji od 10 t/ha. Vsebnost olja je bila v obeh letih večja pri hibridu NS 645 (med 8 % in 10 %) v primerjavi s hibridom NS 6012 (med 6,2 % in 8,1 %). Tako smo v naših razmerah pridelali celo do 1200 kg/ha olja, kar je primerljivo z izplenom pri oljni ogrščici (slika 1.9.1). Če vzamemo v račun povprečno dosežen pridelek koruze za zrnje v Sloveniji, Evropi in na svetu in računamo na vsebnost olja 8 %, pa lahko predvidevamo, da z oljnimi hibridi pridelamo povprečno od 250 do 500 l/ha olja, kar je primerljivo na primer s sojo.



Slika 1.9.1: Predviden povprečni pridelek olja oljnic (OGR – ogrščica, SOJ – soja, SON – sončnica, KON – konoplja, GOR – bela gorjušica, LAN – lan, KLO – kloščevce, RIČ – riček) in koruze – KOR (oljni hibridi) (v t/ha) na svetu, v Evropi in v Sloveniji v letih od 1991 do 2007 (preračunano glede na podatke FAOSTAT, 2009 in povprečno vsebnost olja v semenu)

Uporabljena literatura

Čergan, Z. 1991. Oljni hibridi: V: Koruza, Tajnšek, T. s sod., Ljubljana, Kmečki glas: 180 s.

Čergan, Z. 2008. Oljni hibridi. V: Koruza, Čergan, Z. s sod., Ljubljana, Kmečki glas: 42–43

Čergan, Z. 2008. Razširjenost in pomen pridelave koruze. V: Koruza, Čergan, Z. s sod., Ljubljana, Kmečki glas: 13–21

FAOSTAT. 2009. Production, Crops. Dostopno na: <http://faostat.fao.org> (junij 2009)

Pridelava poljščin (ha, t, t/ha), Slovenija, letno. Dostopno na: <http://www.stat.si/> (junij 2009)

1.10 Pleveli v oljnicah in možnost njihovega zatiranja¹⁰

Bolj razširjene oljnice v Sloveniji

Pri bolj razširjenih oljnicah v Sloveniji (oljna ogrščica, soja, sončnica, koruza, oljna buča), z izjemo oljnih buč, imamo kar dober nabor potrebnih herbicidov, s katerimi lahko obvladujemo plevel. Vsekakor je potrebno poudariti, da je ustrezen kolobar s primernim vrstjenjem poljščin že prvi korak v boju s pleveli. Strmeti je potrebno, da nam že predhodna poljščina zapusti čim bolj nezapleveljeno površino. Pri vsaki oljnici je pomembno določiti optimalno obdobje za uporabo herbicidov in mehanskih metod zatiranja. Pri odločitvi o terminu zatiranja upoštevamo značilnosti herbicida (povezava med učinkom in stadijem plevela, stopnja selektivnosti,...) ali orodij za mehanično zatiranje, vremenske razmere, urnik opravkov in ostale dejavnike. Ob upoštevanju dobre agronomske prakse so oljna ogrščica, soja, sončnica, koruza in oljna buča poljščine, ki bi jih lahko sejali na velike površine. Seveda pa moramo imeti kompletno strojno linijo za pridelavo in spravilo teh poljščin.

Oljna ogrščica (*Brassica napus* L. subsp. *napus*)

Med pleveli, ki pri pridelavi oljne ogrščice lahko predstavljajo večjo težavo, uvrščamo večletne širokolistne pleveli, posebej slak in osat, saj kemično zatiranje teh plevelov v oljni ogrščici ni učinkovito. Zato oljno ogrščico sejemo na njive, ki niso zapleveljene z večletnimi širokolistnimi pleveli. Od enoletnih plevelov večjo težavo predstavlja smolenec ali plezajoča lakota, predvsem zaradi težav pri žetvi. V zadnjem času je potrebno opozoriti tudi na težave s samosevno pšenico in ječmenom. V naših razmerah se zatiranje plevelov večinoma opravi le jeseni, izjemoma v razredčenih posevkih tudi spomladi. Uporaba česal kmalu po setvi je sicer možna, vendar prečesavanje povzroča veliko poškodb. Posevki morajo biti natančno posejani, česalo pa mora imeti ustrezno usmerjene roglje. Po vzniku, navadno do konca septembra, opravimo korekcijsko uporabo graminicidov.

Iz preglednice 1.10.1 lahko razberemo, kdaj, s katerimi herbicidi in v kakšnih odmerkih lahko ukrepamo proti plevelom v oljni ogrščici.

¹⁰ Silvo ŽVEPLAN

Preglednica 1.10.1: Registrirani herbicidi za oljno ogrščico v letu 2009 v Republiki Sloveniji

ŠKODLJIVI ORGANIZEM	AKTIVNA SNOV	HERBICID	ODMEREK
Širokolistni in ozkolistni pleveli (PREEM)	dimetaklor	Teridox 500 EC	2,5 l/ha
	metazaklor	Butisan-S	2,0 - 3,0 l/ha
	napropamid	Devrinol 45 FL*	2,0 - 2,5 l/ha
Ozkolistni pleveli (POSTEM)	fluazifop-p-butyl	Fusilade forte	0,8 - 2,0 l/ha
	propakvizafop	Agil 100 EC	1,0 - 2,0 l/ha
	cikloksidim	Focus ultra	1,0 - 4,0 l/ha
	tepraloksidim	Aramo 50	1,0 - 2,0 l/ha
Širokolistni in ozkolistni pleveli (POSTEM)	metazaklor	Fuego	1,5 l/ha

Legenda:

PREEM - uporaba pred vznikom gojene rastline in plevela

POSTEM - uporaba po vzniku gojene rastline in plevela

M - obvezna uporaba močila

* - herbicidu v letu 2009 poteče datum odprodaje zaloga

Soja (*Glycine max* L.)

Z zatiranjem plevelov v soji pri nas večina občasnih pridelovalcev nima dovolj izkušenj. Soja je toploljubna, počasi rastoča rastlina s slabo tekmovalno sposobnostjo. Pridelek lahko ogrozi večina pri nas pogostih okopavinskih plevelov. Kritična števila plevelov so vedno presežena, tako da se uporabi herbicidov ne moremo izogniti. V začetnih fazah razvoja morajo biti posevki čisti vsaj sedem tednov, sicer so izgube pridelka velike. V naših razmerah je priporočljivo uporabiti talne herbicide, po vzniku pa še kombinacije bentazona in specifičnih graminicidov. Po uporabi teh herbicidov pred zapiranjem vrst opravimo še eno okopavanje. Škropljenje pod list po vzniku in pred zapiranjem vrst z metribuzinom in pendimetalinom v naših razmerah ni razvita tehnika. Ker se soja seje dokaj pozno, je priporočljiv ukrep izvajanje sistema slepe setve z dvakratnim brananjem setvene površine pred dejansko setvijo. Uporaba česal povprek v zgodnjih stadijih razvoja pri soji ni priporočljiva, ker je rastlina zelo občutljiva na poškodbe. Večkratno prečesavanje medvrstnega prostora s česalom z gosto razporejenimi roglji je dober pristop, dokler je soja majhna. Pri okopavanju rastlin ne smemo previsoko osipati, ker so sicer pri spravi težave, saj veliko strokov leži po tleh in jih kombajn ne pobere.

Iz preglednice 1.10.2 lahko razberemo, kdaj, s katerimi herbicidi in v kakšnih odmerkih lahko ukrepamo proti plevelom v soji.

Preglednica 1.10. 2: Registrirani herbicidi za sojo v letu 2009 v Republiki Sloveniji

ŠKODLJIVI ORGANIZEM	AKTIVNA SNOV	HERBICID	ODMEREK
Širokolistni pleveli (PREEM)	linuron	Afalon	2,0 - 2,1 l/ha
Širokolistni in ozkolistni pleveli (PREEM)	metribuzin	Sencor WG 70	0,5 - 1,0 l/ha
	pendimetalin	Stomp 400 SC	3,5 l/ha
	S-metolaklor	Dual gold 960 EC	1,0 - 1,3 l/ha
Ozkolistni pleveli (POSTEM)	cikloksidim	Focus ultra	1,0 - 4,0 l/ha
	fenoksaprop-p-etil	Furore super 75 EW	1,0 - 3,0 l/ha
	fluazifop-p-butyl	Fusilade forte	1,2 l/ha
Enoletni in večletni širokolistni pleveli (POSTEM)	bentazon	Basagran 480	1,5 - 2,0 l/ha

Sončnica (*Helianthus annuus* L.)

S pridelovanjem sončnic nimamo veliko izkušenj. Pri sicer enostavnem pridelovanju je pomemben pravšnji sklop rastlin in hiter mladostni razvoj. Sončnica ima dobro tekmovalno sposobnost proti plevelom. Izbor herbicidov pri nas je še kar velik in v prihodnjih letih si, zaradi pomembnosti sončnice v kolobarju, lahko ometamo še širši izbor.

Iz preglednice 1.10.3 lahko razberemo, kdaj, s katerimi herbicidi in v kakšnih odmerkih lahko ukrepamo proti plevelom v posevkih sončnic.

Pogosto kombiniramo Stomp + Dual gold, Afalon + Dual gold, Dual gold + Goal ali uporabimo samostojno Goal ali Racer. Pri kombiniranju s pripravkom Dual gold lahko nekoliko zmanjšamo odmerek herbicida. Če je plevelov veliko, tega ne storimo. Na peščenih tleh je bolje uporabiti Stomp, na težjih Afalon, Goal ali Racer. Med pomembnejše plevela sončnic spada večina splošno razširjenih okopavinskih plevelov. Po vzniku širokolistnih plevelov, ki jih talni herbicidi niso zatrli, ni mogoče uspešno zatirati, ker ni ustreznih selektivnih herbicidov. Zato je pomembno, da naredimo vse, da bodo talni herbicidi delovali v največjem možnem obsegu. Uporabimo lahko pristop zapoznele globoke setve. Tla pripravimo za setev konec marca, sejemo pa šele konec aprila ali v začetku maja. Do konca aprila pustimo, da se pleveli nemoteno razvijajo, nato pa uporabimo pripravke na podlagi glifosata ali glufosinata. Počakamo teden dni in opravimo dokončno plitvo obdelavo tal za setev. Takoj po setvi uporabimo talne herbicide (npr. kombinacijo Goala in Stompa). Kadar

talni herbicidi delujejo slabo, je priporočljivo sončnice okopati dvakrat. S prvim nekoliko zavlačujemo, da prehitro ne prekinemo rezidualnega delovanja uporabljenih talnih herbicidov. Drugo okopavanje izvedemo, ko je še možna vožnja po posevku. Kadar je plevelov malo in nimamo pomanjkanja padavin, lahko okopavanje tudi opustimo. Pri zatiranju trav ni težav, saj imamo na voljo številne graminicide. Pri sončnicah je možno po vzniku izvajati škropljenje pod list (Goal) ali izvesti ožiganje plevelov.

Preglednica 1.10.3: Registrirani herbicidi za sončnice v letu 2009 v Republiki Sloveniji

ŠKODLJIVI ORGANIZEM	AKTIVNA SNOV	HERBICID	ODMEREK
Širokolistni pleveli (PREEM)	linuron	Afalon	2,0 - 2,1 l/ha
Širokolistni in ozkolistni pleveli (PREEM)	pendimetalin	Stomp 400 SC	5,0 l/ha
	S-metolaklor	Dual gold 960 EC	1,0 - 1,3 l/ha
	oksifluorfen	Goal	1,0 - 4,0 l/ha
	flurokloridon	Racer 25 EC	2,0 - 4,0 l/ha
Ozkolistni pleveli (POSTEM)	cikloksidim	Focus ultra	1,0 - 4,0 l/ha
	fenoksaprop-p-etil	Furore super 75 EW	1,0 - 3,0 l/ha
	fluazifop-p-butil	Fusilade forte	0,8 - 2,0 l/ha

Oljna koruza (*Zea mays* L.)

Koruza je najpomembnejša poljščina v Sloveniji. Nekateri hibridi so požlahtnjeni v smeri večje vsebnosti olja v zrnju in boljše kakovosti olja. Zatiranje plevelov v oljni koruzi je enako kot v navadni koruzi. Danes je izbor herbicidov za uporabo v posevkih koruze velik in tako zlahka najdemo ustrezne rešitve tako v pogledu spektra plevelov kot tudi v pogledu vse ostrejših ekoloških zahtev. V koruzi imamo dobre možnosti za zatiranje mnogih večletnih in enoletnih plevelov, katere v drugih poljščinah zatiramo bistveno težje. Sodoben pristop pri pridelovanju koruze temelji na kombinirani uporabi herbicidov in mehničnem zatiranju plevelov z enkratnim ali dvakratnim okopavanjem. Zagotoviti je treba kakovostno pripravo setvišča, zgodnjo setev in hiter mladostni razvoj koruze. S pleveli ni težav, če koruza konec maja preseže višino 30 cm. Rok za setev se v zadnjih letih pomika od konca aprila proti sredini aprila. Pri zgodnjih setvah je velikokrat, zaradi večje zaloge vlage v tleh, delovanje talnih herbicidov boljše.

Iz preglednic 1.10.4 in 1.10.5 lahko razberemo, kdaj, s katerimi herbicidi in v kakšnih odmerkih lahko ukrepamo proti plevelom v oljni koruzi.

Najpomembnejši pleveli v koruzi so: baržunasti oslez, srhkodlakavi ščir, hibridni ščir, pelinolistna ambrozija, loboda, bradati mrkač, plotni slak, bela metlika, mnogosemenska metlika, njivski osat, njivski slak, navadni kristavec, njivska preslica, rogovilček, ščavjelistna dresen, divje proso breskovolistna dresen, njivska redkev, divji sirek, ameriška barvilnica, pasje zelišče, njivska škrbinka, navadni bodič,.... Pri nas imamo na večini njiv velike populacije plevelov, tako da so kritična števila skoraj vedno presežena in je potrebno izvesti zatiranje plevelov.

Najzanesljivejši pristop glede uporabe herbicidov je uporaba talnega herbicida, nato pa korekcija po vzniku s specifičnimi listnimi herbicidi, če se pokaže potreba. V sušnih razmerah uporaba herbicidov takoj po setvi ni smiselna. S poznejšo uporabo podaljšamo rezidualni učinek herbicida. Če se odločimo za zatiranje plevelov zgolj po vzniku, moramo dobro proučiti potrebno kombinacijo herbicidov, da pokrijemo celoten spekter plevelov. Običajno zatiralno okno (čas) za povprečno zapleveljeno koruzo za zatiranje po vzniku je 2,5 do 3,5 tedna po vzniku koruze.

Preglednica 1.10.4: Registrirani herbicidi za koruzo v letu 2009 v Republiki Sloveniji

ŠKODLJIVI ORGANIZEM	AKTIVNA SNOV	HERBICID	ODMEREK
Eno in večletni ozkolistni semenski pleveli (PREEM)	dimetenamid -P	Frontier X2	1,0 - 1,4 l/ha
Širokolistni in ozkolistni pleveli (PREEM)	flurokloridon	Racer 25 EC	2,0 - 3,0 l/ha
Enoletni ozkolistni in širokolistni pleveli (PREEM) in tudi takoj po vzniku	pendimetalin	Stomp 400 SC	3,0 - 4,0 l/ha
	terbutilazin + S-metolaklor	Primextra TZ gold 500 SC	4,0 - 4,5 l/ha
	izoksafutol	Merlin	0,1-0,13 kg/ha
	flufenacet + metosulam	Terano WG 62,5 + M	1,0 kg/ha
	S-metolaklor	Dual gold 960	1,0 - 1,5 l/ha
	pendimetalin	Activus 40 WG	4,0 kg/ha
Enoletni širokolistni pleveli (POSTEM)	bromoksinil	Bromotril 225	1,0 - 1,5 l/ha
	2,4-D 2-EHE	Esteron	1,0 l/ha

Preglednica 1.10.5: Registrirani herbicidi za koruzo v letu 2009 v Republiki Sloveniji (nadaljevanje preglednice 1.10.4)

ŠKODLJIVI ORGANIZEM	AKTIVNA SNOV	HERBICID	ODMEREK
Eno in večletni širokolistni pleveli (POSTEM)	bentazon + dikamba	Cambio + M	2,0 - 3,0 l/ha
	dikamba	Banvel 480 S	0,4 - 0,7 l/ha
	2,4 - D	Herbocid	1,0 - 1,5 l/ha
	2,4 - D + florasulam	Mustang 306	0,5 - 0,6 l/ha
	klopiralid	Lontrel 100	0,6 - 1,0 l/ha
	fluroksipir	Starane 2	0,8 l/ha
	fluroksipir	Tomigan 200	0,8 l/ha
	tifensulfuron-metil	Harmony 75+M	10 - 15 g/ha
	prosulfuron	Peak 75 + M	20 - 30 g/ha
	dikamba + prosulfuron	Casper + M	300 - 400 g/ha
	bentazon	Basagran 480	1,5 - 2,0 l/ha
Enoletni in večletni širokolistni in ozkolistni pleveli (POSTEM)	nikosulfuron	Motivell	1,0 - 1,25 l/ha
	rimsulfuron	Tarot 25 WG + M	40 - 60 g/ha
	foramsulfuron	Equip	2,0 - 2,5 l/ha
	foramsulfuron + jodosulfuron	Maister OD	1,5 l/ha
Ozkolistni in širokolistni pleveli (PREEM) ob zadostni talni vlagi oz. (POSTEM) do faze BBCH - 14	mezotrion	Callisto 480	0,15 - 0,3 l/ha
	mezotrion + S-metolaklor + terbutilazin	Lumax	3,0 - 4,0 l/ha
	petoksamid	Successor 600	2,0 l/ha

Na vodovarstvenih območjih je sicer mogoče koruzo pridelovati tudi brez uporabe herbicidov. V zatiranje plevelov je potrebno vložiti več napora, znanja in sredstev. Ena od možnosti je pogosto okopavanje (4 do 5 prehodov), ki je ekonomsko gledano za pridelovalca neugoden sistem dela. Potrebno je večkratno okopavanje s sodobnimi kultivatorji, dodatno opremljenimi z ožigalniki in s pnevmatskim otresanjem plevelov.

Oljna buča (*Cucurbita pepo* L. *oleifera citrulina styriaca*)

Za oljne buče velja, da bo najmanj težav v posevku, če prejšnja poljščina zapusti njivo čim manj zapleveljeno. Tekmovalna sposobnost buč proti plevelom je dokaj majhna. V bučah je po desetih tednih razvoja strojno mehanično zatiranje plevela oteženo, ker so vreže zelo občutljive na poškodbe. Pri bučah je pri sistemu sajenja treba predvideti način vožnje pri kultiviranju. Pri nas imamo za uporabo v oljnih bučah na voljo le dva herbicida. Z uporabo kombinacije obeh herbicidov po setvi pred vznikom, ali herbicida Centium do dveh listov buč, lahko pridelovalci bistveno izboljšajo uspeh zatiranja plevelov v posevkih buč.

Iz preglednice 1.10.6 lahko razberemo, kdaj, s katerim herbicidom in v kakšnem odmerku lahko ukrepamo proti plevelom v oljnih bučah.

Preglednica 1.10.6: Registrirana herbicida za oljne buče v letu 2009 v Republiki Sloveniji

ŠKODLJIVI ORGANIZEM	AKTIVNA SNOV	HERBICID	ODMEREK
Ozkolistni in širokolistni pleveli (PREEM)	petoksamid	Successor 600	2,0 l/ha
Enoletni ozkolistni in širokolistni pleveli (PREEM in POSTEM) do BBCH 12	klomazon	Centium 36 CS	0,25 l/ha

Manj razširjene oljnice v Sloveniji

Pri pridelavi navadne konoplje, kloščevca, rička in bele gorjušice se srečujemo s problemi zatiranja ozkolistnih in širokolistnih plevelov, saj v Republiki Sloveniji žal nimamo registriranih herbicidov za uporabo v teh poljščinah. Proti plevelom se pri teh oljnicah lahko borimo predvsem z gostejšo setvijo in z mehaničnimi načini zatiranja plevelov. Pomagamo si lahko z uporabo različnih kultivatorjev, kotalnih bran z zvezdastimi delovnimi elementi, prstastih plevelnikov, česal, okopalnikov z vzmetnimi nogačami in podobnimi orodji. Ker v Sloveniji nimamo veliko primernih strojev in orodij za pridelavo omenjenih oljnic in dokler ne dobimo ustreznih herbicidov, teh oljnic pri nas ne priporočamo za širjenje na velike površine.

Lan (*Linum usitatissimum* L.)

Tudi lan se pri nas prideluje le v manjšem obsegu. Je ena izmed oljnic, ki jo moramo sejati na plevelov očiščene, nezapleveljene površine, saj je za zatiranje plevelov v lanu trenutno registriran le en herbicid (Basagran 480). Od plevelov povzročajo največ

škode v posevkih lana lanena ali prava predenica, ljulke, metlike, grašice, lapuh, dresni in osat. Pri medvrstni razdalji 25 cm in več je možno strojno okopavanje, dokler se vrste v posevku ne sklenejo.

Iz preglednice 1.10.7 lahko razberemo, kdaj, s katerim herbicidom in v kakšnem odmerku lahko ukrepamo proti plevelom v lanu.

Preglednica 1.10.7: Registriran herbicid za lan v letu 2009 v Republiki Sloveniji

ŠKODLJIVI ORGANIZEM	AKTIVNA SNOV	HERBICID	ODMEREK
Enoletni in večletni širokolistni pleveli (POSTEM)	bentazon	Basagran 480	1,5- 2,0 l/ha

Uporabljena literatura

- Fito-info. Slovenski informacijski sistem za varstvo rastlin. Dostopno na: <http://www.fito-info.si/> (junij, 2009)
- Kocjan Ačko, D. 1999. Lan. V: Pozabljene poljščine, Ljubljana, Kmečki glas: 91-92
- Kocjan Ačko, D. 1999. Buča. V: Pozabljene poljščine, Ljubljana, Kmečki glas: 174-175
- Lešnik, M. 2007. Mehanično zatiranje plevelov. Tehnika in ekologija zatiranja plevelov. Ljubljana, Kmečki glas: 112-122
- Lešnik, M. 2007. Koruza. Tehnika in ekologija zatiranja plevelov. Ljubljana, Kmečki glas: 186-193
- Lešnik, M. 2007. Oljna ogrščica. Tehnika in ekologija zatiranja plevelov. Ljubljana, Kmečki glas: 202-205
- Lešnik, M. 2007. Buče. Tehnika in ekologija zatiranja plevelov. Ljubljana, Kmečki glas: 206-207
- Lešnik, M. 2007. Sončnice. Tehnika in ekologija zatiranja plevelov. Ljubljana, Kmečki glas: 207-209
- Lešnik, M. 2007. Soja. Tehnika in ekologija zatiranja plevelov. Ljubljana, Kmečki glas: 209-211
- Nenadić, N. 1985. Soja. ČZP Kmečki glas, Ljubljana: 154-160
- Šarić, T. 1978. Pleveli. Atlas korova, Sarajevo, Svetlost OOUR Zavod za udžbenike: 8-9, 20-21, 30-31, 68-71, 78-79, 134-137, 156-157, 204-205
- Zadravec, D. 2005. Oljna ogrščica, Kmečki glas, 62, 38: 8-9

1.11 Bolezni in škodljivci oljnic ter njihovo zatiranje¹¹

Oljna ogrščica (*Brassica napus* L. var. *napus*)

Olja ogrščica se na slovenskih njivah ponovno prideluje v večjem obsegu, zato tudi vse večkrat zasledimo prisotnost različnih bolezni in škodljivcev.

Bolezni oljne ogrščice

Najpogostejše glivične bolezni oljne ogrščice so: bela gniloba, črna listna pegavost kapusnic, peronospora oljne ogrščice in repice ter siva plesen.

Bela gniloba (*Sclerotinia sclerotiorum*)

Gliva povzroča škodo na rastlinah od kalitve do končne zrelosti. Rastoče rastline začnejo gniti tik pri tleh. Pojavi se vatasta prevleka, ki se širi tudi više po rastlini. Rastline venejo, poležejo in odmrejo.

Zatiranje: Prizadevati si moramo, da sejemo zdravo seme in upoštevamo pester kolobar. Trenutno je v Sloveniji za zatiranje bele gnilobe registriran fungicid na osnovi aktivne snovi tebukonazol.

Črna listna pegavost kapusnic (*Alternaria brassicae*)

Črno listno pegavost prepoznamo po črnorjavih listnih pegah na spodnji in zgornji strani listov. Pege se večajo in posledično rjavijo celi deli listov. Če se bolezen na oljni ogrščici pojavi zgodaj v rastni dobi, je lahko škoda zelo velika. Ogrščica prične prisilno dozorevati, luski pokajo in se osipajo.

Zatiranje: Tudi pri tej bolezni je pomemben širok kolobar in setev zdravega semena. Oljno ogrščico moramo ustrezno gnojiti. Ravno tako kot za belo gnilobo se lahko za črno listno pegavost uporabi fungicid z aktivno snovjo tebukonazol.

Siva plesen (*Botrytis cinerea*)

Sočasno s črno listno pegavostjo se na oljno ogrščico naseli siva plesen, ki poleg prisilnega dozorevanja in osipanja zrn povzroči tudi gluhost zrn. Bolezen je še posebno prisotna v vlažnem vremenu.

¹¹ Dr. Magda RAK CIZEJ

Zatiranje: Tudi na sivo plesen deluje fungicid na osnovi aktivne snovi tebukonazol.

Peronospora oljne ogrščice in repice (*Peronospora brassicae*)

Peronospora se na oljni ogrščici pojavi zlasti, če je veliko vlage. Posebno veliko škodo povzroča gliva na mladih rastlinah, ki rastejo v gostem sklopu. Gliva povzroča na zgornji strani listov oglate klorotične pege, ki kasneje potemniijo. Na spodnji strani lista pod omenjenimi pegami je sivkasta prevleka s trosonosci. Okuženi listi odpadejo. Gliva lahko okuži celo rastlino.

Zatiranje: Za preprečevanje omenjene bolezni trenutno v Sloveniji nimamo registriranega fungicida.

Suha trohnoba koreninskega vratu (*Phoma lingam*)

V zadnjem času vse večkrat zasledimo na posevkih oljne ogrščice pojav suhe trohnobe na koreninskem vratu. Bolezen z značilnimi pegami opazimo v septembru na listih. Na spodnjem delu stebela oziroma na koreninskem vratu se pojavijo rjave pege, ki povzročajo značilne zožitve koreninskega vrata. Bolezen poseže tudi na koreninski sistem, zaradi česar je sprejem in pretok vode in hranilnih snovi onemogočen. V skrajnem primeru propade koreninski sistem napadene rastline. Bolezen lahko zmanjša pridelek za 30 %.

Zatiranje: Za suho gnilobo koreninskega vratu imamo na razpolago fungicid na osnovi aktivne snovi tebukonazol.

Poleg bolezni, ki jih povzročajo glive, se na oljni ogrščici pojavljajo tudi bakterijske (*Xanthomonas campestris*, *Erwinia carotovora*, idr.) ter virusne bolezni (cauliflower mosaic virus, turnip yellow mosaic virus).

Škodljivci oljne ogrščice

Oljno ogrščico napadajo mnogi škodljivci, ki ob spremenjenih klimatskih razmerah dobivajo vse večji pomen. Navajamo le najpomembnejše.

Repičar (*Meligetes aeneus*)

Repičar (slika 1.11.1) je najpomembnejši škodljivec oljne ogrščice. Hroščki se pojavijo, ko je temperatura zraka nad 15 °C. Navrtajo in izjedajo še zaprte cvetove, da pridejo do cvetnega prahu, s katerim se prehranjujejo. Poškodovani brsti ne cvetijo, največkrat pa odpadejo, tako da ostanejo prazni cvetni peclji. Škoda je zelo velika, če je v času cvetenja hladno in deževno vreme in se cvetni brsti počasi razvijajo.

Zatiranje: Repičarja je potrebno pravočasno zatirati, in sicer na osnovi dobro pregledanih rastlin. Prag škodljivosti pred cvetenjem je v povprečju 0,8-1,0 repičar na terminalni brst, pri čemer je potrebno pregledati vsaj 50 rastlin. V namen zatiranja

imamo na razpolago kontaktne insekticide, ki vsebujejo naslednje aktivne snovi: alfa cipermetrin, beta-ciflutrin, deltametrin, tau-fluvalinat. Med omenjenimi aktivnimi snovmi je potrebno kolobariti, saj je repičar v določenih delih Evrope, kjer omenjene aktivne snovi že dlje časa uporabljajo, razvil odpornost.



Slika 1.11.1: Repičar na še zaprtih cvetovih oljne ogrščice (Foto: M. Rak Cizej)

Repični bolhač (*Psylliodes chrysocephala*)

Repični bolhač je pomemben škodljivec oljne ogrščice. Škodo povzročajo njegove ličinke, ko vrtajo rove v listne peclje, listne žile in stebila. Prve ličinke se pojavijo že konec septembra. Ličinke preživijo preko zime v rovih in tako povzročajo škodo že s samim vrtanjem. Posledično nastane škoda, ko v rove vdre voda, ki zmrzne in povzroča razpoke na napadenih rastlinah.

Zatiranje: Trenutno za zatiranje repičnega bolhača ni na razpolago nobenega insekticida. Insekticidi, ki so dovoljeni za zatiranje repičarja, delujejo tudi nanj. Če se seje seme, obdano z insekticidom, je dovolj učinkovito za repičnega bolhača.

Ogrščični (repični) kljunotaj (*Ceutorhynchus napi*)

Gre za hrošča kljunotaja, ki se običajno pojavijo marca, množično pa v aprilu. Samica odlaga jajčeca v stebelca tik pod vrhom in s tem povzroča šiškaste

izrastke. Posledično pričnejo stebelca pokati in kasneje se lomijo. Značilno za tako napadene rastline je, da tvorijo številne stranske poganjke.

Zatiranje: Ko najdemo več kot enega hrošča na 5 rastlin, je potrebno uporabiti insekticid. Repičnega kljunotaja običajno zatiramo skupaj z repičajem, saj lahko zanj uporabimo iste insekticide kot za repičarja.

Soja (*Glycine max* (L.) Merr)

Pri nas trenutno sojo ne gojimo na večjih njivskih površinah, zato tudi ni večjih težav z boleznimi in škodljivci. To je tudi razlog, da trenutno v Sloveniji za zatiranje bolezni in škodljivcev na soji nimamo nobenega uradno registriranega fungicida in insekticida. Zato je še toliko bolj pomembno, da upoštevamo ustrezen – širok kolobar in sejemo zdravo seme. Omenili bomo le najpogostejše bolezni in škodljivce soje, ki jo lahko napadajo.

Bolezni soje

Sojina plesen (*Peronospora manshurica*)

Sojina plesen sodi med najnevarnejše bolezni soje, saj se pojavlja povsod, kjer se prideluje. Bolezen se pojavi predvsem v vlažnih letih. Rumene klorotične pege najprej opazimo na zgornji strani listov, na spodnji strani se pojavi plesniva prevleka s trosonosci. Poleg listov gliva okužuje tudi stroke in zrnje.

Zatiranje: Za zatiranje bolezni je najpomembnejše, da sejemo zdravo seme. Ob prvih znakih bolezni uporabimo fungicide, ki delujejo na peronospore. Trenutno v Sloveniji za to bolezen na soji nimamo nobenega uradno registriranega fungicida.

Sojin ožig (*Ascochyta sojaecola*)

Na listih, steblih in strokih se pojavijo okrogle, rahlo uleknjene rjave pege, na katerih se pojavijo drobne črne pike, kjer so nespolna trosišča z nespolnimi sporami. Gliva prezimi v ostankih okuženih rastlin in v semenu.

Zatiranje: Pomemben varstveni ukrep proti tej bolezni je setev zdravega ali razkuženega semena.

Sojina rjava listna pegavost (*Septoria glycines*)

Prva bolezenska znamenja, rjave pege nepravilnih oblik, opazimo najprej na spodnjih listih. Pegi lahko merijo v premer 4 cm in se sčasoma zdužujejo v večje ploskve nepravilnih oblik. Pegi kasneje porjavijo in postanejo črno-rjave. S spodnjih listov se pege širijo više in tako okužujejo listne peclje, steblo in strok. Okuženi deli se

hitro posušijo in odpadejo. Spore prezimijo v napadenih delih rastlin kot tudi v semenu.

Zatiranje: Za zatiranje trenutno nimamo nobenega fungicida, delujejo pa fungicidi, katere uporabimo za zatiranje pšenične listne pagavosti na žitih.

Vdrta sojina pegavost (*Colletrotrichum dematium*)

Na stebelu, listih in strokih se pojavijo nepravilne pege rjave barve. Običajno rastline, ki so okužene s to glivo, ne kažejo bolezenskih znakov. Ko soja dozoreva, se na stebelu in strokih pojavijo številne črnkaste vgreznjene pege, v katerih so enocelične spore. Gliva prezimi v semenu in na ostankih okuženih rastlin. Če sejemo okuženo seme, kalčki običajno propadejo.

Zatiranje: Glavni varstveni ukrep je setev zdravega smena.

Poleg gliv sojo okužujejo tudi bakterije. Med najpomembnejšimi sta bakterijski sojin ožig in sojina bakterijska mozoljavost.

Bakterijski sojin ožig (*Pseudomonas glycinae*)

Bakterijski sojin ožig je zelo nevarna bakterijska bolezen soje. Ustreza ji predvsem hladno in vlažno vreme, predvsem spomladi. Bakterija okužuje liste, listne peclje, steblo in tudi stroke. Znaki bolezni so oglate, rumene do rjave pege, pri čemer je osrednji del pege rjav. Značilno za to bakterijsko bolezen je, da so pege obrobljene s temnejšim »vodenim« robom. Kasneje se pege osušijo, okrog njih pa ostane rumenkast rob. Pogosto se napadeni listi trgajo in dajejo videz, kot da bi jih poškodovale žuželke.

Zatiranje: Za to bakterijsko bolezen nimamo ustreznih baktericidov. Pobembno je, da sejemo zdravo seme, predvsem pa posegamo po sortah, ki so bolj odporne na omenjeno bolezen. Upoštevati moramo tudi širok kolobar.

Sojina bakterijska mozoljavost (*Xanthomonas phaseoli* var. *sojense*)

Bolezen je dobila ime po bolezenskih znakih, ki jih povzroča v obliki mozoljev, in sicer na listih kot tudi na strokih. Prvi bolezenski znak so majhne rumenozelene pege, pri čemer je osrednji del rdečerrjav in je običajno malo privzdignjen nad površje stroka. Bolezen pospešujejo predvsem poletne visoke temperature.

Zatiranje: Zatiranje bolezni z baktericidi ni učinkovito, zato je potrebno sejati odporne sorte.

Zelo pogosto na soji najdemo tudi viruse, in sicer sojin mozaik (Soja virus 1, Soybean Mosaic Virus) in rumeni sojin mozaik (Phaseolus virus 2, Yellow Mosaic).

Škodljivci soje

Sojo napadajo škodljivci, ki so polifagi in napadajo tudi druge rastline: navadna pršica, sovke (talne in listne), strune, ogrci, idr. Značilna za sojo pa sta osatnik in sojina vešča.

Osatnik (*Vanessa cardui*)

Gre za velikega metulja, ki ima rjasto rdeče krila z več belimi in črnimi lisami. Njegove gosenice so dolge do 40 mm. Gosenice so zelo požrešne in lahko popolnoma uničijo rastline soje. Ob njihovem množičnem pojavu gosenice povzročijo golobrst. Pojav gosenic je množičen v juniju, pojavijo pa se običajno le na posameznih delih njive.

Zatiranje: Trenutno v Sloveniji nimamo registriranega nobenega insekticida za zatiranje tega škodljivca v soji. Učinkoviti bi bili kontaktni insekticidi, katere uporabljamo za zatiranje gosenic na drugih rastlinah.

Sojina vešča (*Etiella zinckenella*)

Zelo pogosto se najde na strokih soje tudi sojina vešča. Gre za metulja, ki meri čez krila do 27 mm, je rožnato sive barve z belo pego in rumeno rjavo prečno progo pri osnovi kril. Njegova ličinka (gosenica) je zelenkaste do rjavkaste barve z rjavo glavo in objeda zrnje v stroku, na katerem je opaziti vhodno in izhodno luknjico.

Zatiranje: Zatiranje je težavno, saj je potrebno, da gosenico poškopimo z insekticidi, še preden se le-te zavrtajo v strok. Trenutno v Sloveniji ni na razpolago nobenega insekticida.

Sončnica (*Heliantus annuus* L.)

Na sončnici se najpogosteje pojavljajo naslednje bolezni: sončnična plesen, sončnična rja, različne pegavosti.

Bolezni sončnice

Sončnična plesen (*Plasmopara halstedii*)

Gliva sistemsko okužuje rastline, ki zaostanejo v rasti, steblo je tanko, listi so majhni, cvetni koški nimajo nobenega pridelka semena. Znaki okužbe se vidijo na zgornji strani listov kot rumene pege, ki jih najprej opazimo med glavnimi žilami. Ob večji okužbah lahko porumeni cel list. Napadeni listi imajo na spodnji strani gosto belo plesnivo prevleko, ki jo tvorijo trosonosci.

Zatiranje: Potrebno je sejati zdravo seme, katerega bi bilo dobro razkužiti s kakšnim sistemičnim fungicidom. V Sloveniji trenutno nimamo registriranega nobenega fungicida. Zelo pomembno je odstanjevanje okuženih sončnic z njive.

Sončnična rja (*Puccinia helianthi*)

Sončnična rja povzroča množično sušenje listov, tako zmanjšuje pridelek zrnja in poslabša kakovost olja. Rja se pojavlja predvsem v vlažnem vremenu na listih in steblih. Poletne spore so podolgovata, rjavkastordeče barve in brez reda razmetana po listni površini.

Zatiranje: Zelo pomembno je, da z njive odstanimo vsa stebila sončnic in njivo v jeseni globoko preorjemo. Upoštevamo širok kolobar. Učinkovito bi bilo zatiranje bolezni s fungicidi na podlagi ditiokarbamatov, vendar je težava z aplikacijo.

Sončnična črna pegavost (*Phoma macdonaldi*) in sončnična črnorjava pegavost (*Alternaria helianthi*)

Obe bolezni sta zelo nevarni za sončnice. Okužita lahko vse nadzemne dele. Ločevanje med njima je mogoče le z mikroskopsko preiskavo. Bolezen povzroča velike okrogle podolgovate črne ali črnorjave pege. Najbolj do izraza pride, če je pomanjkanje vode v tleh in je bilo prekomerno gnojeno z dušikom.

Zatiranje: Tudi pri tej bolezni veljajo enaki fitosanitarni ukrepi kot pri prejšnji vrsti. Za to bolezen ni na razpolago nobenega fungicida.

Škodljivci sončnice

Sončnico običajno škodljivci ne napadajo. Občasno lahko naletimo na kakšno uš (npr. zelena slivova uš, črna fižolova uš), sončnično veščo in tudi koruzno veščo. Za škodljivce nimamo nobenega insekticida.

Navadna konoplja (*Cannabis sativa* L. var *sativa*)

Konoplja nima veliko znanih bolezni. Najpogosteje najdemo konopljino pegavost.

Bolezni konoplje

Konopljina pegavost (*Septoria cannabis*)

Bolezen se pojavlja predvsem na vlažnih letih in povzroča sušenje listja. Napadene rastline so slabše razvite in dajejo manjši pridelek. Gliva povzroča na listih do 5 mm velike okrogle, sivorjavkaste pege, okrog katerih je temnejši rob. Na pegah so drobne črne pike, kjer so piknidiiji- nespolna trosišča. Bolezen okužuje predvsem liste na spodnjem delu rastlin. Stebla so redko okužena.

Zatiranje: Če se bolezen pojavi v večjem obsegu, bi bilo potrebno uporabiti fungicide na podlagi ditiokarbamatov ali bakrove pripravke. V Sloveniji zaenkrat potencial bolezní ni močan, zato tudi ni potrebno uporabljati fungicidov.

Škodljivci konoplje

Konopljo lahko občasno, vendar redko napadajo konopljiná uš (*Phorodon cannabis*), hmeljev bolhač (*Psylliodes attenuatus*), koruzna vešča (*Ostrinia nubilalis*) ter konopljin zavijač (*Grapholita deliána*).

Riček (*Camelina sativa* (L.) Crantz)

Na ričku v Sloveniji zaenkrat ni zaslediti kakšnih posebnih bolezní in škodljivcev. V naših pridelovalnih razmerah, kjer je čedalje bolj toplo, se pogosto pojavljajo bolhači iz rodu *Phyllotreta* spp., ki so polifagi, kar pomeni, da se prehranjujejo na mnogih gojenih rastlinah – predvsem iz družine Brassicaceae.

Bela gorjušica (*Sinapis alba* L.)

Na beli gorjušiči lahko opazimo podobne bolezní in škodljivce kot na oljni ogrščici. Zelo pogosto so prisotni bolhači iz rodu *Phyllotreta* spp., ki močno prizadanejo mlade, komaj vznikle rastline.

Lan (*Linum usitatissimum* L.)

Bolezni lanu

Lanena rja (*Melampsora lini*)

Lanena rja se pojavlja zlasti v vlažnih poletjih. Pojavi se na listnih pecljih in listih, kjer se pojavijo rdečkastorumeni prašnati kupčki, kjer so poletna trošišča s sporami. Napadene rastline se lomijo ali pa se ne morejo tretí, zato je pridelek prediva manjši. Prva tako napadene rastline ne dajejo velikega pridelka semen, ker se listi predčasno posušijo.

Zatiranje: Priporočljivo je, da se izognemo setvi lanu v kotanjah ali soteskah. Poskrbimo, da je lan optimalno pognojen s kalijem, ki povečuje odpornost proti omenjeni bolezni. Za to bolezne ni na razpolago fungicidov.

Laneni ožig (*Colletotrichum linicolum*)

Bolezen se zlasti pojavlja v vlažnih in hladnejših območjih. Gliva okuži vse dele lanu, zlasti mlade, komaj vznikle rastline. Na listih se pojavijo sprva blede, nato

rdečkastorjave pege, cel list pa se krči in suši. Gliva lahko napada tudi stebila, kjer se pojavijo podolgovate, uleknjene pege z ostro obrobljenimi robovi - ožigi. Na mestu peg se stebelca pogosto lomijo.

Zatiranje: Ker se gliva prenaša s semenom, je potrebno sejati zdravo seme, ki ga je dobro razkužiti. V Sloveniji trenutno nimamo uradno registriranega nobenega razkužila. Potrebno je upoštevati širok in pester kolobar.

Škodljivci lanu

Lanov resar (*Trips lini*)

Lanov resar je pomemben škodljivec lana. Ličinke in odrasli resarji izsesavajo vršičke rastlin in s tem povzročajo, da rastline zaostanejo v rasti, poganjki so razbarvani, brsti ostanejo zaprti in značilno potemnijo.

Zatiranje: Za zatiranje resarjev na lanu trenutno v Sloveniji nimamo registriranega insekticida.

Lanova bolhača (*Aphthona euphorbiae* in *Longitarsus parvulus*)

Bolhača sta hrošča, ki izjedata mlade rastlinice, na katerih povzročata luknjice. Škoda je posebno velika, ko so rastline še majhne in nimajo veliko listne mase. Kasneje, ko so rastline večje, bolhača ne povzročata več velike škode.

Zatiranje: Za zatiranje lanovih bolhačev trenutno nimamo registriranega nobenega insekticida, sicer pa na njiju učinkujejo kontaktni insekticidi npr. iz skupine piretroidov.

Kloščevce (*Ricinus communis* L.)

Tako kot na ričku tudi na kloščevcu v Sloveniji zaenkrat nismo zasledili posebnih bolezni in škodljivcev.

Koruza (*Zea mays* L.)

Bolezni koruze

Koruza je gostiteljica mnogih glivičnih, bakterijskih in virusnih bolezni. S selekcijo je pojav bolezni vse manjši. Občasno se na koruzi v manjšem obsegu pojavijo koruzna progavost (*Trichometasphaeria turcica*), koruzna bulava snet (*Ustilago maydis*) ter koruzna rja (*Puccinia maydis*).

Škodljivci koruze

Koruzna (proseni) vešča (*Ostrinia nubilalis*)

V zadnjem času je koruzna vešča vse pogostejše prosojna na koruznih poljih. Njene gosenice vrtajo rove v koruzna stebila, pri čemer se zmanjša sprejem vode in hranilnih snovi. Tako poškodovana stebila se ob vremenskih nepravilnostih pogosto lomijo. Gosenice se proti koncu zavrtajo v storže, pri čemer zmanjšajo skladiščno obstojnost in povzročijo nastanek nezaželenih toksinov.

Zatiranje: Gosenice se pojavijo v juniju, ko je koruza že tako velika, da ni mogoče posegati s kakšnimi insekticidi. V ta namen nimamo uradno registriranih insekticidov.

Na koruzi se lahko občasno pojavijo tudi uši, npr. črna fižolova uš, koruzna uš, fižolova (koreninska) muha ter švedska mušica.

Uporabljena literatura

Maček, J. 1991. Bolezni poljščin. ČZP Kmečki glas, Ljubljana: 267 s.

Vrabl, S. 1992. Škodljivci poljščin. ČZP Kmečki glas, Ljubljana: 143 s.

1.12 Ekonomičnost pridelave najpomembnejših oljnic¹²

Pomemben vidik za širitev pridelave oljnic je ekonomičnost pridelave. Poleg višine pridelka, vsebnosti rastlinskega olja, stroškov pridelave in odkupne cene oljnic lahko znatno vplivajo na podjetniško zanimivost pridelave tudi razmere na naftnih trgih in pa različne oblike subvencij države in EU.

Pridelava poljščin za proizvodnjo biodizla je ena od podjetniških priložnosti tudi za kmetijstvo. V Sloveniji je prisotna pridelava oljne ogrščice in koruze – nekoliko manj tudi soje in oljnih buč. Zaradi nižjih pridelkov oz. količin olja pri ostalih potencialnih oljnicah je podjetniški interes za njihovo pridelavo sorazmerno majhen, kar tudi nakazuje njihovo relativno manjšo primernost za uporabo v komercialni proizvodnji biodizla.

V nadaljevanju sledi prikaz ključnih ekonomskih kazalcev dveh poljščin, ki sta primerni tudi kot surovini za proizvodnjo biodizla – oljne ogrščice (preglednica 1.12.1) in koruze (preglednica 1.12.3). Na podlagi oblikovanega tehnološko-ekonomskega input /output modela (MS Excel) za simulacijo izračunov pomembnejših ekonomskih kazalcev, kot so lastna cena, vrednost proizvodnje, finančni rezultat in koeficient ekonomičnosti so predstavljeni podatki in izračuni za izbrano leto 2008.

Z uporabo omenjenega modela je predstavljen prikaz odvisnosti modelno izračunanih ekonomskih kazalcev pridelave oljne ogrščice od višine pridelka (c.p.). Modelni izračun pokaže, da je v nespremenjenih razmerah pridelava ekonomsko upravičena, če dosežemo pridelek najmanj 2.425 kg/ha. Večji pridelek ima seveda pomemben vpliv na finančni rezultat, posledično pa tudi na ekonomičnost pridelave. Pri izračunih so uporabljeni statistični podatki SURS in projektno gradivo IHPS. Posamezne tehnološke in cenovne input parametre v okviru izračuna stroškov pridelave posamezne oljnice lahko v modelu poljubno spreminjamo in posledično simuliramo njihov učinek na vrednost izbranih ekonomskih kazalcev, t.i. output parametrov.

¹² Doc. dr. Martin PAVLOVIČ

Preglednica 1.12.1: Primer izračuna ekonomskih kazalcev pri pridelavi oljne ogrščice v letu 2008 na podlagi input / output simulacijskega modela

Površina	1	ha		
Subvencije SKP	394	EUR/ha		
Predviden pridelek	4.000	kg/ha	Cena prid.	0,39
Prihodek skupaj	1.560	EUR	EUR/kg	
Kalkulacija stroškov				
1. Material			EUR	%
seme, sadike			53,56	4,0
gnojila			384,00	28,7
FFS - sredstva za varstvo rastlin			105,45	7,9
2. Domače strojne storitve			262,26	19,6
3. Najete storitve			243,15	18,2
4. Ročno delo			94,61	7,1
5. Zavarovanje posevka			29,54	2,2
6. Fiksni stroški kapitala			165,87	12,4
Stroški skupaj			1.338,44	100
<i>Lastna cena (LC)</i>	0,33	EUR/kg		
<i>LC s subvencijo SKP</i>	0,24	EUR/kg		
<i>Vrednost proizvodnje</i>	1.954	EUR/ha		
<i>Finančni rezultat</i>	616	EUR/ha		
<i>Koef. ekonomičnosti</i>	1,46			

Legenda:

Proizvodni stroški v EUR/ha zajemajo stalne (fiksne) stroške, ki so neodvisni od obsega kmetijske pridelave (amortizacija, vzdrževanje, stroški kapitala, del stroškov dela, zakonsko predpisane obveznosti) in spremenljive (variabilne) stroške – vezane na obseg in vrsto pridelave (stroški najetega dela, materiala, energije, storitev).

Lastna cena ponazarja stroške - preračunane na enoto pridelka - z upoštevanjo subvencijo skupne kmetijske politike EU (SKP EU) v EUR/kg.

Vrednost proizvodnje predstavlja zmnožek med količino in ceno pridelka – vključno s subvencijo SKP EU v EUR/ha.

Finančni rezultat pomeni razliko med vrednostjo in skupnimi stroški pridelave v EUR/ha.

Koeficient ekonomičnosti kaže razmerje med vrednostjo pridelave in skupnimi stroški. V kolikor je koeficient večji od 1 je pridelava ekonomsko upravičena in obratno.

Preglednica 1.12.2: Prikaz ključnih ekonomskih kazalcev modelnega izračuna pridelave oljne ogrščice v odvisnosti od višine pridelka

Pridelek (kg/ha)	Lastna cena (EUR/kg)	Vrednost proizvodnje (EUR/ha)	Finančni rezultat (EUR/ha)	Koeficient ekonomičnosti
5.000	0,19	2.344	1.005	1,75
4.500	0,21	2.149	810	1,61
4.000	0,24	1.954	615	1,46
3.500	0,27	1.759	420	1,31
3.000	0,31	1.564	225	1,17
2.500	0,38	1.369	30	1,02
2.000	0,47	1.174	-164	0,88

Preglednica 1.12.3: Primer izračuna ekonomskih kazalcev pri pridelavi koruze v 2008 na podlagi input / output simulacijskega modela

Površina	1	Ha		
Subvencije SKP	332	EUR/ha		
Predviden pridelek	10.000	kg/ha	Cena prid.	0,11
Prihodek skupaj	1.100	EUR	EUR/kg	
Kalkulacija stroškov				
1. Material			EUR	%
seme			116,35	5,4
gnojila, gnojevka			835,76	38,5
FFS - sredstva za varstvo rastlin			83,09	3,9
2. Domače strojne storitve			291,30	13,6
3. Najete storitve			539,74	25,2
4. Ročno delo			108,55	5,1
5. Zavarovanje posevka			17,63	0,8
6. Fiksni stroški kapitala			161,26	7,5
Stroški skupaj			2.143,68	100
<i>Lastna cena (LC)</i>	0,21	EUR/kg		
<i>LC s subvencijo SKP</i>	0,18	EUR/kg		
<i>Vrednost proizvodnje</i>	1.432	EUR/ha		
<i>Finančni rezultat</i>	712	EUR/ha		
<i>Koef. ekonomičnosti</i>	0,7			

Legenda: Kot pri preglednici 1.12.1

V preglednici 1.12.2 je z uporabo omenjenega modela predstavljen prikaz odvisnosti modelno izračunanih ekonomskih kazalcev pridelave oljne ogrščice od višine pridelka (c.p.).

Z uporabo modela je v preglednici 1.12.3 prikazana odvisnost modelno izračunanih ekonomskih kazalcev pridelave koruze od prodajne cene (c.p.) za predviden pridelek 10 t/ha. V letih 2007 in 2008 se je izkazalo, da je bila odkupna cena koruze največja spremenljivka. V 2008 se je gibala med 100 in 115 EUR/t. Za modelni izračun je v prikazu upoštevana cena 110 EUR/t. Ta cena pa je za skoraj polovico nižja glede na sorazmerno visoko povprečno tržno ceno koruze v 2007. Tako je ravno izrazito znižanje prodajnih cen koruze v letu 2008, primerjalno z letom 2007, vplivalo na ekonomičnost proizvodnje te poljščine.

V preglednici je 1.12.4 razvidno, kako se v obravnavanih razmerah 2008 spreminjala ekonomičnost pridelava koruze v odvisnosti od odkupne cene. Po modelnem izračunu bi bila pridelava (c.p.) ekonomsko upravičena pri ceni 181 EUR/t.

Preglednica 1.12.4: Prikaz ključnih ekonomskih kazalcev modelnega izračuna pridelave koruze v odvisnosti od cene pridelka

Cena koruze EUR/kg	Lastna cena EUR/kg	Vrednost proizvodnje EUR/ha	Finančni rezultat EUR/ha	Koeficient ekonomičnosti
0,11	0,18	1.432	-712	0,67
0,13	0,18	1.632	-512	0,76
0,15	0,18	1.832	-312	0,85
0,17	0,18	2.032	-112	0,95
0,19	0,18	2.232	88	1,04

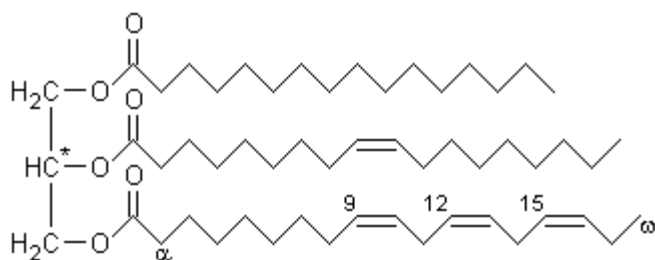
Uporabljena literatura

- Pavlovič, M. in sod. Interno gradivo IHPS. Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Žalec, 2006-2009
- Rozman, Č. in sod. Interno gradivo FKBBV. Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Maribor, 2008
- Statistični urad republike Slovenije. SURS. Dostopno na:
http://www.stat.si/tema_okolje_kmetijstvo.asp (Junij 2009)

2.1 Kemična sestava rastlinskih olj¹³

Maščobe delimo na rastlinska olja in živalske masti. To so nepolarne snovi, zgrajene iz triacilgliceridov. Triacilglicerid je molekula, sestavljena iz glicerola in treh maščobnih kislin, ki so vezane na glicerol (slika 2.1.1). Maščobne kisline se med seboj razlikujejo v številu ogljikovih (C) atomov (... , 14, 16, 18, 20,...) in številu dvojnih vezi (nasičene - brez dvojnih vezi, enkrat nenasičene - ena dvojna vez, večkrat nenasičene - dve ali več dvojnih vezi). Rastlinska olja so sestavljena večinoma iz enkrat ali več nenasičenih maščobnih kislin. Kot splošno privzeto za maščobne kisline velja, da so te vir energije, malo manj pa, da so sestavni deli celičnih membran, v katerih so prisotne tako nasičene kot nenasičene maščobne kisline v določenem razmerju. Človeško telo ni sposobno sintetizirati večkrat nenasičenih maščobnih kislin, zato jih moramo zaužiti s hrano. V kolikor prehrana temelji bolj v korist nasičenih maščobnih kislin (živalske masti), lahko to različno negativno deluje na človeški metabolizem. Odrazi se lahko kot:

- povečan krvni tlak,
- vnetja,
- zmanjšanje imunskega odziva,
- ateroskleroza,
- depresija.



Slika 2.1.1: Triacilglicerid: levo: molekula glicerola; desno od zgoraj navzdol: palmitinska kislina (16:0), oleinska kislina (18:1) ω -9, linolenska kislina (18:2) ω -3

¹³Dr. Iztok Jože KOŠIR in Robert HRASTAR

Uravnotežena maščobno kislinska prehrana, predvsem na poudarku nenasičenih oziroma ω -3 (OMEGA 3) maščobnih kislin, ugodno vpliva na telo in počutje.

Nenasičene maščobne kisline so zaradi dvojnih vezi bolj podvržene oksidaciji (žarkost) kot nasičene maščobne kisline. Večje je število dvojnih vezi, bolj je kislina dovzetna za oksidacijo. Dejavniki, ki vplivajo na oksidacijo, so:

- temperatura,
- kisik,
- svetloba,
- prisotnost kovinskih ionov.

V prisotnosti teh dejavnikov pride do razgradnje maščobnih kislin, nastanka radikalov. Iz radikalov nato nastanejo različne spojine, kar poznamo pod imenom oksidacija maščob. Ta negativno vpliva na kakovost (senzorika, zdravstveni vidik).

Rastlinska olja vsebujejo t.i. antioksidante. To so:

- vitamin E (tokoferoli),
- polifenoli.

Ti so v rastlinskih oljih naravno prisotni v različnih koncentracijah. Antioksidanti »uničujejo« radikale. Antioksidanti in polifenoli so občutljivi na visoko temperaturo in zato v procesu rafinacije olja (čiščenja) razpadejo. Zato je včasih potreben dodatek umetnih antioksidantov. Hladno stiskana rastlinska olja ves vir antioksidantov obdržijo ter ob primernem shranjevanju nudijo naravno zaščito olja.

Maščobe pa niso samo vir hrane ampak jih uporabljamo tudi v industriji. **Biodizel** je organsko gorivo za dizelske motorje, katerega primarna surovina so olja in masti. Nastane z esterifikacijo med maščobno kislino in metanolom ob prisotnosti katalizatorja. Zanj je značilno, da nastali ogljikov dioksid pri oksidativnem izgorevanju kvantitativno porabijo rastline za proizvodnjo organske mase. S tem se krog ogljikovega dioksida zaključi oziroma ne prihaja do nastanka tople grede kot v primeru izgorevanja fosilnih goriv. Navajamo seznam potencialnih oljnic, ki lahko prispevajo olje za biodizel in tudi za biomaziva.

Oljna ogrščica

Oljna ogrščica je poljščina, namenjena pridelavi rastlinskega olja za prehrano in industrijo. Naravno olje vsebuje okoli 50 % eruka kisline (prisotna pri večini rastlin iz rodu križnic) in visoke vsebnosti glukozinolatov. Zaradi prehranskega vidika so

kanadski poljedelski strokovnjaki z izbiro vzgojili kultivar z boljšimi lastnostmi. Leta 1974 so pridelali sorto, ki vsebuje malo eruka kisline in glukozinolatov. Ker angleško ime rapeseed ni najprimernejše za trženje, so uvedli tržno znamko novega kultivarja: *Canola* (iz »Canadian Oil Low Acid« - kanadsko olje z malo kisline). Le-to vsebuje v večini oleinsko in linolno kislino.

Soja

Sojino olje je stranski produkt pri predelavi sojinih semen, ki so pomemben vir beljakovin v prehrani ljudi in živali. Glavne nenasičene maščobne kisline so linolenska (7 %), linolna (50 %) in oleinska (25 %). Vsebuje tudi manjše količine stearinske (5 %) in palmitinske (10 %) maščobne kisline. Ker je olje v večini primerov predelano (rafinirano), je zaradi izgub antioksidantov potrebno le-te dodajati, sicer prihaja zaradi visoke nenasičenosti do oksidacije olja.

Sončnica

Sončnično olje vsebuje linolno (48-74 %), oleinsko (14-40 %), stearinsko (1-7%) in palmitinsko kislino (4-9 %). Kot posledica selekcije so nastale sorte sončnic, kjer olje dosega visok delež oleinske kisline (vsaj 82 %) ali linolne kisline (vsaj 69 %). Nastala je tudi nova oblika sončnice, ki daje olje z visokim deležem stearinske kisline, kar posledično prinese manjšo potrebo po uporabi hidrogeniranih olj.

Konoplja

Konopljinolje se nahaja v semenih konoplje in vsebuje v večini nenasičene maščobne kisline: linolna (55 %) in linolenska (22 %) maščobna kislina. Rafinirano olje se uporablja za potrebe kozmetične industrije in ne vsebuje psihoaktivnih snovi.

Riček

Olje rička je zelo bogato z nenasičenimi maščobnimi kislinami. Delež nasičenih maščobnih kislin je 9 %, enkrat nenasičenih 35 % (oleinska kislina), dvakrat nenasičenih 17 % (linoleinska kislina) in trikrat nenasičenih kar 40 % (linolenska kislina). Po visoki vsebnosti linolenske kisline se z ričkovim oljem primerja samo olje iz lana, vendar študije kažejo, da je laneno olje zaradi nizke vsebnosti antioksidantov bolj podvrženo oksidaciji v primerjavi z ričkovim oljem. Zaradi visoke vsebnosti esencialnih maščobnih kislin ter visoke vsebnosti vitamina E in polifenolov se uvršča ričkovo olje med funkcionalna živila.

Bela gorjušica

Olje vsebuje okoli 60 % enkrat nenasičenih maščobnih kislin, izmed katerih večino (40 %) predstavlja problematična eruka kislina. Sledi oleinska kislina (12 %). Zaradi eruka kisline se uporablja v glavnem za neprehrambene namene.

Oljni hibridi koruze

Koruzna semena vsebujejo majhen delež olja (do 3 %), a nekateri sodobni (oljni) hibridi dosegajo do 9% olja v zrnju. Olje sestavljajo v večini večkrat nenasičene maščobne kisline.

Lan

Laneno olje vsebuje nad 50 % večkrat nenasičene linolenske kisline in je eno izmed najbolj nenasičenih olj. Visoka nenasičenost terja visoko zmožnost za oksidacijo olja.

Oljne buče

Pražena semena in toplo stiskanje olja ima za rezultat olje z izredno prijetno in intenzivno aromo. Bogato je z linolno in linolensko kislino.

Uporabljena literatura

- Jejčič, V., Poje, T., Godeša, T. 2005. Biodizel: [izdajatelj zloženke o biodizlu - alternativnem pogonskem gorivu je Mestna občina Ljubljana ob Evropskem tednu mobilnosti 16.-22.9.2005 in Dnevu brez avtomobila 22.9.2005. Ljubljana: Mestna občina Ljubljana, zloženka
- Jejčič, V. 2006. Možnosti decentralizirane proizvodnje olja za biodizel. Teh. narava, 10, 4: 24-25
- Sheehan, J., Camobreco, V., Duffield, J., Graboski, M., Shapouri H. 1998. "Life Cycle Inventory of Biodiesel and Petroleum Diesel for Use in an Urban Bus" (PDF (1.9 Mb)). Final Report. United States Department of Agriculture jointly with United States Department of Energy. Retrieved on 2007-01-02.
- Knothe, G.. 2001. Historical Perspectives on Vegetable Oil-Based Diesel Fuels (PDF). INFORM, 12(11): 1103-1107. Retrieved on 2007-7-11.
- Kazuhisa, M. 1997. "Renewable biological systems for alternative sustainable energy production (FAO Agricultural Services Bulletin - 128)" (HTML). Final. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved on 2007-03-18.
- Panorama of energy. Dostopno na:
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-76-06-604/EN/KS-76-06-604-EN.PDF (junij, 2009)
- Promocija proizvodno-distribucijske proizvodnje biodizla. Dostopno na: <http://www.probio-project.com/SL/index.htm> (junij, 2009)

Introducing biodiesel in Ljubljana public transport. Dostopno na: www.rec-lj.si/projekti/mobilis/dokumenti/01_LJ_DMFS_Burgos_2006.pdf (junij, 2009)
Nafta Lendava. Dostopno na: <http://www.nafta-lendava.si/> (junij, 2009)
Pinus. Dostopno na: <http://www.pinus-tki.si/> (junij, 2009)
Skupina Panvita. Dostopno na: <http://www.panvita.eu/sl/struktura/organigram> (junij, 2009)
Srce tovarne olja Gea. Dostopno na: <http://www.gea.si/> (junij, 2009)
OTIP. Dostopno na: <http://www.otip.si/biodizel.html> (junij, 2009)
LEA Pomurje. Dostopno na: <http://www.lea-pomurje.si/> (junij, 2009)
UFOP. Dostopno na: www.ufop.de (junij, 2009)
Biodiesel. Dostopno na: <http://en.wikipedia.org/wiki/Biodiesel> (junij, 2009)

2.2 Kakovostni parametri olj v povezavi z zahtevami za proizvodnjo biodizla¹⁴

Mednarodni standard za biodizel se imenuje SIST EN 14214 (preglednica 2.2.1). Kislinsko število, jedno število in maščobnokislinska sestava pomembno vplivajo na odločitev, ali je olje primerno za predelavo. Surovo olje mora pred predelavo v biodizel zadostovati normativom, ki jih ta standard določa. V prispevku so navedeni rezultati analiz (jedno število, kislinsko število, maščobnokislinska sestava), ki so bile izvedene na rastlinskih oljih, pridobljenih iz poljskega poskusa, izvedenega na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije v letih 2007 in 2008, z devetimi oljnicami, pri katerih sta bili vključeni najmanj dve sorti/hibrida (preglednica 2.2.2).

Jedno število

Določanje jodnega števila je titracijska metoda (SIST EN ISO 3961:2000), kjer titriramo z 0,1 M natrijevim tiosulfatom v kloroformu in očetni kislini raztopljeno olje. Jedno število vrednoti posamezno olje na podlagi dvojnih vezi (nenasičenost maščobnih kislin). Več kot ima maščobna kislina dvojnih vezi, bolj je maščobna kislina (olje) nenasičena in večje je jedno število ter *vice versa*. Standard za biodizel SIST EN 14214 podaja maksimalno vrednost jodnega števila 120. Zgornja meja je podana, ker so olja z visokim jodnim številom veliko bolj dovzetna za oksidacijo, kar negativno vpliva na izgorevanje v dizlovih motorjih. Ravno tako pa jedno število naj ne bi padlo pod vrednost 100, kajti nižje kot je to število, hitreje se olju s temperaturo spreminja agregatno stanje iz tekočega v trdno. Možni so tudi razni dodatki, ki dodatno znižajo temperaturo tališča, vendar se skušamo uporabiti le-teh v čim večji meri izogniti.

Preglednica 2.2.2 predstavlja jedno število, določeno v vzorcih posameznih vrst in sort oljnic. Do razlik pri isti sorti (PR46W31) lahko pride zaradi različnih rastnih pogojev v času polnjenja semena, kar različno vpliva na stopnjo nenasičenosti olja (jedno število). Kislinsko število se ne razlikuje bistveno oziroma je bolj odvisno od tretiranja semena po žetvi.

¹⁴ Dr. Iztok Jože KOŠIR in Robert HRASTAR

Preglednica 2.2.1: Splošno veljavne zahteve in preskusne metode SIST EN 14214:2009

Lastnost	Enota	Meje		Preskusna metoda ^a
		Najmanj	Največ	
Vsebnost estra	%(m/m)	96,5 ^b	--	EN 14103
Gostota pri 15 °C	kg/m ³	860	900	EN ISO 3675 SIST EN ISO 12185
Viskoznost pri 40°C	mm ² /s	3,50	5,00	SIST EN ISO 3104
Plamenišče	°C	101	--	prEN ISO 3679
Vsebnost žvepla	mg/kg	--	10,0	prEN ISO 20864 prEN ISO 20884
Koksni ostanek (iz 10% V/V destilacijskega ostanka)	% m/m	--	0,30	SIST EN ISO 10370
Cetansko število	--	51,0	--	EN ISO 5165
Sulfatni pepel	% (m/m)	--	0,02	ISO 3987
Vsebnost vode	mg/kg	--	500	SIST EN ISO 12937
Vsebnost delcev	mg/kg	--	24	SIST EN 12662
Korozivnost na baker (3h pri 50°C)	stopnja	Razred 1		SIST EN ISO 2160
Oksidacijska obstojnost, 110°C	ur	6,0	--	EN 14112
Nevtralizacijsko število	mg KOH/g	--	0,50	EN 14104
Iodno število	g joda/100g	--	120	EN 14111
Metil ester linolejske kisline	% (m/m)	--	12,0	EN 14103
Polinenasičeni (≥ 4 dvojne vezi) metil estri	% (m/m)	--	1	
Vsebnost metanola	% m/m	--	0,20	EN 14110
Vsebnost monoglicerida	% m/m	--	0,80	EN 14105
Vsebnost digliceridov	% m/m	--	0,20	EN 14105
Vsebnost trigliceridov	% m/m	--	0,20	EN 14105, EN 14106
Prosti gliceroli	% m/m	--	0,02	EN 14105, EN 14106
Skupni glicerol	% m/m	--	0,25	EN 14105
Kovine I. skupine (Na+K)	mg/kg		5,0	EN 14108, EN 14109 EN 14538
Kovine II: skupine (Ca+Mg)	mg/kg		5,0	EN 14538
Vsebnost fosforja	mg/kg	--	4,0	EN 14107

Preglednica 2.2.2: Jodno in kislinsko število

Oljnica	Jodno število	Kislost (% proste oleinske kisline)
Lan (domače seme iz Prekmurja)	170	0,60
Lan 2	176	0,50
Sončnica hibrid NK Meldimi	131	0,86
Sončnica hibrid NK Ferti	85	0,84
Bela gorjušica cv. Achilles	103	6,43*
Bela gorjušica (domače seme iz Prekmurja)	103	2,57*
Oljna ogrščica hibrid PR46W31 lokacija 1	109	1,17
Oljna ogrščica cv. NK Nemax	113	0,87
Oljna ogrščica cv. NK Fair	115	0,53
Oljna ogrščica hibrid PR46W31 lokacija 2	121	0,99
Konoplja cv. Bialobrzieskie	172	5,73
Konoplja cv. Fedora 17	169	3,87
Riček (domače seme iz Prekmurja)	157	0,58
Riček cv. Iwan	154	0,87
Soja cv. Boroka	139	0,24
Soja cv. Borostyan	143	0,22
Koruza oljni hibrid NS 645	113	0,61
Koruza oljni hibrid NS 6012	102	0,59
Kloščevec cv. Dunav	65	0,80
Kloščevec cv. Ibar	65	0,83

*Rezultat podajamo kot odstotek (%) proste eruka kisline, saj ima vzorec več kot 5 % le-te.

Riček, lan, konoplja in soja z jodnim številom preko 120 občutno presegajo dovoljeno mejo. Ekonomična rešitev bi bila priprava mešanic različnih olj oziroma olj z visokim in nizkim jodnim številom. Ker je nabor olj z nizkim jodnim številom majhen, bi se eventualno lahko uporabile nasičene živalske maščobe, ki predstavljajo v živilski proizvodnji stranski produkt predelave.

Vsa druga olja (oljna ogrščica, koruza, bela gorjušica) so primerna za predelavo v biodizel kot samostojno olje oziroma izpolnjujejo zahteve standarda SIST EN 14214 v točki jodnega števila.

Kislinsko število

Kislinsko število je vrednost, ki podaja vsebnost prostih maščobnih kislin v olju. Že v semenu in še posebej med skladiščenjem olja ob primernih temperaturah delujejo encimi lipaze. Ti so odgovorni za hidrolizo maščobnih kislin od molekul glicerola.

Nastanejo t.i. proste maščobne kisline. Proste maščobne kisline se pri sami predelavi olja v procesu transesterifikacije ne zaestrijo. Posledično je možen izpad produkta. Možna je tudi esterifikacija prostih maščobnih kislin, vendar bi v tem primeru morali uporabiti kisli katalizator, ki pa ni zaželen zaradi stranskih učinkov na okolje. Proste maščobne kisline nastanejo tudi v procesu oksidacije maščob. Prisotnost antioksidantov (naravnih ali dodanih) zavira proces oksidacije.

Metoda (SIST EN ISO 660:2000) temelji na titraciji s kalijevim hidroksidom, ki nevtralizira proste maščobne kisline ob prisotnosti indikatorja. Rezultat lahko podajamo kot kislinsko število (mg KOH/g olja). Njegova vrednost po SIST EN 14214 naj ne bi presegala 0,5. Lahko pa ga podajamo kot kislost, izraženo kot odstotek proste oleinske kisline na maso olja (dovoljeno 0,25 %). V kolikor olje vsebuje več kot 5 % (masni delež) eruka kisline (*Brassicaceae*), rezultat kislosti podajamo kot odstotek proste eruka kisline na maso olja.

Kislinsko število posameznih olj je podano v preglednici 2.2.2. Pri veliki večini olj je mejna vrednost (0,25 %) presežena, vendar izmed vseh vrst olja po visoki vsebnosti prostih maščobnih kislin glede tega parametra zelo izstopata olji konoplje in bele gorjušice. Pri tem gre omeniti, da je bil čas med stiskanjem in analizo relativno dolg in da sta bila v tem času prisotna procesa hidrolize in oksidacije. Krajšanje časa med stiskanjem in analizo, hranjenje vzorcev v temnem in hladnem prostoru ter hitrejša ločevanje olja od sedimenta, ki je nastal po stiskanju ugodno vplivajo na počasnejše povečevanje kislinskega števila. Segrevanje olja po stiskanju na temperaturo, ki presega 70 °C, bi zavrlo proces hidrolize trigliceridov, saj v tem temperaturnem območju deaktiviramo encim lipazo. Konopljno olje ima visoke kislinske vrednosti in posledično visok oksidativni potencial. Zaradi tega olje ne bi bilo primerno za predelavo v biodizel kot tako, ampak bi bila potrebna predhodna nevtralizacija ali uporaba kislega katalizatorja ob pripravi metilnih estrov (biodizla). Olje soje ne presega vrednosti 0,25 % oziroma zadostuje kriteriju SIST EN 14214. Domnevamo, da ima sojino olje visoko vsebnost antioksidantov oziroma vitamina E.

Maščobnokislinska sestava

Preglednica 2.2.3 predstavlja relativne deleže posamezne maščobne kisline v olju. Relativni delež je zelo podoben masnemu deležu (± 1 %) posamezne maščobne kisline v olju. Standard SIST EN 14214 določa najvišjo vsebnost linolenske kisline. Ta je določena z 12 % celotne mase. Riček in lan krepko presegata to vrednost. Visok delež linolenske kisline ima za posledico visoka jodna števila, oziroma več kot je linolenske, višja je jodna vrednost. Visoko jodno vrednost doprinesejo tudi oljnice z

visokim deležem dvakratnenasičene linolne kisline (konoplja, sončnica Meldimi, soja), vendar po standardu SIST EN 14214 za linolno kislino ni omejitev.

Na podlagi primerjave podatkov o jodnem številu in deležu maščobnih kislin imajo olja, ki imajo visok relativni delež enkrat nenasičenih maščobnih kislin (18:1 - oleinska kislina, 22:1 - eruka kislina), tudi primerno jedno vrednost in so najbolj primerna za predelavo v biodizel. To so oljna ogrščica, bela gorjušica in sončnica Ferti. S tem, ko je stopnja nenasičenosti majhna, je olje manj podvrženo k oksidaciji.

Olje kloščevca ima specifično maščobnokislinsko sestavo in potrebne so dodatne raziskave, saj olje vsebuje visok delež enkrat nenasičene ricinojske kisline in kaže potencial za predelavo v biodizel. Nasprotno pa je njegovo jedno število izredno nizko (65) in ne zadošča kriterijem SIST EN 14214.

Preglednica 2.2.3: Maščobnokislinska sestava posamezne oljnice

Oljnica	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:1	C22:1	ostalo
Riček (domače seme)	6,1	2,4	17,1	22,7	31,7	12,1	2,8	5,1
Riček cv. Iwan	5,8	2,3	17,5	20,1	30,4	13,2	4,9	5,8
Lan (domače seme)	5,5	3,6	19,7	16,9	49,4	1,2		3,7
Lan 2	5,2	6,9	21,0	14,3	49,7			2,9
B. gorjušica cv. Achilles	4,1		15,8	15,1	8,9	9,6	36,7	9,8
B. gorjušica (dom. seme)	3,2	1,1	23,8	11,3	9,7	9,5	33,5	7,9
O. ogrščica hibrid PR46W31 lokacija 1	4,8	1,7	59,8	20,9	8,7	1,4	1,1	1,6
O. ogrščica cv. NK Nemax	4,8	1,7	65,0	17,8	8,5	1,0		1,2
O. ogrščica cv. NK Fair	4,7	1,7	62,6	19,6	8,7	1,1		1,6
O. ogrščica hibrid PR46W31 lokacija 2	4,9	1,6	61,3	20,8	8,7	1,0		1,7
Konop. cv. Bialobrzeskie	6,5	2,6	12,2	56,4	16,2	1,3		4,8
Konoplja cv. Fedora 17	6,7	2,7	12,6	56,4	15,8	1,3		4,5
Sončnica hibrid Meldimi	7,0	2,5	27,1	62,0				1,4
Sončnica hibrid Ferti	3,6	2,6	85,6	6,3				1,9
Soja cv. Boroka	10,2	3,5	23,3	54,4	7,5			1,1
Soja cv. Borostyan	9,9	3,2	20,1	57,4	8,3			1,1
Koruza hibrid NS645	10,8	2,4	31,1	52,9	1,7			1,1
Koruza hibrid NS6012	11,3	2,4	31,8	51,2	2,1			1,2
Kloščevec cv. Dunav	1,8	2,4	4,8	6,8	1,0			83,2
Kloščevec cv. Ibar	1,6	1,7	3,6	6,0				87,1

Legenda: C16:0 (palmitinska kislina), C18:0 (stearinska kislina), C18:1 (oleinska kislina), C18:2 (linolna kislina), C18:3 (linolenska kislina), C20:1 (eikozenojska kislina), C22:1 (eruka kislina)

Uporabljena literatura

- Jejčič, V., Poje, T., Godeša, T. 2005. Biodizel: [izdajatelj zloženke o biodizlu - alternativnem pogonskem gorivu je Mestna občina Ljubljana ob Evropskem tednu mobilnosti 16.-22.9.2005 in Dnevu brez avtomobila 22.9.2005. Ljubljana: Mestna občina Ljubljana, zloženka
- Jejčič, V. 2006. Možnosti decentralizirane proizvodnje olja za biodizel. Teh. narava, 10, 4: 24-25
- Sheehan, J., Camobreco, V., Duffield, J., Graboski, M., Shapouri H. 1998. "Life Cycle Inventory of Biodiesel and Petroleum Diesel for Use in an Urban Bus" (PDF (1.9 Mb)). Final Report. United States Department of Agriculture jointly with United States Department of Energy. Retrieved on 2007-01-02.
- Knothe, G.. 2001. Historical Perspectives on Vegetable Oil-Based Diesel Fuels (PDF). INFORM, 12(11): 1103-1107. Retrieved on 2007-7-11.
- Kazuhisa, M. 1997. "Renewable biological systems for alternative sustainable energy production (FAO Agricultural Services Bulletin - 128)" (HTML). Final. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved on 2007-03-18.
- Panorama of energy. Dostopno na: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-76-06-604/EN/KS-76-06-604-EN.PDF (junij, 2009)
- Promocija proizvodno-distribucijske proizvodnje biodizla. Dostopno na: <http://www.probio-project.com/SL/index.htm> (junij, 2009)
- Introducing biodiesel in Ljubljana public transport. Dostopno na: www.rec-lj.si/projekti/mobilis/dokumenti/01_LJ_DMFS_Burgos_2006.pdf (junij, 2009)
- Nafta Lendava. Dostopno na: <http://www.nafta-lendava.si/> (junij, 2009)
- Pinus. Dostopno na: <http://www.pinus-tki.si/> (junij, 2009)
- Skupina Panvita. Dostopno na: <http://www.panvita.eu/sl/struktura/organigram> (junij, 2009)
- Srce tovarne olja Gea. Dostopno na: <http://www.gea.si/> (junij, 2009)
- OTIP. Dostopno na: <http://www.otip.si/biodizel.html> (junij, 2009)
- LEA Pomurje. Dostopno na: <http://www.lea-pomurje.si/> (junij, 2009)
- UFOP. Dostopno na: www.ufop.de (junij, 2009)
- Biodiesel. Dostopno na: <http://en.wikipedia.org/wiki/Biodiesel> (junij, 2009)

2.3 Primernost rastlinskih olj za proizvodnjo biodizla¹⁵

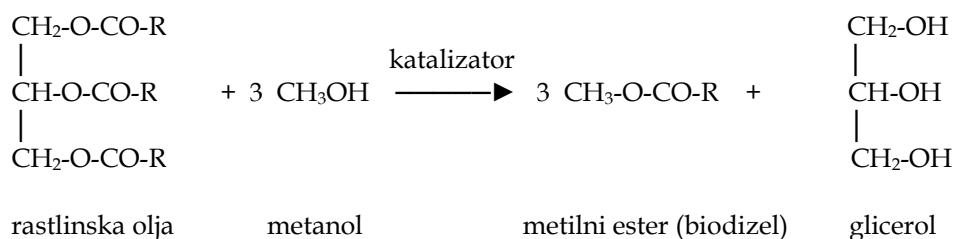
V TKI Pinus d.d. smo na podlagi prejetih analiz različnih rastlinskih olj (različne vrste oljnic, pri vsaki najmanj dve različni sorti/hibrida; vsi navedeni v preglednici 2.2.2) ocenili primernost posameznih olj za proizvodnjo biodizla. Olja smo razvrščali glede vsebnosti prostih maščobnih kislin, vsebnosti vode, fosforja, jodnega števila, sestave trigliceridov v posameznem olju, vsebnosti voskov,... Glede na dobljene rezultate smo izbrali olja, ki so primerna za proizvodnjo biodizla v skladu s standardom SIST EN 14 214. Pri tem smo upoštevali omejitve glede jodnega števila (120 gJ₂/100g), prostih maščobnih kislin v olju (do 1,5% FFA), kislinskim številom v biodizlu (0,5 mg KOH) in vsebnostjo fosforja (do 20 ppm v rastlinskem olju). Nova verzija standarda predpisuje največ 4 mg/kg! Mišljena je bila vsebnost fosforja v rafiniranem olju, ki mora biti po naših specifikacijah največ 20 ppm, da lahko dosežemo vsebnost fosforja v biodizlu 2-3 ppm fosforja.

V prvem sklopu smo izločili olja **konoplje** (zaradi previsoke vsebnosti linolenske kisline, prevelike vsebnosti prostih maščobnih kislin ter previsokega jodnega števila), olja **koruze** (zanje nismo dobili podatka o vsebnosti prostih maščobnih kislin), olja **kloševca** (nimajo primerne sestave trigliceridov - vsebujejo zelo veliko ricinovega olja), olja **rička** (zaradi previsoke vsebnosti linolenske kisline), olja **lanu** (zaradi zelo visokega jodnega števila in previsoke vsebnosti linolenske kisline) ter olja **bele gorjušice** (zaradi zelo velike vsebnosti eruka kisline; Nihče od registriranih sedeminpetdesetih članic European Biodiesel Board (EBB), ki zastopa interese proizvajalcev biodizla v Evropi, namreč ne uporablja rastlinskega olja, ki vsebuje več kot 2% eruka kisline). **Sončnično** olje smo izločili, ker predvidevamo, da ni bila opravljena degumacija in vinterizacija (odstranjevanje voskov iz sončničnega olja). Kot primerna so ostala **sojina** olja, ki so imela sicer visoko jedno število, nizko vsebnost prostih maščobnih kislin ter primerno sestavo trigliceridov, in olja **oljne ogrščice**.

Eliminirali smo torej olja s preveliko vsebnostjo prostih maščobnih kislin (nekatera olja oljne ogrščice, koruze in konoplje), previsokim jodnim številom (laneno olje) ter z vsebnostjo trigliceridov linolenske kisline večjo kot 12%w/w (laneno olje). Olja, ki so

¹⁵ Nataša NIKOLIĆ MATANOVIĆ

navedena v preglednici 2.3.1, so primerna za reakcijo transesterifikacije ob prisotnosti katalizatorja:



Preglednica 2.3.1: Olja, primerna za reakcijo transesterifikacije ob prisotnosti katalizatorja

Vrsta oljnice in sorta	%FFA	%vode	Jodno št. (gI ₂ /100g)	Vsebnost fosforja (ppm)
Soja cv. Borostyan	0,16	0,0821	135	20
Soja cv. Borostyan**	0,11	0,0686	140	22
Soja cv. Boroka	0,37	0,0988	135	20
Soja cv. Boroka**	0,17	0,0688	135	27
Oljna ogrščica* hibrid PR46W31 lokacija 1	0,84	0,0641	113	17
Oljna orgščica* hibrid PR46W31 lokacija 2	0,77	0,0372	115	15

Pri tem je potrebno upoštevati, da lahko sojino olje zaradi visokega jodnega števila uporabimo za proizvodnjo biodizla samo v kombinaciji z oljem oljne ogrščice, slednje pa je možno uporabiti samo ali v kombinaciji z drugimi olji. Sojina olja, ki imajo vsebnost fosforja višjo od 20, bi bilo potrebno degumirati (stopnja rafinacije olja), da bi na ta način znižali vsebnost fosforja. Olje, ki gre v proces transesterifikacije, mora vsebovati največ 500 ppm vode, zato je potrebno vsako olje pred tem posušiti.

Izbrali smo dve olji oljne ogrščice* (pri eni je presežena vsebnost vode) in dve sojini olji** (izbrali smo tista, ki vsebujeta najmanj vode) ter izvedli dve sintezi biodizla po standardnem proizvodnem postopku (preglednice 2.3.2, 2.3.3 in 2.3.4).

Preglednica 2.3.2: Sinteza A

Vrsta oljnice in sorta	Jodno št. (gJ ₂ /100g)	X(delež)	Količina olja (g)
Soja cv. Borostyan	140	0,15	25,5
Oljna ogrščica hibrid PR46W31	115	0,85	144,5
MEŠANICA (15:85)	118,8	1	170,0

Preglednica 2.3.3: Sinteza B

Vrsta oljnice in sorta	Jodno št. (gJ ₂ /100g)	X(delež)	Količina olja (g)
Soja cv. Boroka	135	0,25	42,5
Oljna ogrščica hibrid PR46W31 lokacija 1	113	0,75	127,5
MEŠANICA (25:75)	118,5	1	170,0

Preglednica 2.3.4: Rezultati obeh sintez biodizla

	Sinteza A	Sinteza B
Vsebnost metilnega estra (%)	97,4	97,6
Vsebnost metilnega estra linolenske kisline (%)	8,0	7,9
Kislinsko število, (mg KOH/100g)	0,13	0,14
Gostota (g/ml) , 15°C	0,8831	0,8830
Vsebnost monogliceridov (%)	0,35	0,35
Vsebnost digliceridov (%)	0,04	0,03
Vsebnost trigliceridov (%)	< 0,01	< 0,01
Jodno število (gJ ₂ /100g)	116,6	117,5

Iz rezultatov analiz biodizla, ki smo jih opravili, je razvidno, da dobljene vrednosti ustrezajo predpisanim s standardom SIST EN 14 214.

2.4 Mazalne lastnosti rastlinskih olj¹⁶

Rastlinska olja so bila kot maziva poznana že pred 5,000 leti [1]. Večtisočletno obdobje uporabe pa se je zaključilo z razvojem avtomobilizma. V nekaj desetletjih so na tržišču popolnoma prevladali derivati iz surove nafte in popolnoma potisnili iz uporabe rastlinska olja kot maziva.

Vedno večja zavest o varovanju okolja in gospodarske koristi zaradi izkoriščanja prostih agrarnih površin so privedli do ponovnega zanimanja za maziva, ki so delno oziroma v celoti formulirana iz rastlinskih olj. Posebno na področjih, kjer lahko zaradi onesnaženja z mineralnimi olji nastane nepopravljiva škoda v naravi, je potrebno uvažanje okolju manj nevarnih maziv, kljub njihovi višji nabavni ceni. Sistemi mazanja z izgubo, oziroma mazanje z enkratnim preходом preko mazalnega mesta, predstavljajo približno 15 % letne količine porabljenih maziv [2]. Pri teh postopkih mazanja se maziva po uporabi znajdejo neposredno v okolju in že v zasnovi tovrstnih sistemov je predviden stik maziva z okolico. V to skupino sodijo maziva za mazanje izvenkrmnih dvotaktnih motorjev plovil, opazna olja v gradbeništvu, maziva za mazanje železniških tirov in kretnic, masti za mazanje vodnih zapornic in olja za mazanje verig gozdarskih žag. Vsled puščanja olja in raznih nesreč pa lahko pride do izlitja olja v okolico tudi pri obtočnih sistemih, ki so v bistvu hermetično zaprti mazalni sistemi. Najbolj pogosto problemi nastajajo v hidravličnih sistemih vozil in delovnih strojih, ki se uporabljajo v kmetijstvu, gozdarstvu in gradbeništvu. V kolikor iz delovnega stroja kaplja olje s hitrostjo ene kapljice na sekundo, izteče v enem letu v okolje okoli 950 litrov olja [3]. Kapljanje iz slabo vzdrževanih vozil pa sploh ni tako redek pojav. V splošnem je vpliv razlitega maziva odvisen od vrste olja, količine olja in od okoliša razlitja [4]. Razlitje olja v bližini reke omogoča postavitev oljnih lovilcev in delno odstranitev olja iz vode, vendar nikoli ne moremo odstraniti vsega olja. Škoda je veliko manjša v primeru uporabe okolju prilagojenega olja, ki se po nekem določenem času razgradi. V primeru razlitja v zemljo je možnost enostavne odstranitve olja mnogo manjša, stroški čistilne akcije pa znajo biti precej visoki. Razlitje mineralnega olja po travnati površini povzroči požig tako nadzemnega zelenega dela rastline kot korenin. Razlitje

¹⁶ Boris KRŽAN in prof. dr. Jože VIŽINTIN

okolju prilagojenega olja pa ima za posledico le delen požig zelenega dela in korenine ostanejo nepoškodovane. Trava ruša se v nekaj dneh popolnoma obnovi, tako da ni trajnih posledic.

Podobno kot v primeru sistema REACH, kjer odgovornost za tveganje prehaja iz državnih organov na proizvajalce in prodajalce, tudi na področju maziv odgovornost za povzročeno škodo v okolju vse bolj prehaja na uporabnike [5]. Škodo naj poravna povzročitelj in račun je običajno precej višji kot bi bila uporaba okolju prilagojenih maziv. Če upoštevamo, da lahko že manjša količina izlitega maziva onesnaži vodno zajetje za več sto let, potem je skrb popolnoma razumljiva.

Proizvajalci ekološko prilagojenih maziv so sposobni ponuditi kakovostne proizvode, ki po lastnostih ne zaostajajo za mazivi na osnovi mineralnega olja, tako da je vsaka skrb o tehnični primernosti dandanes odveč. Pomembno mesto med tovrstnimi mazivi imajo rastlinska olja, pridobljena s stiskanjem semen oljnih rastlin. Dobra biološka razgradljivost, nizka toksičnost, mazalne lastnosti, nizka hlapljivost in visok indeks viskoznosti, kateremu se tudi posebej aditivirana mineralna olja ne morejo približati, so glavne prednosti naravnih rastlinskih olj [2,4,6-10].

Biološka razgradljivost

Biološko razgradljivost lahko v splošnem opredelimo kot sposobnost organskih snovi, da se razgradijo s pomočjo mikroorganizmov. Osnovni pogoji za začetek procesa biološke razgradljivosti snovi so [11]:

- ⇒ zadostna populacija mikroorganizmov,
- ⇒ prisotnost zraka (kisika) – mikroorganizmi ob uporabi kisika mineralizirajo organske snovi,
- ⇒ temperatura – mikroorganizmi so najbolj aktivni pri temperaturi olja med 10 in 30 °C,
- ⇒ viskoznost – nizkoviskozna olja se hitreje razgradijo,
- ⇒ sončna svetloba – svetloba vpliva na razgradljivost s fotooksidacijo in fotosintezo,
- ⇒ pH vrednost tal – populacija različnih mikroorganizmov lahko preživi v širokem pH-območju, vendar je najbolj ugodno območje med 6,5 in 7,5,
- ⇒ mineralne soli in dostopnost dušika,
- ⇒ topljivost in mešljivost z vodo – biološka razgradljivost temelji na razgradnji snovi z mikroorganizmi v aerobnih pogojih v vodnem mediju.

Razgradnja se prične z zaporedjem biološko-kemičnih procesov v zato primernih pogojih. Da mikroorganizmi lahko izkoristijo organsko snov kot izvor energije in ogljika, je potrebno snov najprej razcepiti na spojine z enostavnimi kemijskimi vezmi, ki lahko kasneje preidejo v metabolizem mikroorganizmov.

S preskusnimi metodami biološke razgradljivosti dobimo podatke o poteku razgradnje maziva v kontroliranih laboratorijskih pogojih, na osnovi rezultatov pa lahko predvidevamo potek in stopnjo razgradnje maziva v naravnem okolju. Najpomembnejše preskusne metode za določanje biološke razgradljivosti so standardizirali: OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development), CEC (Coordination European Council for the Development of Performance Tests for Lubricants and Engine Fuels) in DIN (Deutsches Institut für Normung).

Osnovna delitev biološke razgradljivosti po OCED je naslednja [12,13]:

- ❑ Primarna biološka razgradnja (Primary Biodegradation, Primärabbau)

Snov A → B

Sprememba v strukturi organske snovi zaradi razgradnih biokemijskih procesov, ki povzročijo izgubo prvotnih lastnosti snovi.

- ❑ Končna biološka razgradnja (Ultimate Biodegradability, Endabbau)

Snov A → B → ... → CO₂ + H₂O (+ biomasa)

Pretvorba organske snovi z mikroorganizmi v mineralne produkte, kot so CO₂, H₂O in anorganske soli, ob istočasnem povečanju biomase.

Preskuse za ugotavljanje biološke razgradljivosti delimo na kontinuirane in nekontinuirane [13]. Pri slednjih, nekontinuiranih preskusnih metodah, primerjamo potek razgradnje preskusnega vzorca s potekom razgradnje referenčne snovi v enakem testnem sistemu. Preskusi ne simulirajo nobenega konkretnega stanja v okolju, iz prakse pa je poznano, da so pogoji pri teh testih strožji kot dejanski pogoji v naravi. Najbolj znana in v praksi uveljavljena testna metoda iz te skupine je CEC L-33-A93, ki je bila v prvotni obliki CEC L-33-T82 razvita za določanje biološke razgradljivosti olj za izvenkrmne dvotaktne motorje plovil. To je tudi edina preskusna metoda, ki je bila namensko razvita za določanje biološke razgradljivosti maziv. Osnovne značilnosti metode so razvidne iz slike 2.4.1.

CEC L-33-A-93	
Biološka razgradljivost olj za dvotaktne izvenkrmne motorje	
❖	21 dnevni test
❖	Absorbcija valenčnega nihanja $\text{CH}_3 - \text{CH}_2$ – skupine pri 2930 cm^{-1} se analizira z IR-spektrofotometrom.
❖	Ni kriterija za razgradljivost; Blue Angel: $\geq 80\%$.
☑	Enostavna izvedba testa.
☑	Obsežna baza rezultatov.
☑	Metoda primerna tudi za določanje biološke razgradljivosti mineralnih olj in estrov v zemlji.
☒	Določa se samo primarna biološka razgradljivost.
☒	Biološka razgradljivost je večkrat precenjena.

Slika 2.4.1: Osnovne značilnosti metode za preskus biološke razgradljivosti CEC L-33-A-93 [14]

V skupino nekontinuiranih preskusnih metod sodijo še metode z oznakami OECD 301 A do F. V praksi sta se najbolj uveljavili metodi OECD 301 B in OECD 301 F, s katerima določamo končno biološko razgradljivost. Osnovne značilnosti metod so podane na sliki 2.4.2.

OECD 301 B		OECD 301 F	
poraba CO_2 (modifikacija Sturm-ove metode)		Manometrična respirometrija	
❖	28 dnevni test	❖	28 dnevni test
❖	Mineralizacija testnega vzorca v CO_2 .	❖	Poraba O_2 pri razgradnji vzorca.
❖	Kriterij: $\geq 60\%$ ThCO_2 (teoretična vrednost porabe CO_2).	❖	Kriterij: $\geq 60\%$ ThO_2 (teoretična vrednost porabe O_2).
☑	Metoda primerna za netopljive snovi	☑	Metoda primerna za netopljive snovi.
☑	Za izračun rezultata je potrebno poznati samo % ogljika v testnem vzorcu.	☑	Lahko se uporablja za hlapljive vzorce.
☒	Nepriročno preskuševališče.	☒	Preskuševališče je drago.
☒	Težave z lahko hlapljivimi vzorci.	☒	Potrebno je poznati elementno sestavo testnega vzorca.

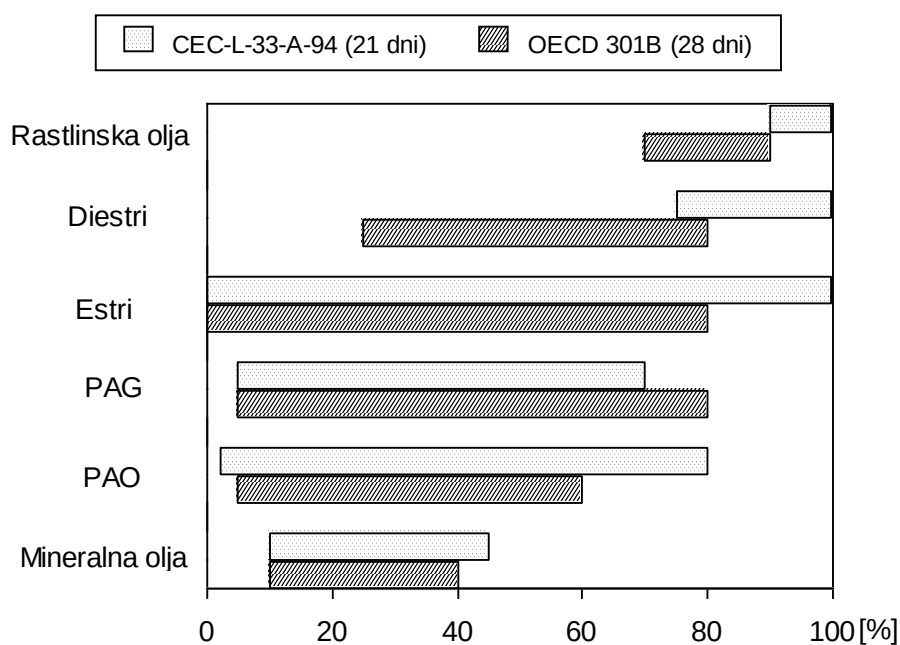
Slika 2.4.2: Osnovne značilnosti osnovnih metod za preskus biološke razgradljivosti OECD [14]

S kontinuiranimi preskusnimi metodami simuliramo biološko razgradnjo v definiranem okolju, npr. v biološki čistilni napravi. Značilna preskusna metoda za to

skupino je OECD 303 A, z njo pa se določi končna biološka razgradljivost organskih snovi.

Biološka razgradljivost maziv

Mineralna maziva na osnovi baznega olja iz surove nafte imajo okoli 90 % tržni delež, ki se zelo počasi zmanjšuje. Največja prednost mineralnih maziv v primerjavi z ostalimi je nizka cena, kakovost pa praviloma tudi ustreza zahtevam običajne uporabe. Vendar je okoljska prilagojenost mineralnih olj slaba. Slika 2.4.3 prikazuje biološko razgradljivost maziv, ki je določena po metodah, ki se v praksi največ izvajata [10].



Slika 2.4.3: Podatki za biološko razgradljivost maziv

Mineralna olja dosegajo najslabšo razgradljivost in tudi po metodi CEC-L-33-A-91 le redka presegajo 40 %. Razen rastlinskih olj, ki v splošnem dosegajo najboljši rezultat po obeh preskusnih metodah, uvrščamo ostala olja v skupino sintetičnih maziv. Poli-alfaolefini (PAO) so zelo razširjena sintetična maziva, visoko biološko razgradljivost pa dosegajo samo nizke gradacije – nizko viskozna olja, ki pa imajo zelo omejeno področje uporabe. Običajne viskoznosti PAO, ki se uporabljajo v formulacijah za prakso, praviloma ne presegajo biološko razgradljivost, večjo od 40 %. Drugače je s poliglikoli (PAG) in estri. To sta zelo številni in raznoliki družini maziv z zelo različnimi lastnostmi. Nekateri predstavniki iz teh dveh skupin kažejo zelo visoko

stopnjo biološke razgradljivosti, drugi zelo nizko. Med estri z dobro razgradljivostjo je potrebno opozoriti predvsem na monoestre, diestre in poliol estre, malce slabšo razgradljivost pa kažejo kompleksni estri. Na osnovi omenjenih estrov se formulirajo visoko-kakovostna maziva, ki imajo v primerjavi z mineralnimi olji širše temperaturno območje uporabe in boljšo odpornost na staranje. Biološka razgradljivost nenasičenih estrov je boljša od nasičenih.

Toksičnost maziv

Poleg biološke razgradljivosti je pomembna tudi toksičnost maziva, ki se odraža kot strupenost snovi na biocenozi [13,14]. Toksičnost posamezne snovi je v veliki meri odvisna od njene koncentracije, za okolju prilagojeno mazivo pa je pomembno, da je relativno netoksično tako v začetni obliki, kot da so netoksični tudi produkti razkroja. Preskusi toksičnosti maziv se izvajajo na bakterijah, lišajih, algah in ribah, težave pri vrednotenju rezultatov pa izhajajo iz dejstva, da ima enaka koncentracija strupenih snovi različen vpliv na organizme v različnih okoljih, pa tudi med organi istega osebk. Za okolju prilagojena maziva je najpomembneje, da ne dražijo in iritirajo kože in da imajo čim manjši vpliv na kakovost vode. Preskusne metode za določanje toksičnosti maziv so podane v preglednici 2.4.1.

Preglednica 2.4.1: Standardizirane metode za določanje toksičnosti snovi [14]

Vrsta preskusa	Parameter	Preskusna metoda	Testni organizem	Čas preskusa
Akutni testi	EC/LC ₅₀	OECD 201 (ISO 8692)	alge	72 ur
	Zaznavna toksična koncentracija/	OECD 202/1 (ISO 6341)	lišaji	48 ur
	Srednja smrtna koncentracija	OECD 203 (ISO 7346-1)	ribe	96 ur
		OECD 209	bakterije	30 min
Dolgotrajni testi	NOEC	OECD 202/2	lišaji	21 dni
	Odmerek brez učinka na organizem	OECD 2010	ribe	> 4 tednov

Lastnosti rastlinskih olj

V nadaljevanju so prikazane osnovne fizikalne in mehanske lastnosti devetih različnih rastlinskih olj iz oljnic, ki se jih da pridelovati v Sloveniji. Izbrane oljnice in njihove sorte/hibridi so predstavljeni v preglednici 2.4.2.

Preglednica 2.4.2: Oljnice

Oljnica	Sorta/hibrid	Latinsko ime	Oznaka
Konoplja	Bialobrzieskie	<i>Cannabis sativa</i> L. var. <i>sativa</i>	Kon
Lan	domače seme	<i>Linum usitatissimum</i> L.	Lan
Oljna ogrščica	PR46W31	<i>Brassica napus</i> L. var. <i>napus</i>	Og
Soja	Borostyan	<i>Glycine max</i> (L.) Merr	Soj
Sončnica	Meldimi	<i>Helianthus annuus</i> L.	Son
Riček	domače seme	<i>Camelina sativa</i> (L.) Crantz	Rič
Bela gorjušica	domače seme	<i>Sinapis alba</i> L.	Bg
Koruzza	NS 6012	<i>Zea mays</i> L.	Krz
Kloščevac	Dunav	<i>Ricinus communis</i> L.	Klš

Viskoznost

V preglednici 2.4.3 so podane izmerjene vrednosti kinematične viskoznosti. Pri standardni temperaturi izvajanja meritve 40 °C je kinematična viskoznost večine olj v območju med 26 in 46 mm²/s, pri temperaturi 100 °C pa med 7 in 10 mm²/s. Iz meritev je razvidno, da vzorci rastlinskih olj omogočajo neposredno formulacijo maziv gradacije ISO VG 32 in ISO VG 46 brez dodajanja kakršnih koli zgoščevalcev. Izjema je olje iz kloščevca, katerega kinematična viskoznost je, v primerjavi z ostalimi rastlinskimi olji, približno petkrat višja. Razlog višje viskoznosti je v visoki vsebnosti ricinolejske kisline, katere ostala olja nimajo. Višja viskoznost omogoča formulacijo maziv razreda viskoznosti ISO VG 150, ki so primerna za bolj obremenjene pogone. Z zgoščevalci se kinematična viskoznost lahko še poveča, vendar se strižna stabilnost maziva zato zniža.

Preglednica 2.4.3: Kinematična viskoznost vzorcev rastlinskih olj (legenda v preglednici 2.4.2)

Viskoznost	Kon	Lan	Og	Soj	Son	Rič	Bg	Krz	Klš
Pri 40 °C [mm ² /s]	27,4	26,5	34,6	29,6	31,0	31,3	46,5	33,5	148,0
Pri 100 °C [mm ² /s]	6,9	7,0	8,0	7,4	7,5	7,7	10,0	7,7	19,5
Indeks viskoznosti [-]	230	247	210	230	223	232	209	211	89

Rastlinska olja imajo praviloma zelo visok indeks viskoznosti. Iz preglednice 2.4.3 je razvidno, da vrednosti presegajo 200, kar v primerjavi s klasičnimi mineralnimi mazivi pomeni manjši padec viskoznosti pri segrevanju olja. Izjema je zopet olje kloščevca z izračunano vrednostjo 89, kar je običajna vrednost za mineralna maziva brez posebnih dodatkov, s katerimi se indeks viskoznosti zviša.

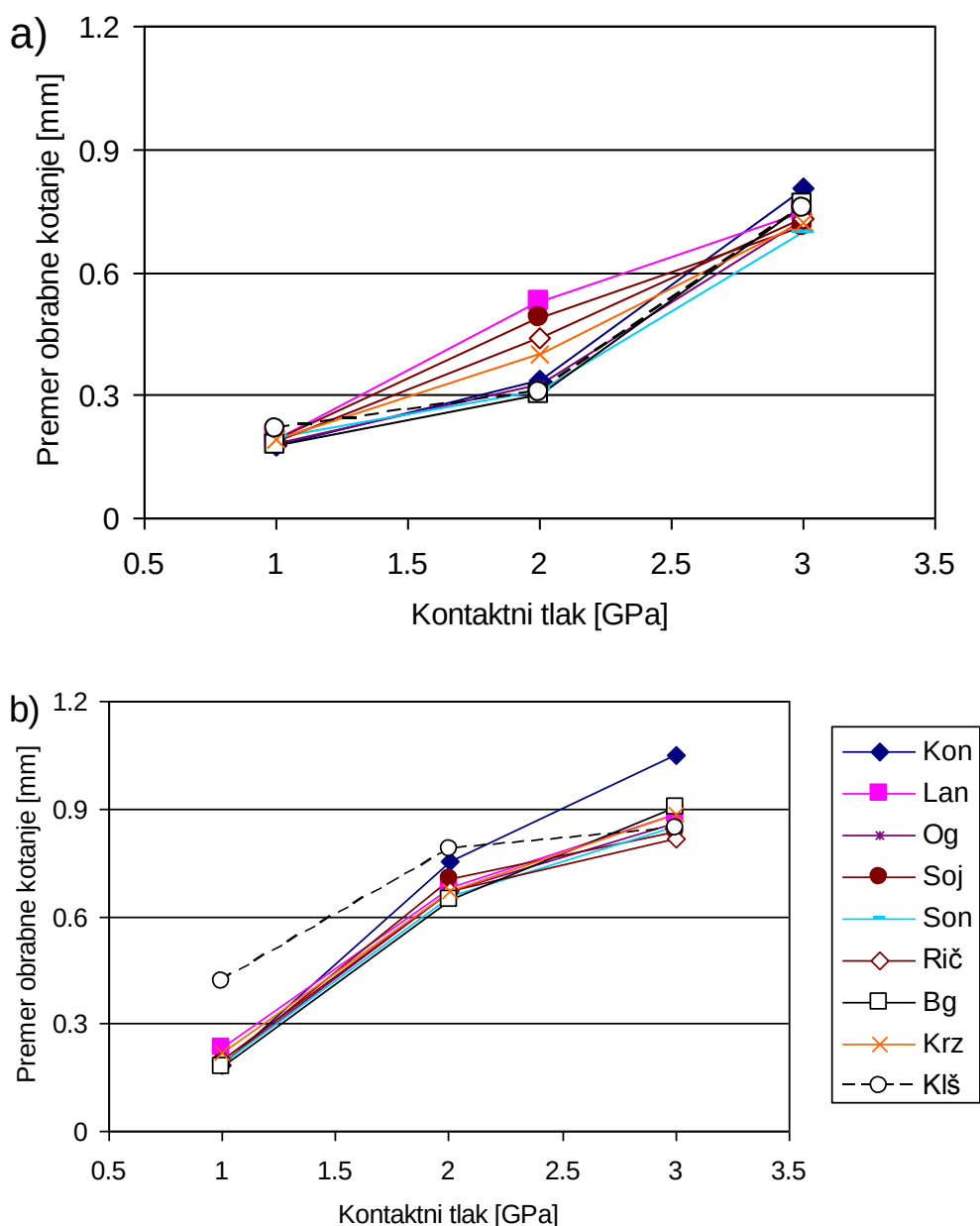
Mehanske lastnosti olj

Primerjalne raziskave mehanskih lastnosti maziv lahko izvedemo na preprostih preskuševališčih, kjer simuliramo podobne pogoje obratovanja kot pri realnem obratovanju. Protiobrabne in torne lastnosti rastlinskih olj so določene na standardnem preskuševališču (DIN 51 843), kjer jeklena kroglica premera 10 mm recipročno drsi po jekleni ploščici s frekvenco 50 Hz. Koeficient trenja se meri neposredno med izvajanjem preskusa, obrabne lastnosti pa se določijo po zaključku enournega preskusa. Zaradi obrabe na kroglici nastane poškodba v obliki elipse, z merjenjem daljše in krajše osi pa izračunamo srednji premer kalote, ki predstavlja merilo za velikost poškodbe.

Slika 2.4.4a kaže obrabo pri začetni temperaturi spodnje ploščice 50 °C in slika 2.4.4b obrabo pri povišani začetni temperaturi spodnje ploščice 100 °C. Obraba pri kontaktni obremenitvi 1 GPa je skoraj za vsa olja podobna pri obeh začetnih temperaturah. Olje kloščevca s petkrat višjo viskoznostjo je izjema in pri temperaturi 100 °C kaže opazno višjo obrabo. Razlika v obrabi se med olji začne kazati pri povišani obremenitvi 2 GPa. Pri nižji temperaturi je opazen velik raztros rezultatov, pri povišani temperaturi pa povečan premer obrabnih kalot, medtem ko raztros meritev ni tako velik. Še manjši raztros izmerjenih vrednosti je pri najvišjem kontaktnem tlaku 3 GPa, opazno manjša pa je tudi razlika v velikosti obrabe pri obeh začetnih temperaturah. Pri najvišjem tlaku kaže olje konoplje najvišjo obrabo in vidno odstopa od ostalih meritev.

Po kemijski sestavi so rastlinska olja estri glicerola in karboksilnih (maščobnih) kislin, ki se med sabo razlikujejo po stopnji nasičenosti in številu ogljikovih atomov v skeletu. Na eno molekulo glicerola so zaestrene tri molekule maščobnih kislin. V splošnem so to zelo polarne molekule, ki imajo sposobnost adsorpcije na kovinsko površino in s tem tvorbo mazalnega zaščitnega sloja v eni ali več plasteh. Pogoj za nastanek tovrstnih slojev je oksidna plast na površini kovine, ki zagotavlja pozitiven naboj površine. Maščobne kisline rastlinskih olj so asimetrične molekule z različno kemičnim privlakom na obeh koncih. Stran molekule, kjer je karboksilna skupina –

COOH, je močno privlačen do kovinske površine, drugi konec z alkalno skupino – CH₃ pa se odbija skoraj od vseh snovi. Med karboksilno skupino in površino nastane torej razmeroma močna vez, šibka vez na strani z alkalno skupino pa zagotavlja, da je strižna trdnost na vmesni ploskvi relativno nizka. Opisani mehanizem je učinkovit samo do določene obremenitve, če je le-ta večja, zaščitna plast ni obstojna ali pa se viskozna plast sploh ne vzpostavi [4,10,15-17].

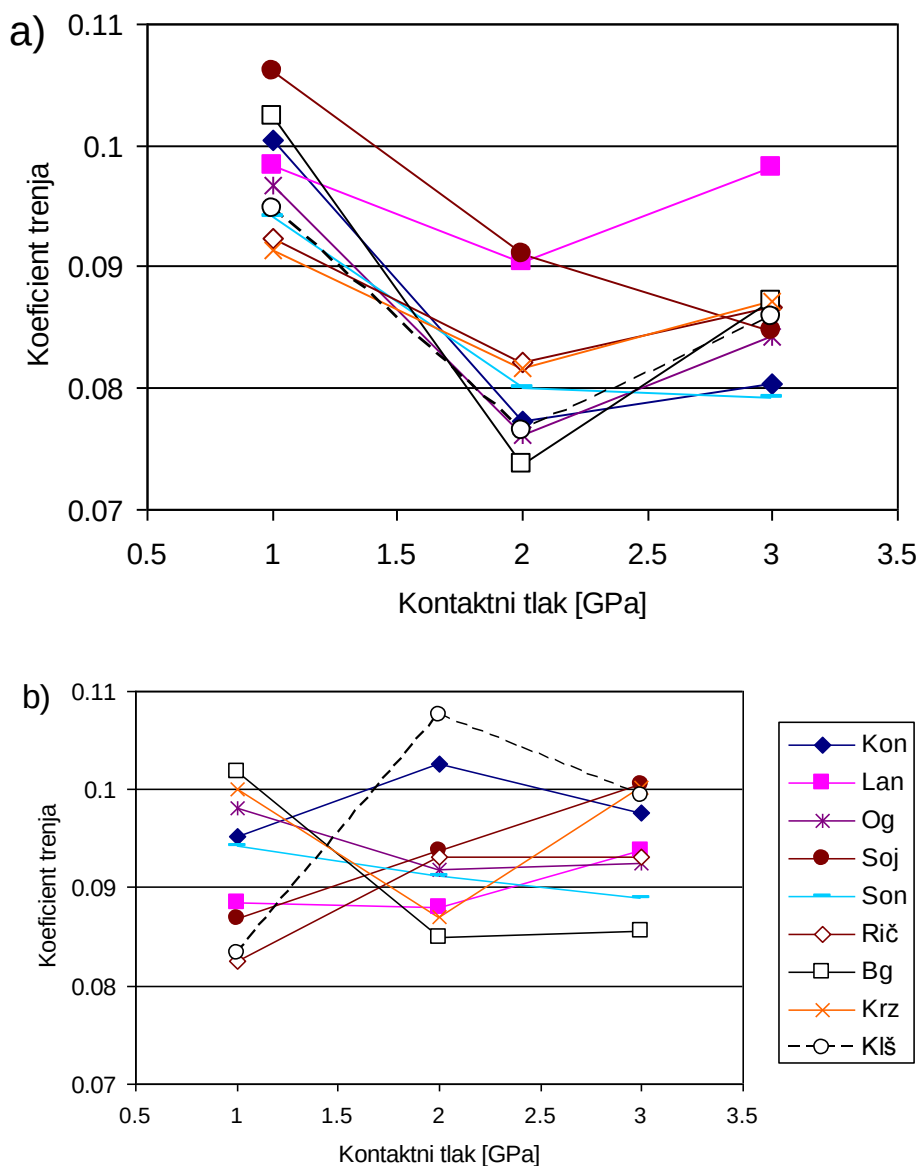


Slika 2.4.4: Rezultati preskušanja odpornosti olj na obrabo: a) pri začetni temperaturi 50 °C; b) pri začetni temperaturi 100 °C (legenda v preglednici 2.4.2)

Iz poteka obrabe za vzorce olj je razvidno, da rastlinska olja dobro ščitijo površino kovine pri kontaktnem tlaku, ki ne presega 1 GPa, pri višjih obremenitvah pa je protiobrabna sposobnost že odvisna od sestave olja in temperature. Adsorpcija maščobnih kislin na kovinsko površino je pri teh pogojih očitno mogoča, zato v obrabi ni večjih razlik med posameznimi olji. Pri začetni temperaturi 50 °C in kontaktnem tlaku 2 GPa olja konoplje, oljne ogrščice, sončnice, bele gorjušice in kloščevca zadržijo dobre protiobrabne lastnosti in ne kažejo bistveno povečane obrabe. Preostala olja pri teh pogojih niso tako učinkovita. Posebno visoko obrabo kažeta olji lanu in soje. Pri začetni temperaturi 100 °C in višjih kontaktnih tlakih pa je očitno, da razmere v kontaktu ne omogočajo več učinkovite zaščite pred obrabo. Vezi med maščobnimi kislinami in kovinsko površino so prešibke, da bi se vzpostavila obstojna zaščitna plast. Za boljšo zaščito pri teh obremenitvah bi potrebovali kemično reaktivnejše snovi, ki bi na površini tvorile bolj obstojne spojine.

Vrednosti koeficienta trenja za različne kontaktne tlake in začetne temperature površine so prikazane na sliki 2.4.5. Pri temperaturi 50 °C zlahka opazimo, da je raztros vrednosti že pri najmanjši kontaktni obremenitvi precej velik. Pri povečanju kontaktnega tlaka na 2 GPa pa se koeficient trenja zniža za vsa olja; najbolj za olja, ki pri teh pogojih kažejo tudi najmanjšo obrabo (slika 2.4.4). Absolutno najnižji koeficient trenja doseže olje bele gorjušice, le malo večje pa olja oljne ogrščice, kloščevca, konoplje ter sončnice. Pri najvišjem kontaktnem tlaku je za vsa olja, razen za olje sončnice, trenje večje. Pri temperaturi 100 °C se koeficient trenja spreminja glede na vrsto olja. S povečevanjem kontaktnega tlaka kaže izrazito padajočo karakteristiko olje bele gorjušice, ne toliko poudarjeno, vendar padajočo pa olji sončnice in oljne ogrščice. Skoraj linearno povečujoč potek opazimo pri olju soje, ostalim oljem pa se pri kontaktnem tlaku 2 GPa trenje poveča, pri povišani obremenitvi pa se potem zniža.

Najboljši rezultat preskusa tornih in protiobrabnih lastnosti kaže olje bele gorjušice. V kemijski sestavi olja z 67 % prevladujejo mononenasičene maščobne kisline, predvsem z večjim številom ogljikovih atomov v skeletu (Poglavje 2.2, preglednica 2.2.3). Najbolj značilna maščobna kislina je cis-13-dokozaenojska kislina, poznana tudi kot eruka kislina z 22-imi ogljikovimi atomi. Polinenasičenih kislin je sorazmerno malo, le 21 %. Zelo dobre mehanske lastnosti kažeta tudi olji iz oljne ogrščice in sončnice. V sestavi olja iz oljne ogrščice prevladuje mononenasičena oleinska kislina z 18-imi ogljikovimi atomi, za olje sončnice pa je značilen visok odstotek linolne kisline. Malce slabše so mehanske lastnosti olja iz konoplje, medtem ko ostala olja kažejo dobre torne in protiobrabne lastnosti pri lažjih pogojih obremenitve, pri višjih pa niso tako učinkovita.



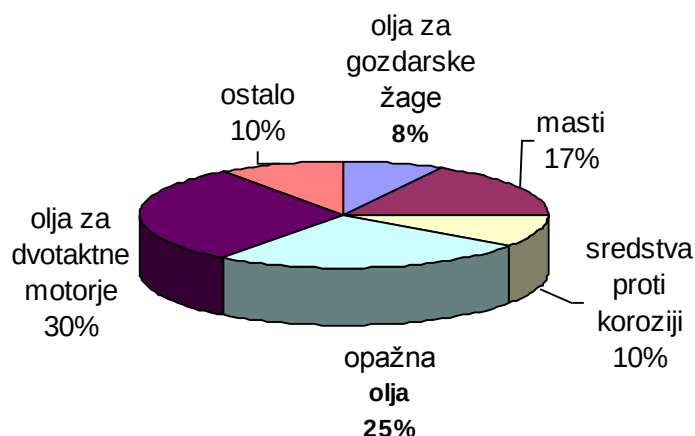
Slika 2.4.5: Rezultati preskušanja odpornosti olj na obrabo: a) pri začetni temperaturi 50 °C; b) pri začetni temperaturi 100 °C (legenda v preglednici 2.4.2)

Področja uporabe rastlinskih olj

Nadomeščanje mineralnih maziv z okolju prilagojenimi je smiselna na področjih, kjer odpadnih maziv po uporabi ni mogoče zbrati, ali pa obstaja velika nevarnost nenamernega izlitja olja in in s tem onesnaženja okolja.

Sistemi mazanja s popolnimi izgubami

Sistem mazanja s popolnimi izgubami lahko opredelimo kot mazanje z enkratnim preходом preko mazalnega mesta, kjer je že v zasnovi predviden stik odpadnega maziva z okoljem. Tovrstna maziva predstavljajo približno 15% letne količine porabljenih maziv. Slika 2.4.6 prikazuje razmerje med mazivi za sisteme mazanja s popolnimi izgubami.



Slika 2.4.6: Razmerje med mazivi za sisteme s popolnimi izgubami [2]

Pri sistemih mazanja s popolno izgubo maziva po uporabi končajo neposredno v okolju, zato vse več držav sprejema zakonske predpise, s katerimi se pogojuje uporaba okolju prilagojenih maziv. Najbolj aktivne države na tem področju so srednje evropske in skandinavske države. V Sloveniji je s tega področja trenutno v veljavi samo en zakonski akt. Zakon o delu v gozdovih predpisuje obvezno uporabo okolju prilagojenih olj za mazanje verig motornih žag v območjih s prvo stopnjo poudarjenosti hidrološke funkcije in v predelih zavarovane narave [18].

Obtočni sistemi mazanja

Pri sistemu obtočnega mazanja mazivo kroži v zaprtem mazalnem sistemu in do stika med mazivom in okoljem ne bi smelo priti. Vsled puščanja olja in/ali zaradi raznih poškodb pa vseeno prihaja do nenamernega izlita iz sistema. Najbolj ranljivi so hidravlični sistemi vozil in mobilnih delovnih strojev, ki se uporabljajo v kmetijstvu, gozdarstvu in gradbeništvu. Komisija za gozdove (Forestry Commission) iz Velike Britanije ocenjuje, da v gozdovih, ki pokrivajo približno 10% njihovega ozemlja, iz strojev in naprav dnevno izteče 340.000 litrov hidravličnih tekočin [3]. Za okolje prilagojene hidravlične tekočine se uspešno uporabljajo tudi fluidi na osnovi rastlinskih olj. Odpornost na staranje rastlinskih olj je v primerjavi z mineralnimi slabša, vendar se vseeno zelo uspešno uporabljajo v strojih za sezonska opravila, kot

so kombajni itd.. Zakon o delu v gozdovih predpisuje uporabo okolju prilagojenih hidravličnih tekočin v območjih s prvo stopnjo poudarjenosti hidrološke funkcije in v predelih zavarovane narave [18].

Povzetek

S porastom ekološke zavesti se povečuje tudi zanimanje za uporabo okolju prilagojenih maziv. Na področjih, kjer lahko zaradi onesnaženja okolja nastane nepopravljiva škoda, je potrebno pospešeno uvajati okolju prilagojena maziva kljub njihovi višji nabavni ceni. Pri nabavni ceni pa kaže opozoriti na dve stvari. Kot prvo je potrebno izpostaviti izvrstne adhezijske lastnosti rastlinskih olj, ki se oprimejo na površino in pri postopkih mazanja s popolno izgubo maziva se izgube v okolico bistveno zmanjšajo v primerjavi z uporabo mineralnih olj. Kot primer: za razrez 100 m³ lesa je potrebno 34 litrov olja iz oljne ogršnice v primerjavi s 56 litri mineralnega olja. Tudi pri opažnih oljih je poraba 2- do 7-krat manjša, v kolikor se uporabljajo maziva na osnovi rastlinskih olj. Kot drugo pa je potrebno izpostaviti, da odgovornost za povzročeno škodo v okolju vse bolj prehaja na uporabnike. Škodo naj poravna povzročitelj! In račun za povzročeno škodo praviloma znese precej več, kot je razlika v ceni med običajnim in okolju prilagojenim mazivom.

Rastlinska olja so kakovostna surovina za raznovrstna maziva, ki se lahko uspešno uporabljajo v sistemih mazanja s popolnimi izgubami maziva, kot tudi za formulacijo hidravličnih tekočin. Maziva na osnovi rastlinskih olj so se uveljavila predvsem za mazanje verig in vodil motornih žag, dvotaktnih bencinskih motorjev, vencev koles lokomotiv, železniških kretnic, mazanje vodil in mehanizmov vodnih zapornic, kot hladilno mazalna sredstva pri obdelavi kovin in v gradbeništvu kot opažna olja.

Uporabljena literatura

- [1] Dowson, D. 1998. History of Tribology. Second edition, Professional Engineering Publishing Limited, London, UK: 32-42
- [2] Defrang, M. 1999. Loss lubrication – Use of vegetable oils and derivatives in the concrete industry. CTVO Workshop on Lubricants and Hydraulic fluids, Eibar, Spain.
- [3] Burrows, C.R., Hammond, G.P., McManus, M.C. 1998. Life-cycle assessment of oil hydraulic systems for environmentally-sensitive applications. IMECE 98, November 15-20, 1998, Anaheim, USA.
- [4] Goyan, R.L., Melley, R.E., Wissner, P.A., W.C., Ong. 1998. Biodegradable Lubricants. Lubrication Engineering, 54, 7: 10-17
- [5] Reach in brief. Dostopno na:
http://ec.europa.eu/environment/chemicals/reach/pdf/2007_02_reach_in_brief.pdf
(junij 2009)
- [6] Bongard, F. 1993. Native esters - base stocks for efficient and ecologically safe

- hydraulic fluids Part A: Applicational aspects, Henkel-Referate 29: 112-117
- [7] Lea, C.W. 2002. European Development of Lubricants Derived from Renewable Resources, *Industrial Lubrication and Tribology*, 54, 6: 268-274
- [8] Norrby, T., Torback, M., Kopp, M. 2002. Environmentally Adapted Lubricants in the Nordic Marketplace - Recent Developments. *Industrial Lubrication and Tribology*, 54, 3: 109-116
- [9] Kržan, B., Vižintin, J. 2003. Tribological properties of an environmentally adapted universal tractor transmission oil based on vegetable oil. *Tribology International*, 36, 11: 827-833
- [10] Kržan, B., Vižintin, J. 2004. Use and Development of Biodegradable oils, in *Tribology of Mechanical Systems; a Guide to Present and Future Technologies*. Vižintin, J., Kalin, M., Dohda, K., Jahanmir, S., (Eds), ASME Press, New York, USA: 107-137
- [11] Battersby, N.S. 2000. The Biodegradability and Microbial Toxicity Testing of Lubricants - Some Recommendations. *Chemosphere* 41: 1011-1027
- [12] Udovč, A. 1998. Preskusne metode za določanje biološke razgradnje maziv. Posvetovanje SLOTRIB 96, Gozd Martuljek, Slovenija: 124-136
- [13] Willing, A. 2001. Lubricants Based on Renewable Resources - an Environmentally Compatible Alternative to Mineral oil Products. *Chemosphere* 43: 89-98
- [14] Battersby, N.S. 2003. Environmental Tests for Biodegradable Lubricants. VTI-LLINCWA Workshop, Eibar, Spain.
- [15] Kržan, B., Vižintin, J. 2004. Okolju prilagojena maziva iz obnovljivih naravnih virov. Posvetovanje SLOTRIB 04, Radenci, Slovenija: 127-138
- [16] Adhvaryu, A., Erhan, S.Z., Perez, J.M. 2004. Tribological studies of thermally and chemically modified vegetable oils for use as environmentally friendly lubricants. *Wear*, 257: 357-367
- [17] Adhvaryu, A., Biresaw, G., Sharma, B.K., Erhan, S.Z. 2006 Friction behavior of some seeds oils: Biobased lubricant application, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 45: 3735-3740
- [18] Zakon o delu v gozdovih, Uradni list Republike Slovenije, št. 92, 11.10.2000, 17 člen, Varstvo vodnih območij

3.1 Biodizel – osnovne značilnosti¹⁷

Rastlinsko olje si je kot gorivo prvi zamislil nemški inženir dr. Rudolf Diesel. Leta 1893 je izdal članek "Teorija in konstrukcija učinkovitega toplotnega stroja" pet let kasneje pa motor po svoji zamisli tudi praktično izdelal ter preizkusil delovanje. Veliko promocijo je opravil leta 1900 na svetovni razstavi v Parizu, kjer je predstavil dizelski agregat, ki je za pogon uporabljal kikirikijevo olje. V naslednjih letih je uporabil še druge vrste rastlinskih olj, saj je hotel dokazati, da njegove motorje lahko poganjajo rastlinska olja, ki se jih da pridelati v podnebnih razmerah, kjer se motorji uporabljajo. Vendar pa so se rastlinska olja kot gorivo obdržala le nekako do leta 1920, potem pa se začenja obdobje popolne prevlade naftnih derivatov.

V Severni Ameriki so Indijanci poznali nafto kot mazilo za zdravljenje ozeblin in za impregnacijo kanujev, priseljenci iz Evrope pa so ugotovili, da je uporaba petroleja v svetilkah precej cenejša kot pa kitovo olje ali destilati premoga, ki so se uporabljali do tedaj. Napredek v tehnologiji črpanja nafte iz zemeljskih globin in povečano povpraševanje po petroleju je privedlo do presežka naftnih destilatov, ki so se izkazali kot odlično gorivo in so bili precej cenejši od rastlinskih olj. Hiter razvoj avtomobilizma in povečano povpraševanje po gorivu je privedlo do izčrpanja zgodnjih naftnih nahajališč, kar je vodilo v odkrivanje novih in proces se v bistvu nadaljuje še danes.

V času prve naftne krize v 70-tih letih so začeli iskati različne nadomestke za naftne derivate in ena smer je vodila tudi do "ponovnega odkritja" rastlinskih olj. Prednosti rastlinskih olj, ki se kažejo v biološki razgradljivosti, nizki vsebnosti žvepla, nižjem odstotku aromатов in možnosti, da se proizvajajo iz obnovljivih virov so postale predmet širšega zanimanja, saj se je v začetku 80-tih ekološka zavest začela močno povečevati. Pobudo pri uvajanju je v zahodnoevropskih državah prevzel tako imenovani "kmečki lobi" in v 90-tih so bile na tržišču že prve omembe vredne količine biodizla. Prvi del imena biodizel se nanaša na surovine za izdelavo, ki so iz bioloških virov, drugi del pa poudarja lastnosti, ki so zelo podobne klasičnemu dizel gorivu.

¹⁷ Boris KRŽAN in prof. dr. Jože VIŽINTIN

Biodizel je v splošnem tekoče gorivo iz obnovljivih virov, ki lahko v obstoječih motorjih z notranjim izgorevanjem zamenja klasično dizel gorivo. Osnovna surovina za izdelavo biodizla so rastlinska olja, lahko pa se izdelata tudi iz živalskih maščob ali odpadnega jedilnega olja. Rastlinska olja, dobljena s stiskanjem semen, se lahko uporabijo kot gorivo neposredno, vendar mora biti pogonski agregat posebej prirejen, saj je viskoznost naravnih olj nekajkrat višja kot viskoznost dizelskega goriva. S sorazmerno preprosto kemijsko reakcijo pa se rastlinskemu olju lahko spremeni viskoznost, medtem ko se ostale lastnosti bistveno ne spremenijo. Proces je poznan kot transesterifikacija in je v bistvu pretvorba ene vrste estra v drugo. Kemijska reakcija rastlinskega olja z metanolom ob prisotnosti katalizatorja da končni produkt metilni ester maščobnih kislin, ki ga običajno imenujemo biodizel, in tehnični glicerol, uporaben predvsem v kozmetični in farmacevtski industriji. V splošnem imajo rastlinska olja v svoji sestavi več nenasičenih kislin kot pa živalske maščobe, zato so pri sobni temperaturi rastlinska olja tekoča, masti pa v trdem agregatnem stanju. Končni produkt – biodizel zadrži določene lastnosti surovin iz katerih je pridobljen, zato ima biodizel iz rastlinskih olj boljše nizkotemperaturne lastnosti kot biodizel iz živalskih maščob. Manjše razlike v lastnostih so tudi, v kolikor izdelamo biodizel iz oljnice iste vrste, ki pa je druge sorte in/ali je rastla na drugi lokaciji. Vpliv ima tudi dozorelost semen pri obiranju.

Uporabljena literatura

Ayhan, D. 2008. Biodiesel: a realistic fuel alternative for diesel engines. Springer, cop. London: 111-139

3.2 SWOT analiza proizvodnje in uporabe biodizla¹⁸

V nadaljevanju so predstavljene prednosti, slabosti, priložnosti in nevarnosti proizvodnje surovin in uporabe biodizla. Te imajo lahko tehnološki, agrarno-politični ali pa socio-ekonomski predznak.

Prednosti

Biološka razgradljivost in netoksičnost

Osnovna surovina za biodizel so rastlinska olja, lahko pa se pri proizvodnji uporabijo tudi živalske maščobe in odpadna jedilna olja. Rastlinska olja so naraven material in zato biološko razgradljiva in netoksična, saj se uporabljajo v prehrani. Biodizlu se sicer dodajajo aditivi, vendar v zelo omejenem obsegu, tako nimajo večjega vpliva na ekološke lastnosti. Biodizel je klasificiran kot nenevarna snov, kar zmanjšuje raven okoljskih tveganj tako pri uporabi kot v transportu in skladiščenju.

Z dizlom fosilnega izvora se meša v vseh razmerjih

Biodizel se brez težav meša s klasičnim dizlom v vseh razmerjih, kar je zelo pomembna lastnost, ki zelo poenostavi uporabo. Kot gorivo se v motorjih z kompresijskim vžigom uporablja samostojno ali kot dodatek običajnemu dizel gorivu. Čisto biodizel gorivo ali 100 % biodizel se označi kot B100, mešanice pa so označene z BXX, kjer XX pomeni odstotek biodizla. Najpogostejši mešanici sta B20, kar pomeni 20 % biodizla in 80 % petrokemičnega dizla ter B5 s vsebnostjo 5 % biodizla. Za uporabo čistega biodizla B100 so na večini pogonskih agregatov potrebni manjši posegi za prilagoditev, ni pa dodatnih zahtev, v kolikor se uporabljajo mešanice do vključno B20.

Mazalne lastnosti

Rastlinska olja, iz katerih je izdelan biodizel, so estri maščobnih kislin, ki imajo zelo dobre mazalne lastnosti. Boljše mazalne lastnosti biodizla podaljšujejo življensko dobo motorja. Bolj podrobno so mazalne lastnosti rastlinskih olj opisane v poglavju 2.3.

¹⁸ Boris KRŽAN, prof. dr. Jože VIŽINTIN in doc. dr. Martin PAVLOVIČ

Temperatura plamenišča

Plamenišče biodizla je približno pri temperaturi 150 °C, pri petrokemičnem dizlu pa pri 55 °C. Višje plamenišče je pomembno predvsem s stališča varnosti tako pri transportu kot pri skladiščenju, manjša pa je tudi hlapljivost.

Cetansko število

Novejši dizelski motorji obratujejo pri višjih obratih kot starejši, zato so zaželeni goriva z višjim cetanskim številom. Čim višje je cetansko število, tem krajša je zakasnitev vžiga. Običajna dizel goriva imajo cetansko število 40-45, premium 45-50, biodizel pa od 52 do 55.

Specifikacije in standardi

Dizelski motorji za nemoteno delovanje potrebujejo visokokakovostna goriva, ki morajo biti ustrezno preverjena in morajo ustrezati zahtevam, ki so opredeljene v standardih. Lastnosti fosilnega dizelskega goriva so predpisane s standardom SIST EN 590, ustrezati pa mora tudi zahtevam pravilnika o fizikalno-kemijskih lastnostih tekočih goriv in zahtevam prevzetih direktiv o kakovosti tekočih goriv.

Kakovost biodizelskega goriva je bila sprva opredeljena v nacionalnih standardih, Avstrija ÖNORM C 1191 (1997), Nemčija DIN E 51606 (1997), Češka CSN 656507 (1998), Italija UNI 10635 (1997), Švedska SS 155436 (1996), ZDA ADTM PS 121 (1999) itd., leta 2001 pa je bil izdelan osnutek evropskega standarda EU EN 14214 *Fatty acid methyl esters (FAME) for diesel engines – Requirements and test methods*. Prevod standarda, ki je stopil v veljavo leta 2003, je dostopen tudi v slovenščini z oznako SIST EN 14214:2003 in prevodom naslova: *Metil estri maščobnih kislin (FAME) za dizelske motorje – Zahteve in preskusne metode*. Najnovejša veljavna verzija standarda ima oznako SIST EN 14214:2009, osnova pa je evropski standard EN 14 214, izdan leta 2008. V preglednici 2.2.1 (poglavje 2.2) so podane osnovne zahteve za biodizel, kot jih definira najnovejša verzija standarda.

Za proizvod, ki se deklarira kot biodizelsko gorivo za motorna vozila, je torej potrebno preveriti 25 fizikalno-kemijskih lastnosti po standardiziranih metodah. Standard določa zahteve za biodizel pri prodaji in dobavi. Velja za čisti biodizel v obliki B100 ali kot dodatek za gorivo skladno z zahtevami standarda SIST EN 590. Pri uporabi B100 kot goriva za vozila z dizelskim motorjem, mora biti pogonski agregat skonstruiran ali ustrezno prilagojen za uporabo 100 % biodizla. Slovenski prevod je opremljen tudi z nacionalnim dopolnilom SIST EN 14214:2009/A101:2009, ki vsebuje povezavo s standardi za vzorčenje in napotke za označevanje naprav za točenje biodizla (slika 3.2.1).



Slika 3.2.1: Velikost in oblika tablice (nalepke) za biodizel. Najmanjša zahtevana velikost črk za napis (a) je 15 mm in oznako standarda (b) je 12 mm.

Po predpisih EU mora kakovost biogoriva za dizel motorje ustrezati standardu SIST EN 14214, mešanice s fosilnim dizlom pa morajo zadostiti zahteve standarda za fosilni dizel EN 590. V ZDA mora biti kakovost biodizla skladna z zahtevami standarda ASTM D6751. Potrošnikom biodizla se priporoča, da kupijo biodizel od ponudnikov z BQ-9000 certifikatom, ki prodajajo biodizel od proizvajalcev z BQ-9000 akreditacijo.

Standardizacija biodizla, pridobljenega iz rastlinskih olj, je kar ažurno spremljala naraščajočo pridelavo in povpraševanje po tem gorivu. Ukrepi za hitro razvijanje standardov kakovosti za biogoriva, ki se bodo uporabljala v avtomobilskem sektorju kot čista goriva ali kot sestavni del mešanic s konvencionalnimi gorivi, pa bodo še pridobili na pomenu. Druga generacija biogoriv napoveduje proizvodnjo goriv iz ostankov rastlin, kot so lesna biomasa, slama, trava itd. ter iz biološko razgradljivih odpadkov. Pri standardu kakovosti slednjih je potrebno upoštevati in s tem preprečiti možnost, da se predelajo tudi kontaminirani odpadki, katerih sestavine bi določene komponente vozila lahko poškodovale ali povzročile hujše emisije.

Distribucija

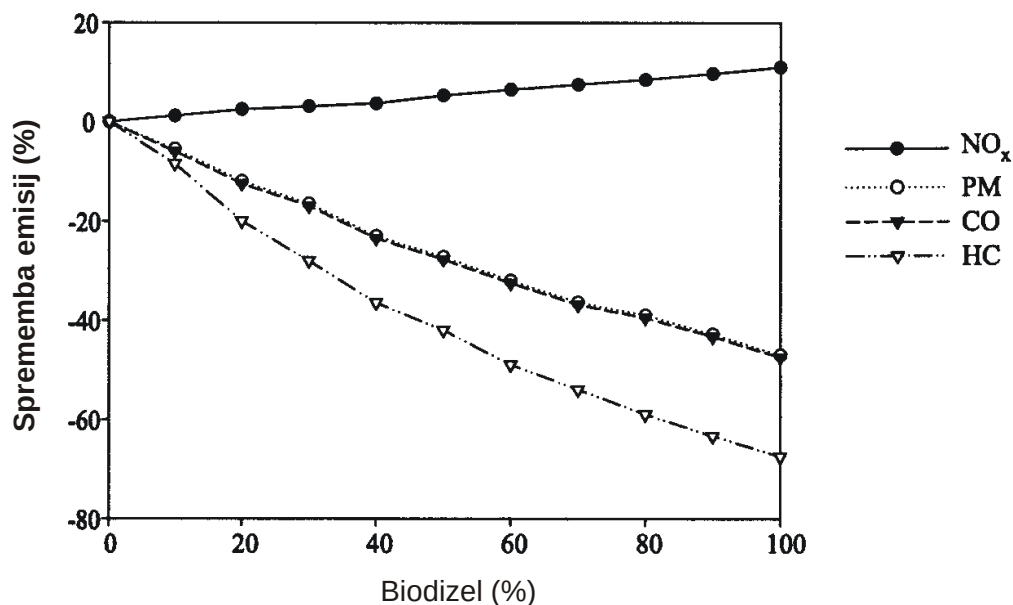
Točilna mesta za biodizel so običajno obstoječi bencinski servisi. Za točenje biodizla B100 ali mešanic z več kot 20 % biodizla v gorivu morajo biti naprave za točenje posebej označene z napisano tablico ali nalepko (slika 3.2.1).

Distribucija biodizla in mešanic z običajnim dizel gorivom ne zahteva posebnih in dragih vlaganj v opremo, skladiščenje, vozila ali infrastrukturo.

Emisije

Emisije plinov so predvsem posledica zgorevanja goriva v motorju, manjši vir emisij pa je lahko tudi motorno olje. Biodizel je gorivo z visoko vsebnostjo kisika (do 10 %), zato v primerjavi z običajnim dizel gorivom omogoča popolnejše zgorevanje goriva.

Slika 3.2.2 prikazuje emisije plinov za različne mešanice biodizla s fosilnim dizlom. S povečevanjem odstotka biodizla v mešanici se nižajo emisije neizgorelih ogljikovodikov, ogljikovega monoksida in trdih delcev, povečujejo pa se emisije dušikovih oksidov. Popolnejše zgorevanje biodizla se kaže v občutnem znižanju emisij ogljikovodikov, ki je za čisti biodizel okoli 70 odstotkov, za mešanico B20 pa okoli 20 odstotkov. Zmanjšanje emisij trdih delcev in ogljikovega monoksida je manjše, vendar pomembno. Večja kot je koncentracija kisika v biodizlu, večje je zmanjšanje tovrstnih izpustov. Pri zgorevanju čistega biodizla ni emisij žveplovih spojin, pri zgorevanju mešanic pa je vsebnost sorazmerna odstotku klasičnega dizla. Fosilni dizel vsebujejo žveplo, ki pri zgorevanju skupaj z vodo tvori žveplovno kislino, le-ta pa je glavni povzročitelj kislega dežja. Biodizel prav tako ne vsebuje benzena in aromatov. Ocena je, da z uporabo biodizla proizvedemo od 14 % do 78 % manj toplogrednih plinov kot z uporabo fosilnega dizla.



Slika 3.2.2: Emisije plinov za mešanice biodizla s fosilnim dizlom: dušikovi oksidi (NO_x), trdi delci (PM), ogljikov monoksid (CO) in ogljikovodiki (HC)

Slabosti

Manjša energetska vrednost biodizla

Energetska vrednost biodizla je v območju od 39 do 41 MJ/kg, kar je nekaj manj kot običajno dizel gorivo, ki vsebuje 43 MJ/kg. Manjša kalorična vrednost se kaže v zmanjšani moči motorja ter povečani porabi goriva za približno pet odstotkov.

Oksidacijska obstojnost

Zaradi hitrejšje oksidacije (polimerizacija, kondenzacija) ima biodizel krajšo dobo skladiščenja kot klasični dizel. Rok shranjevanja biodizla naj ne bi bil daljši od šest mesecev, s kontrolo kakovosti pa se seveda lahko tudi podaljša.

Omejen proizvodni potencial

Količina biodizla, ki ga lahko pridelamo iz domačih surovin, je odvisna od razpoložljivih obdelovalnih površin v državi. Potencial Slovenije za pridelavo oljnic je podan v poglavju 3.4.

Proizvodni stroški biodizla

Spreminjanje razmerja v ceni med biodizlom in fosilnim dizlom je precej dinamično. Pravilom so stroški izdelave biodizla višji od cene fosilnega dizla, ob ustrezni politiki trošarin pa je maloprodajna cena lahko nižja kot cena običajnega dizla. Cena rastlinskih olj se oblikuje na osnovi ponudbe na lokalnem in globalnem trgu in zajema:

- Trg semen oljnic – odvisen od kmetijske politike posamezne države (subvencij) in naravnih pogojev pridelave ter povpraševanja po rafiniranih rastlinskih oljih, tako za tehnično uporabo kot prehrano.
- Trg rastlinskega olja – odvisen od ponudbe semen oljnic in povpraševanja rafinerij in predelovalcev. Cene surovega rastlinskega olja zaradi večjega povpraševanja v zadnjih letih naraščajo.
- Trg metanola – odvisen od proizvodnje kemikalij, ki niso povezane s proizvodnjo biodizla. Povečana proizvodnja biogoriv je močno dvignila ceno tega alkohola.
- Trg katalizatorjev – povezan s proizvodnjo določenih polimerov, pomembno pa je upoštevati tudi transportne stroške, saj so proizvodne zmogljivosti katalizatorjev v Evropi zelo omejene.
- Trg glicerola – donosnost prodaje glicerola kot stranskega produkta se povečuje, saj so velik porabnik kmetijske bioplinske postaje, za postavitev katerih v zadnjih letih vlada velik interes.
- Trg oljnih pogač – dejansko je del trga živalskih krmil in dodatkov, saj so oljne pogače, kot stranski proizvod stiskanja olja, beljakovinsko bogat krmni dodatek.

Cena surove nafte ni odvisna samo od razpoložljivosti in stanja zalog, temveč je izpostavljena predvsem geopolitičnim vplivom. Cena nafte je popolnoma neodvisna od cene rastlinskih olj, je pa odločilnega pomena za ugotavljanje upravičenosti proizvodnje biodizla. Le ta je upravičena, v kolikor znaša cena za sodček surove nafte najmanj 75 EUR.

Priložnosti

Gorivo iz obnovljivih virov

Biodizel je tekoče gorivo, izdelano iz olja oljne ogrščice, sončnice, soje itd.. Navedene oljnice je možno pridelovati v naših podnebnih razmerah in opraviti žetev na sezono.

Uporaba odpadnih produktov kot surovine

V biodizel je možno predelati nekatere odpadne produkte, ki vsebujejo maščobne kisline, kot npr. odpadna jedilna olja in živalske maščobe. S tovrstno reciklažo zelo razbremenimo čistilne naprave, logistika zbiranja pa se trenutno kaže kot zelo donosna dejavnost.

Sklenjen finančni krog v državi

Nadomeščanje dela fosilnih goriv z biodizlom iz domačih surovin omogoča, da ostane del zaslužka, ki se drugače odliva v države proizvajalke nafte, v državi. Proizvodnja domačega biodizla odpira tudi nova delovna mesta predvsem v kmetijstvu in predelovalni industriji.

Trajnostni razvoj podeželja

Proizvodnja biodizla nudi ekonomsko alternativo kmetom za povečano izkoriščenost obdelovalnih površin in/ali prinaša novo kulturo kot zamenjavo za sladkorno peso, ki je z zaprtjem obrata v Ormožu izgubila svoj prostor na tržišču. Z reformo SKP leta 2003 se kmetijstvu odpira nov trg za industrijsko uporabo poljščin, ki so bile upravičene do neposrednih plačil samo na zemljiščih v prahi in niso bile namenjene pridelavi hrane. Z uvedbo reforme se lahko sedaj pridelujejo na katerikoli površini brez izgube dohodkovne podpore. Kmetje lahko nastopajo samo kot proizvajalci surovine, lahko pa tudi kot proizvajalci rastlinskega olja ali biodizla, saj ima decentralizirana proizvodnja vrsto prednosti pred industrijsko proizvodnjo, kar je predstavljeno v poglavju 3.6 (Podjetniška priložnost proizvodnje surovin za biodizel v okviru dopolnilnih dejavnosti kmetij).

Kolobar

Oljna ogrščica ima velik pomen kot člen v kolobarju, saj rahlja zemljo in uniči številne plevelce. V Sloveniji prevladujejo površine, zasejane s koruzo, za ohranitev rodovitnosti tal pa je nujno potreben kolobar.

Oljne pogače

Oljne pogače so stranski proizvod stiskanja olja in so najpomembnejši vir beljakovinskih dodatkov krmnih mešanic za živinorejo. Po prepovedi krmljenja beljakovinskih koncentratov živalskega izvora (kostne moke) se pomen oljnih pogač domačega izvora povečuje. Sicer Sloveniji beljakovinskih surovin primanjkuje in jih je prisiljena uvažati, predvsem iz ZDA.

Zmanjšanje onesnaženosti ozračja

Uporaba biodizla prispeva k manjši emisiji izgorelih plinov, kar je posebej pomembno v mestih. Uvajanje biodizla bi moralo biti usmerjeno predvsem k večji uporabi v vozilih javnega prometa v večjih mestih.

Zadostitev odredbam EU

Slovenija je kot država članica EU zavezana upoštevati odredbe, ki jih je izdala Evropska komisija in so podrobno predstavljeni v poglavju 3.3 (Transportna politika in biogoriva v Sloveniji).

Nevarnosti

Povečanje emisij dušikovih oksidov

Zaradi višje vsebnosti kisika v biodizlu in zaradi popolnejšega zgorevanja goriva v motorju se povečajo emisije dušikovih oksidov (NO_x) (slika 3.2.2). Emisije je mogoče zmanjšati s spremembo kompresijskega razmerja v zgorevalni komori, vendar na račun povišanja emisij, ne zgorelih ogljikovodikov, CO in trdih delcev. Opozoriti je potrebno, da imajo dušikovi oksidi zelo velik učinek na nastajanje tople grede.

Nizkotemperaturne lastnosti

Največji tehnični problem pri uporabi biodizla je strjevanje pri nizkih temperaturah, kar predstavlja težavo tako pri skladiščenju in transportu kot pri uporabi v motorju. Tovrstne težave je mogoče rešiti z ustreznimi dodajanjem aditivov in/ali z ustreznimi mehanskimi rešitvami. Vodilni proizvajalci nudijo celo paleto aditivov, ki so prilagojeni glede na posamezno rastlinsko olje iz katerega se je biodizel izdelal. Med mehanskimi načini se je uveljavil predvsem postopek segrevanja rezervoarja in dovodnih cevi v motor.

Kemijska reaktivnost

Po kemični sestavi je biodizel ester, za katere je znano, da so izvrstna topila. Agresivno delovanje estrov na posamezne dele pogonskega agregata zahteva določene predelave starejših dizelskih motorjev. Preveriti in po potrebi zamenjati je potrebno predvsem tesnila in cevi, posebno iz gume.

Higroskopičnost

Biodizel je bolj higroskopičen kot običajno dizel gorivo, kar pomeni, da veže vlago iz okolice, kar posledično opozarja na večjo previdnost pri skladiščenju.

Intenzivna pridelava

Intenzivna pridelava oljnic ima lahko tudi negativne posledice. V kolikor se pridelava surovin za izdelavo biodizla izkaže kot donosen posel, obstaja nevarnost pojava širjenja monokultur in zmanjšanje biološke raznovrstnosti. Sporna lahko postane tudi "uporaba hrane" kot surovine za industrijski izdelek. V državah v razvoju je ob naraščajočem povpraševanju po biogorivih lahko ogrožena pridelava hrane po dostopni ceni. Slednje je zelo pomembno in zadnji predlog Evropske direktive o obnovljivih virih (2008) predvideva spremljanje možnih negativnih učinkov tako na ozemlju držav članic kot drugje na svetu. Predvsem pa je potrebno opozoriti na nesprejemljivo krčenje tropskega pragozda v nekaterih Azijskih državah, Indoneziji in Maleziji, kjer s požiganjem tropskega rastlinja pridobivajo potrebne površine za nasade palm.

Uporabljena literatura

- Ayhan, D. 2008. Biodiesel: a realistic fuel alternative for diesel engines. Springer, cop. London: 141-158
- Fronzel, M., Peters, J. 2007. Biodiesel: A new Oildorado? Energy Policy, 35: 1675-1684
- Gregorc, A., Svoljšak, M. 2002. Biodiesel. Posvetovanje SLOTTRIB 02, Posvetovanje o pogonskih in alternativnih gorivih, tribologiji in ekonomiji, Portorož, Slovenija: 103-1312
- Jejčič, V., Godeša, T., Poje, T. 2006. Možnost decentralizirane proizvodnje olja in oljne ogrščice za biodiesel. Posvetovanje SLOTTRIB 06, Posvetovanje o pogonskih in alternativnih gorivih, tribologiji in ekonomiji, Ljubljana, Slovenija: 95-102
- Peterson, C.L., Hstrulid, T. 1998. Carbon cycle for rapeseed oil biodiesel fuels. Biomass and Bioenergy, 14, 2: 91-101
- Tomc, K. 2006. Rentabilnost proizvodnje biodizla v manjšem obsegu. Univerza v Ljubljani, Ekonomska Fakulteta, Ljubljana: 19-21

3.3 Transportna politika in biogoriva v Sloveniji¹⁹

V razvitem svetu vse bolj dozoreva spoznanje, da so gospodarska rast, družbeni napredek ter varstvo okolja nedeljivo povezani in le ob skupnem napredku vodijo k blaginji in izboljšani kakovosti življenja. Poglavitni izzivi sodobne okoljske politike so: blažitev in prilagajanje podnebnim spremembam, zaščita naravne in biotske raznovrstnosti, učinkovitejša zaščita in/ali poraba naravnih virov ter zmanjšanje odpadkov.

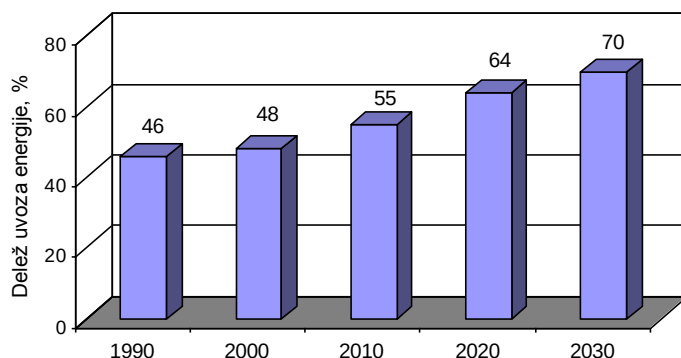
Podnebne spremembe so bile v zadnjih desetletjih prepoznane kot ena izmed največjih groženj, s katerimi se sooča naš planet. Mednarodna prizadevanja za omejevanje emisij toplogrednih plinov potekajo že vrsto let, saj je povečevanje njihove koncentracije v ozračju glavni vzrok za spreminjanje podnebja. Povečevanje koncentracije toplogrednih plinov v ozračju je predvsem posledica izgorevanja fosilnih goriv, višja koncentracija toplogrednih plinov pa po dosedanjih spoznanjih povzroča segrevanje ozračja. V minulih sto letih se je povprečna temperatura zemeljskega površja dvignila za 0,7 °C, glavčina tega porasta pa se je zgodila v zadnjih 25 letih [1]. Ukrepi za omejevanje emisij so zato ena od poglavitnih dejavnosti mednarodne skupnosti, usmerjene v blažitev podnebnih sprememb.

Značilna lastnost transporta je konstantna rast in s tem povečevanje potreb po gorivih. Za države EU velja, da kar 98 % vozil v cestnem transportu poganjajo naftni derivati. Cena nafte se sicer precej spreminja, vendar dolgoročne napovedi in trend zadnjih let kažeta na kontinuirano zviševanje cen. Odvisnost od transportnih goriv na osnovi nafte je mogoče zmanjšati z uvedbo alternativnih goriv, ki bi lahko postala nadomestek za del konvencionalnih motornih goriv. Slika 3.3.1 prikazuje delež uvoza energije za EU glede na predvideno porabo do leta 2030.

Izrazito neugoden trend povečevanja deleža uvoza energentov in naftni šoki v 70-letih prejšnjega stoletja so privedli do aktivne politike EU na tem področju. Za uveljavitev alternativnih goriv so se postavili ambiciozni cilji, vzporedno pa se je pripravila obsežna zakonska regulativa. Večja uporaba alternativnih goriv v prometu je pomembna tudi za izpolnitev zahtev Kjotskega protokola. V smeri zmanjšanja

¹⁹ Boris KRŽAN in prof. dr. Jože VIŽINTIN

emisij je veliko naredila tudi avtomobilska industrija z razvojem katalizatorjev in petro-kemična industrija s proizvodnjo goriv boljše kakovosti.



Slika 3.3.1: Projekcija deleža uvoza energije za EU v odstotkih do leta 2030 [2]

Dokumenti Evropske komisije

V okviru EU je bila sprejeta vrsta zakonskih aktov in predpisov, ki spodbujajo uvedbo alternativnih goriv. Osnovni dokumenti so: Zelena listina (Green Paper, 2000) [3], Bela knjiga (White Book, 2001) [4] ter Smernice 98/70/EC [5], 2003/30/EC [6] in 2003/96/EC [7].

Zelena listina [3] z naslovom "Evropska strategija oskrbe z energijo" je prvi pomembnejši dokument Evropske komisije, v katerem so omenjena alternativna goriva, ki naj bi v transportnem sektorju do leta 2020 nadomestila 20 % fosilnih goriv.

Bela knjiga [4] Evropske komisije z naslovom "Evropska transportna politika do leta 2010" predvideva, da bodo zaradi povečanega transporta emisije CO₂ med leti 1990 in 2010 povečale za 50 % na približno 1113 milijonov ton. Poglavitni delež prispeva cestni promet, ki povzroča 84 % CO₂ emisij v transportnem sektorju. Bela knjiga predlaga odvrnitev od cestnega prometa in je predložila 60 meril za rekonstruiranje prometne politike EU, z namenom vzpostavitve bolj vzdržnega sistema z manjšim onesnaževanjem okolja. Predstavljen je načrt uvajanja alternativnih goriv, ki bi lahko nadomestila del konvencionalnih motornih goriv. Identificirane so tri skupine goriv, glede na možnost razvoja infrastrukture in samega proizvoda (preglednica 3.3.1).

V začetnem obdobju je predvidena najhitrejša rast biogoriv, po letu 2015 pa se pričakuje povečana uporaba zemeljskega plina in pomembnejša vloga vodika.

Preglednica 3.3.1: Najmanjši delež letnih količin (%) biogoriv v prometu

	2005	2010	2015	2020
Biogoriva (%)	2	5,75	7	8
Zemeljski plin (%)		2	5	10
Vodik (%)			2	5
Skupno	2 %	7,75 %	14 %	23 %

Smernica 2003/30/EC [6] je namenjena promociji biogoriv in njihovi večji uporabi v transportnem sektorju. Poglavitni motivi za nastanek so:

- ⇒ Zagotavljanje zanesljivih virov nabave
Okoli 70 % vseh zalog nafte se nahaja v politično najbolj nestabilnem okolju.
- ⇒ Odpiranje novih delovnih mest v kmetijstvu
Razvoj nove panoge "agroenergijske" industrije. Podpora kmetijskemu sektorju omogoča rast zaposlovanja in pokrajinski razvoj.
- ⇒ Izpolnitev obveznosti iz Kjotskega protokola
Zmanjšanje emisij CO₂ za 8 % v obdobju 2008/2010 glede na leto 1990. Ugotovljeno je, da 90% vseh emisij CO₂ v razdobju od 1990 do 2010 odpade na transportni sektor. V povprečju tovornjak pridela 6x več emisij CO₂/ton/km kot železniški transport.

Smernica članic ne obvezuje, temveč je napisana kot priporočilo državam članicam EU. Posamezne države si morajo zastaviti nacionalne cilje, s katerimi opredelijo tržne deleže biogoriv v transportu. Cilji morajo biti usklajeni z referenčnimi vrednostmi v Smernici. Države članice unije so vsako leto dolžne poročati komisiji, na kakšen način bodo ali ne bodo dosegle zastavljene cilje. Vsako morebitno odstopanje mora biti posebej pojasnjeno, skupaj z dodatnimi ukrepi za doseg cilja.

Kot biogoriva so v Smernici definirani naslednji produkti:

- Biometanol – etanol pridobljen iz biomase in/ali biološko razgradljive frakcije odpadkov, ki se uporabljajo kot biogorivo.
- Biodizel – metilester pridobljen iz rastlinskih ali živalskih maščob z namenom uporabe kot biogorivo.
- Bioplin – gorivo v plinastem stanju proizvedeno kot lesni plin ali pridobljeno iz biomase oziroma biološko razgradljive frakcije odpadkov, če je lahko očiščen do kakovosti naravnega plina.
- Biometanol – metanol, ki je pridobljen iz biomase (bioplina).
- Biodimetileter – dimetileter pridobljen iz biomase.
- Bio-ETBE (etiltercbutileter) – pridobljen na osnovi bioetanola.

- Bio-MTBE (metiltercbutileter) – gorivo pridobljeno na osnovi biometanola.
- Sintetična biogoriva – sintetični ogljikovodiki ali mešanice sintetičnih ogljikovodikov, ki so pridobljeni iz biomase.
- Biovodik – vodik pridobljen iz biomase in/ali biološko razgradljive frakcije odpadkov in se uporablja kot biogorivo.
- Čista rastlinska olja – olje pridobljeno iz oljnic s postopkom stiskanja, ekstrakcije ali primerljivimi procesi, surovo ali rafinirano, vendar kemično nemodificirano in zadošča omejitvam glede emisij.

Evropska Smernica 98/70/EC [5], ki predpisuje kakovost motornih goriv, dovoljuje v bencinu do 5 odstotkov etanola in do 15 odstotkov ETBE ter do 5 odstotkov biodizla v dizelskem gorivu. Goriva s temi dodatki se lahko normalno prodajajo na bencinskih servisih brez posebnih opozoril. Za prodajo mešanic z višjim dodanim odstotkom morajo biti točilna mesta na črpalkah posebej označena.

Pri hitrejšem uvajanju biogoriv ima pomembno vlogo tudi Smernica 2003/96/EC [7] o obdavčevanju, ki dovoljuje članicam delno ali celotno oprostitvev trošarinskih dajatev. Oprostitev je prepuščena samostojni presoji vsake države in se giblje v mejah med 30 in 100 odstotki glede na trošarine za naftne derivate.

Evropska komisija je leta 2007 izdala Zeleno listino o mestnem prometu [8], ki podaja analizo učinkovitosti prometa in prenatrpanost evropskih mestnih območij. Poudarek je na osebnih vozilih, saj ima polovica Evropejcev v lasti osebni avtomobil in trend povečevanja se bo predvidoma nadaljeval zaradi udobja, statusa in praktičnosti. Poleg tega je javna politika zaradi številnih razlogov usmerjena k gradnji cest in parkirnih prostorov, kar tudi vpliva na porast števila motornih vozil. Mesta namreč prinašajo večino kapitala v EU, saj je 75-85% BDP proizvedenega v teh območjih. Po drugi strani pa se srečujejo s problemi, kot so onesnaževanje, hrup, prenatrpanost in nesreče. Evropska komisija ima za soočanje s temi problemi vrsto različnih strategij, vključno s Smernico o biogorivih 2003/30/EC [6], ki pa potrebuje dopolnitve.

Vmesna poročila iz leta 2006 ugotavljajo [9], da zastavljeni cilji iz Smernice 2003/30/EC [6] za leto 2005 niso bili doseženi. Trendi celo kažejo, da bo leta 2010 razkorak med cilji in dejanskim stanjem še večji. Za leto 2005 je doseženo povprečje deleža biogoriv v celotni porabi le 0,5 odstotka, zahteve iz Smernice pa sta izpolnili le Nemčija in Švedska. Delež 5,75 odstotka leta 2010 je bil očitno preveč optimistično zastavljen cilj! Nekatere države članice niti niso izdelale strategije uvajanja biogoriv. Po drugi strani pa drži ugotovitev, da je z resnim pristopom mogoče narediti zelo

veliko. Nemčiji in Švedski je uspelo zagotoviti potrebne količine biogoriv, delno z domačo proizvodnjo, delno iz uvoza. Slednje še posebno velja za Švedsko, ki ima zelo omejene agrarne površine na katerih je možno pridelovati oljnice. Obe državi sta uvedli davčne olajšave brez omejitev, uporabljata biogoriva v visoki koncentraciji ali čista biogoriva ter vlagata in razvijata proizvodnjo biogoriv prve generacije, a predvsem kot vmesni korak do biogoriv druge generacije. Slednja naj bi v naslednjem desetletju tudi prevzela vodilno vlogo med biogorivi.

Evroska komisija je 23 januarja 2008 predstavila predlog direktive o obnovljivih virih z naslovom "Renewable Energy and Climate Change Package 08" [9,10], ki naj bi po potrditvi Evropskega parlamenta in Sveta ministrov EU nadomestil obstoječo Smernico 2003/30/EC. Poglavitne usmeritve ostajajo enake: boj proti klimatskim spremembam, omejitev energetske odvisnosti EU od nafte in dvig gospodarske rasti. Predlagane rešitve, cilji in zakonodaja bazirajo na principu: "20/20/20 do 2020":

- 20% izboljšanje energijske učinkovitosti,
- 20% znižanje emisij toplogrednih plinov,
- 20% porabljene energije EU pridobiti iz obnovljivih virov do leta 2020.

Postavljeni cilji naj ne bi bili le priporočila ampak za vse članice obvezni. Besedilo predlagane Smernice, ki se nanaša na energetske politiko obnovljivih virov EU, obravnava električno energijo, ogrevanje in hlajenje ter biogoriva v transportu ločeno. Nadalje, Evropska komisija ne postavlja enotnih ciljev za vse države, saj imajo te različne energetske in splošne potenciale, kot tudi različno tradicijo. Skladno s tem je Evropska komisija pripravila ločene energetske pakete za vsako članico posebej. Zaenkrat še ni doseženo popolno soglasje vseh članic in je pričakovati določene spremembe še v času usklajevanja na nivoju sveta ministrov. Potrebno je opozoriti tudi na postavitev trajnostnih kriterijev. Predlog Direktive namreč določa, da uporabe biogoriv ne bi smeli spodbujati, če niso proizvedena trajnostno. V Direktivi so zato določena stroga merila. S tem je zagotovljeno, da so biogoriva, ki se upoštevajo pri ocenjevanju doseganja evropskih ciljev, trajnostna in niso v nasprotju s splošnimi cilji EU glede okolja. Doseči morajo vsaj najnižjo raven prihrankov emisij toplogrednih plinov in izpolnjevati številne zahteve, povezane z biološko raznovrstnostjo. Tako se bo med drugim preprečila raba zemljišč z veliko biološko raznovrstnostjo (kot so naravni gozdovi in zaščitena območja) za proizvodnjo surovin za biogoriva. Enaki trajnostni kriteriji se morajo uporabiti za vse oblike in vrste biogoriv, ne glede ali se uporabljajo v transportu ali v druge namene (ogrevanje, industrija itd.), tako za domače proizvode kot za tiste iz uvoza. Slednje je še posebej pomembno, tako da predlog predvideva spremljanje izvora biogoriv, ki se porabijo v državah članicah, in učinke njihove proizvodnje na rabo zemljišč v EU kot tudi

glavnih državah dobaviteljicah izven ozemlja EU. Predlog Direktive predvideva torej dosledno spremljanje možnih negativnih učinkov tako na ozemlju držav članic kot drugje na svetu. Predlagana Smernica bo države članice EU tudi zavezovala, da od 31. decembra 2010 na svojem trgu zagotovijo mešanice dizel goriva z vsebnostjo do 7 odstotka biodizla, od 31. decembra 2014 dalje pa gorivo, ki vsebuje 5 ali več odstotkov biodizla na vseh bencinskih servisih z najmanj dvema točilnima mestoma za dizel.

Dokumenti in zakonodajni okvir v Sloveniji

Slovenijo k uporabi alternativnih goriv zavezuje in spodbuja evropska Smernica 2003/30/EC [6]. Republika Slovenija je sprejela naslednje ukrepe in zakonske akte:

- ⇒ Operativni program zmanjševanja emisij toplogrednih plinov (2003). Izhodiščni programski dokument, ki vključuje tudi uvajanje ukrepov za spodbujanje uporabe biogoriv v transportu.
- ⇒ Zakon o trošarinah [11], ki v 53 in 54 členu določa, da so biogoriva izključena iz sistema nadzora in plačila trošarin, če se uporabljajo v čisti obliki. Za mešanice z fosilnimi gorivi pa je oprostitvev plačila trošarine možno uveljavljati do največ 25 odstotkov.
- ⇒ Pravilnik o vsebnosti biogoriv v gorivih [12], ki določa vrsto biogoriv, ki se uporabljajo v transportu in najmanjšo vsebnost biogoriv v gorivih za pogon motornih vozil, ki jo morajo zagotoviti distributerji v posameznem koledarskem letu do 2010.

V Sloveniji se od alternativnih goriv proizvaja in uporablja predvsem biodizel. Republika Slovenija trenutno spodbuja uporabo le s predpisom o obveznem dajanju biogoriv na trg in zakonom o trošarinah. Petrol d.d. kot največji distributer in trgovec z gorivi je v letu 2008 zagotovil in spravil v promet okoli 7,6 ton biodizla, kar se lahko prevede v 0,64 odstotni delež [9].

Povzetek

Transportni sistem EU je eden od najbolj dinamičnih v svetu. Sedanja rast dejavnosti, kateri pripada več kot 30 odstotni delež v končni porabi energije EU, se bo gotovo še povečeval, s čimer se bodo povečale emisije ogljikovega dioksida. Stanje je posebej kritično v cestnem prometu, ki prispeva 84 odstotkov emisij CO₂ v sektorju transporta. Preteče klimatske spremembe so neposredno povezane s povečevanjem koncentracije toplogrednih plinov, ki so posledica izgorevanja fosilnih goriv in emisij

v ozračje. Ukrepi za omejevanje emisij so zato ena od pglavitnih dejavnosti mednarodne skupnosti, kjer EU brez dvoma prevzema vodilno vlogo.

Strategija EU za trajnostni razvoj je sestavljena iz vrste ukrepov, ki vključujejo razvoj biogoriv. Večja uporaba biogoriv v prometu je nujna za izpolnitev zahtev tako Kjotskega protokola kot katerega koli strateškega programa za izpolnitev nadaljnjih obveznosti v tem pogledu. Večja uporaba biogoriv v prometu je tudi eden od načinov, s katerim lahko EU zmanjša svojo odvisnost od uvoženih energentov in s tem tudi na srednjeročno in dolgoročno varnost oskrbe.

V okviru EU je bila v tem desetletju sprejeta vrsta zakonskih aktov in predpisov, ki spodbujajo uvedbo alternativnih goriv. Cilji so bili zastavljeni do leta 2020 in vmesni pregled kaže, da večina članic ne bo uresničila zapisanih zahtev. Osrednji dokument o biogorivih Smernica 2003/30/EC bo zato nadgrajena z novim dokumentom, v katerem bodo postavljena nova merila in uresničljivi cilji za vsako državo članico posebej. Potrebno pa se je zavedati, da se bodo biogoriva na trgu uveljavila le, če bodo splošno dosegljiva in cenovno konkurenčna.

Uporabljena literatura

- [1] Cegnar, T. 2005. Podnebne spremembe, Agencija Republike Slovenije za okolje
- [2] Bedenk, J., Butala, A. 2004. Alternativna goriva – Obveznost, ki izhaja iz smernic Evropske Unije, Posvetovanje SLOTRIB 04, Radenci, Slovenija: 13-24
- [3] Green Paper COM 2000/769; Towards an European Strategy for the Security of Energy Supply, Brussels, 2000
- [4] White Book COM 97/599; Energy for the Future: Renewable Sources of Energy, Brussels, 2001
- [5] Directive 98/70/EC, Relating to the Quality of Petrol and Diesel Fuels and Amending Council Directive 93/12/EEC, Brussels, 13.10.1998
- [6] Directive 2003/30/EC; On the Promotion of the Use of Biofuels or Other Renewable Fuels for Transport, Brussels, 08.05. 2003
- [7] Directive 2003/96/EC; Restructuring the Community Framework for the Taxation of energy Product and Electricity, Brussels, 27. 10. 2003
- [8] Green Paper COM(2007) 551, On urban mobility, Brussels, 25. 09. 2007.
- [9] Svoljšak, M. 2008. Uporaba obnovljivih virov energije, Posvetovanje SLOTRIB 08, Ljubljana, Slovenija: 159
- [10] European Parliament. Dostopno na:
<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?type=TA&reference=20081217&secondRef=TOC&language=EN>
- [11] Zakon o trošarinah, Ur. list RS št. 103/03 – ZTro-UPB2, 2004
- [12] Pravilnik o vsebnosti biogoriv v gorivih, Ur. list RS št. 83/05, spr. 20/06, 2005

3.4 Potencial Slovenije za oljnice in neto proizvodnjo biodizla²⁰

Bioenergija prve generacije kot način boja proti klimatskim spremembam

Klimatske spremembe v drugi polovici 20. stol. [1], katerih glavna kazalnika sta zvišanje globalne temperature in spremenjena dinamika padavin po regijah in letnih časih [2], večina svetovne strokovne in znanstvene javnosti povezuje s povečanimi emisijami tako imenovanih toplogrednih plinov CO₂, N₂O, CH₄ itd v ozračje. Zaradi daleč najvišje koncentracije CO₂ v ozračju - v primerjavi z drugimi toplogrednimi plini - ima le-ta plin največji vpliv na povišanje temperature in na druge klimatske parametre. Dejstvo je, da je povečanje CO₂ v ozračju povezano s povečano oksidacijo organskega ogljika, ki se je milijone let nahajal v inertni obliki v fosilnih gorivih (premog, nafta, zemeljski plin), z njihovim sežigom v okviru dejavnosti sodobne človeške družbe pa nastali plini večinoma ireverzibilno vstopajo v ozračje, kjer so (po prepričanju mnogih relevantnih strokovnjakov) med ključnimi dejavniki hitrih klimatskih sprememb. Domnevajo namreč, da flora kopnega in morja v procesu fotosinteze v svojo biomaso ne more vezati vseh tako nastalih prebitkov CO₂ v ozračju, zato se količina tega plina v zraku povečuje. Z energetskimi rastlinami koncentracije CO₂ v ozračju sicer ne zmanjšujemo (razen s pogozdovanjem ali zatrativitvijo), preprečujemo pa nadaljnje prehajanje fosilnega ogljika v ozračje.

Povečano zavedanje javnosti, zlasti državnikov nekaterih najbolj izpostavljenih držav, kjer se bojijo fatalnih posledic zviševanja gladine morja zaradi ogrevanja ozračja (Nizozemska, ZRN, VB, Bangladeš, Indija, Maldivi itd), če se bo navedeni proces nadaljeval, spodbujenem tudi z dejstvom, da bi nekatere gospodarsko najrazvitejše države brez uvoza energentov iz tujine zdrsnile na raven »tretjerazrednih držav« (na primer ZRN), je sprožilo politične dejavnosti, ki so usmerjene v iskanje različnih alternativnih, obnovljivih virov energije. Tako so bile v Bruslju 09. februarja 2009 sprejete dokončne smernice, kako v EU do leta 2020, v

²⁰ Prof. dr. Anton TAJNŠEK

celotni količini potrebne energije, delež obnovljive energije povečati na 20%. Polovico povečanja obnovljivih virov energije (10% celotne porabljene energije) naj bi odpadlo na energijo, proizvedeno iz energetske rastlin. Med njimi predstavljajo glavni pridelki poljščin (zrnje oljnic in žit) bioenergijo prve generacije, biokemično predelani stranski pridelki teh poljščin (slama, koruznica itd), kot tudi trava in gozdna biomasa, pa biomaso druge generacije.

Ker se mora tudi Slovenija, kot članica EU, držati sklepa o povečani rabi bioenergije, je namen prispevka, da preučimo vprašanje, v kolikšni meri bi lahko naša država s pridelavo njivskih oljnic krila potrebe po obnovljivi energiji prve generacije, če bi njihovo olje predelovali v biodizel.

Možnosti Slovenije

Iz statističnih podatkov [3] smo za Slovenijo za obdobje 1960-2006 pridobili podatke o trendu obdelovalnih zemljišč (njiv in vrtov), ki so lahko potencialna zemljišča za pridelovanje njivskih oljnic (oljna ogrščica, sončnica in soja). Za isto obdobje smo zbrali tudi podatke o pridelovanju vseh glavnih poljščin (ne dosevkov!), ki so bile posejane na več kot 500 ha. Opravili smo analizo, s katero smo ugotovili povprečne letne spremembe njivskih zemljišč kot tudi spremembe o zasedenosti njiv s posameznimi poljščinami. Za potrebe študije smo se osredotočili predvsem na obdobje po ukinitvi pridelovanja sladkorne pese po letu 2004. Po načelih poljedelske stroke smo pripravili ustrezeni njivski kolobar, upoštevajoč delež površin, ki pripada posamezni poljščini po njihovi dejanski zasedenosti njiv. Ob tem smo upoštevali, da lahko ogrščica in sončnica isto njivo (parcelo) zopet zasedeta kvečjemu vsako četrto leto, soja pa vsako drugo leto.

Iz podatkov [4] smo povzeli površino in pridelke oljnic v Sloveniji v letih 2006 in 2007; v slednjem je bilo ogrščice 5358 ha (podatek za leto 2008: 4442 ha!) in pridelek 2751 kg ha⁻¹. Sončnic je bilo 251 ha in pridelek 1735 kg ha⁻¹, soje 126 ha in pridelek 2761 kg ha⁻¹.

Energetsko bilanco in proizvodnjo biodizla smo izračunali s podmeno, da predstavlja bruto pridobljeno energijo količina proizvedenega oljnega estra (biodizel, MJ ha⁻¹), neto energijo pa predstavlja bruto energija, zmanjšana za energijo, ki je bila potrebna za: pridelavo semen (zrnja), proizvodnjo mineralnih gnojil, fitofarmacevtskih sredstev, porabljenega goriva (170 ml kW⁻¹ h⁻¹) in amortizirano energijo, vloženo v mehanizacijo in gospodarska poslopja [5]. Energetska vrednost nafte je 45,4 MJ kg⁻¹, estra olja oljne ogrščice pa 40,0 MJ kg⁻¹ [6]. Preračun litra olja za navedbo v

kilogramih (kg/l) olja je bil opravljen tako, da smo liter olja pomnožili s faktorjem 0,84: 1 kg olja = 1 liter olja $\times$ 0,84. Pri estrifikaciji olja dobimo, glede na količino olja, 75% biodizla, ki ima za 12% manjšo energetsko vrednost kot fosilni dizel.

Saldo finančne bilance na ravni materialnih stroškov smo opravili po ceniku strojnih storitev za leto 2008 in po veljavnem ceniku za mineralna gnojila in fitofarmacevtska sredstva [7].

Gibanje njivskih površin v obdobju 1960–2006 in delež oljnic

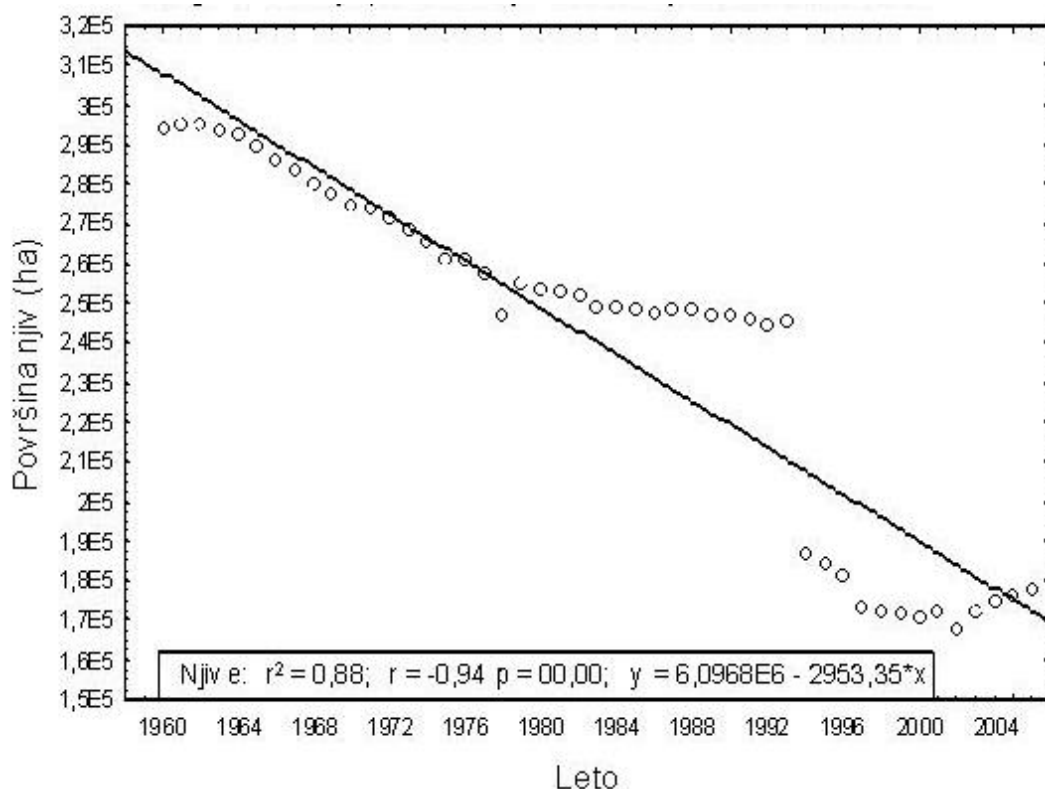
Kolikšen je lahko obseg in delež njiv, ki ga lahko namenimo za pridelovanje oljnic za biodizel, je močno odvisen od obsega njivskih zemljišč v državi.

S slike 3.4.1 je razvidno, da se je površina njiv močno zmanjševala v obdobju od leta 1960 do 1976, ko je Slovenija letno, v povprečju, opustila 2665 ha njiv. V naslednjih letih je bilo, po statističnih podatkih, upadanje površin upočasnjeno do leta 1990. Vzrok je verjetno v nenatančnem, formalnem spremljanju gibanja površine njiv v obdobju zadnjih let Jugoslavije. Po osamosvojitvi je bila opravljena natančna inventarizacija njiv, le-ta pa je pokazala, da je bilo leta 1994 v Sloveniji njivskih zemljišč v rabi le okrog 185.000 ha. V naslednjih letih je prišlo zaradi uvedbe hektarskih premij do umirjanja upadanja površine njiv, tako da se je do leta 2006 obseg njivskih zemljišč ustavil pri 170.000 ha (k temu prištejemo še 3000 ha vrtov). S poenotenjem hektarskih premij po letu 2012 lahko, po začasnem povečanju površine njiv do tega leta (večje hektarske premije za njive kot za travnike in pašnike), pričakujemo nadaljnje zmanjševanje njiv, nikakor pa povečanja. Tako lahko pridelava oljnic poteka kvečjemu v okviru sedaj razpoložljivih njiv. Pri tem je na živinorejskih kmetijah treba upoštevati verjetno potrebo po povečanju voluminozne in druge krme (moto: čim več voluminozne krme pridelati na kmetiji, potrebno voluminozno krmo dokupiti!).

V zadnjih letih se je pridelava oljnic, predvsem ogrščice, širila tudi zaradi opustitve pridelovanja sladkorne pese, v naslednjih letih pa se bo pridelava te skupine poljščin verjetno zmanjšala zaradi potreb po večji domači pridelavi krmnih žit, predvsem ječmena in pšenice za krmo, kot posledice predragih krmnih žit iz nakupov v tujini.

Ker je struktura poljščin, z izjemo koruze in pšenice, zelo razpršena (pregl. 3.4.1), lahko kolobar optimiziramo tako, da oblikujemo dva kolobarja; okopavinskega in kolobar z deteljo (pregl. 3.4.2). Kolobar z ogrščico je štirileten, ogrščica pa kot kolobarni člen nastopa skupaj z drugimi oljnicami in zrnatimi stročnicami. Iz

preglednice 3.4.1 je razvidno, da imamo precejšen delež njiv (7,5%) s tako imenovanimi »malimi poljščinami«. V preglednici 3.4.1 le-te niso posebej navedene, največji delež teh njiv pa pripada njivskim zelenjadnicam (zelje, čebula, korenje, rdeča pesa, motovilec, radič itd). Ker so le-te po pravilu intenzivne poljščine in zato donosne, jih ogrščica ne more zamenjati.



Slika 3.4.1: Gibanje površine njiv v Sloveniji v letih 1960 – 2006

Čeprav nastopa ogrščica v kolobarju neposredno po pšenici, bi le-to ob ustrezni gospodarnosti lahko tudi zamenjala kot kolobarni člen. Trenutna cena ogrščice brez davka [8] je 0,31 € kg⁻¹, cena pšenice pa 0,165 € kg⁻¹. Toda censka pariteta 1 : 1,88 med ogrščico in pšenico za prvo ni ugodna, zato so v zadnjem letu v ZRN, kot glavni pridelovalki ogrščice v EU, površino zasejanih njiv s to poljščino zmanjšali za 8% [8]. Iz navedenega izhaja, da ogrščica ni kompetitivna skoraj z nobeno veliko poljščino (»grande culture«). Res pa je, da se lahko zaradi krize v svetovnem gospodarstvu in posledično sprememb v svetovni trgovini medsebojne paritete žit in oljnic iz leta v leto močno spremenijo. Zato lahko prej naveden obseg njiv pod to skupino poljščin, od sedanjih, okoli 6.000 ha, postavimo v skrajni zgornji verjetni razpon pridelovanja 10.000 do 15.000 ha.

Preglednica 3.4.1: Struktura poljščin v Sloveniji leta 2006

Poljščina	Površina [ha]	Delež [%]
Koruza za zrnje	38080	22,4
Koruza za silažo	25840	15,2
Krompir	5610	3,3
Buča,	820	0,5
Pšenica	30600	18,0
Ječmen	16320	9,6
Rž	680	0,4
Oves	2380	1,4
Tritikala	1500	1,4
Detelja in lucerna	2380	1,4
Zrnate stročnice	4250	2,5
Travno deteljna mešanica	24990	14,7
Oljna ogrščica	2809	1,7
Druge poljščine in vrtnine	12627	7,5
Skupaj	168886	100

Preglednica 3.4.2: Njivska kolobarja za poljščine v Sloveniji leta 2006

Okopavinski kolobar	Kolobar z deteljo
1. leto: Koruza za silažo (12,1%)	1. leto: Koruza (10,6%)
2. leto: Pšenica (12,1%)	2. leto: Pšenica, rž, oves (10,6%)
3. leto: Ogrščica, zrnate stročnice (+druge manjše poljščine 11,7%)	3. leto: Koruza za silažo ali krompir (10,6%)
4. leto: Koruza za zrnje (12,1%)	4. leto: Ječmen (10,6%)
-	5. leto: Detelja
-	6. leto: Detelja

Hektarski pridelek biodizla iz oljne ogrščice in materialni stroški

Vsebnost olja v semenu (zrnu) oljne ogrščice znaša 43 do 45%. Realno je izplen olja okoli 42% od mase zrnja z 9% vlažnostjo. Pri zaestritvi olja dobimo 75% biodizla, preostanek so derivati glicerola.

Za gospodarnost pridelave je pomemben izkoristek stranskega pridelka oljnic. V obliki tropin (ogrščica, sončnica) ali moke (soja) je ta stranski pridelek, zaradi visoke vsebnosti kakovostnih beljakovin, zaželen dodatek v proizvodnji močnih krmil. Za povečanje gospodarnosti proizvodnje oljnic je tako treba v kalkulaciji obračunati tudi

ta del pridelka. V našem primeru smo pri izračunu materialnih stroškov za biodizel le-te razdelili glede na delež pridelka olja in moke ali tropin v celotnem hektarskem pridelku ogrščiце. Izračun bruto in neto pridelka olja prikazuje preglednica 3.4.3. Kot je razvidno, znaša bruto proizvodnja biodizla 1031 l ha^{-1} ($0,866 \text{ t ha}^{-1}$ oziroma - izraženo v ekvivalentu fosilnega dizla, $0,762 \text{ t ha}^{-1}$). Energetska vrednost ogrščičnega biodizla je namreč za okrog 12% nižja od fosilnega dizla [6].

Preglednica 3.4.3: Materialni stroški (€ ha^{-1}) pri pridelavi ogrščiце (leto 2007, pridelek 2751 kg ha^{-1})

Vrsta stroškov	Količina ha ⁻¹ (porabljena nafta)	Cena za enoto (€)	Materialni stroški (€ ha ⁻¹)	Biodizel (l ha ⁻¹)	Energija (MJ ha ⁻¹)
Seme	5 kg (4 l nafte)	1,25	6,25		152
N:P:K 7:20:30	550 kg (65 l nafte)	0,225	123,75		2479
KAN 27% N	400 kg (216 l nafte)	0,25	100,00		8237
Apnenje (CaO)	800 kg (10 l nafte)	0,06	24,00		381
Treflan	2,5 kg (3 l nafte)	9,78	24,45		114
Traktor s priključki	18 ur (229 l nafte)	20,86	375,48		8733
Kombajniranje	3,5 ur (117 l nafte)	40,00	140,00		4461
Investicije (mehanizacija, poslopja) ha ⁻¹ a ⁻¹					5118
Porabljena energija, nafta (644 l x 0,840 kg l ⁻¹ + 5118 MJ:45,4 MJ kg ⁻¹				742	24931
Porabljena energija, nafta – delež za olje (42%)				312	10483
Zavarovanje			20,86		
Skupaj materialni stroški za pridelek na hektar			814,79		
Skupaj proizvedena energija (2751 kg x 0,42 olja x 0,75)				1031	34642
Saldo energije				+719	24159
Materialni stroški l ⁻¹ (342 € : 719 l)			0,48 € l ⁻¹		

Celokupni output energije (gorivo za pogonske stroje, gorivo za izdelavo strojev, za gospodarska poslopja itd) znaša 742 l ha^{-1} biodizla, ker pa lahko porabo dizla zmanjšamo sorazmerno z deležem krmnih tropin v celotnem pridelku – porabo dizla moramo namreč razdeliti na del, ki odpade na pridelek olja in del, ki odpade na pridelek krme (krmne tropine) - je dejanska porabljena energija za proizvodnjo biodizla le 312 l ha^{-1} . Čisti saldo energije pri oljni ogrščići je torej 719 l ha^{-1} biodizla ($0,603 \text{ t ha}^{-1}$ biodizla oziroma $0,531 \text{ t ha}^{-1}$ fosilnega dizla).

Materialni strošek (pokritje) brez davka za liter biodizla iz ogrščice je konec leta 2008 znašal 0,48 €. Živo delo ni vključeno v ta strošek. Ob vključitvi stroškov dela, predelave olja v biodizel in transportnih stroškov, bi celotni stroški za liter biodizla verjetno dosegli okoli 1 € l⁻¹.

Hektarski pridelek biodizla iz sončnice in njegovi materialni stroški

Setev sončnice v Sloveniji niha v okviru le nekaj sto hektarov, njen pridelek znaša 15-22 dt ha⁻¹. V preglednici 3.4.4 je obravnavan povprečni hektarski pridelek sončnice v letu 2007.

Preglednica 3.4.4: Materialni stroški (€ ha⁻¹) pri pridelavi sončnice (leto 2007, pridelek 1735 kg ha⁻¹)

Vrsta stroškov	Količina ha ⁻¹ (porabljena nafta)	Cena za enoto (€)	Materialni stroški (€ ha ⁻¹)	Biodizel (l ha ⁻¹)	Energija (MJ ha ⁻¹)
Seme	25 (4 l nafte)	1,25	31,25		153
Gorivo	600 kg (71 l nafte)	0,225	135		2708
KAN 27% N	300 kg (162 l nafte)	0,25	75		6178
Apnenje (CaO)	800 kg (10 l nafte)	0,06	24		381
Treflan	2,5 k (3 l nafte)	9,78	24,45		114
Traktor s priključki	12 ur (153 l nafte)	20,86	250,32		5835
Kombajniranje	2,5 ur (84 l nafte)	40,00	100,00		3203
Investicije (mehanizacija, poslopja) ha ⁻¹ a ⁻¹					5118
Porabljena energija, nafta (487 l x 0,840 kg l ⁻¹ + 5118 MJ:45,4 MJ kg ⁻¹)				592	19891
Porabljena energija, nafta – delež za olje (32%)				189	6365
Zavarovanje			20,86		
Skupaj materialni stroški za pridelek na hektar			640,00		
Skupaj proizvedena energija (1735 kg x 0,32 olja x 0,75)				496	16666
Saldo energije				+307	10315
Materialni stroški l ⁻¹ (204 € : 307 l)			0,67 € l ⁻¹		

Izvid je nedvoumen: Po odštetju energije za proizvodnjo olja ostane le še 307 l ha⁻¹ oziroma 0,258 t ha⁻¹ biodizla, kar predstavlja ekvivalent 0,267 t ha⁻¹ fosilnega dizla. Temu sorazmerno so visoki tudi materialni stroški za liter biodizla, saj znašajo 0,67 € l⁻¹. Sklenemo lahko, da pridelava sončnice za biodizel ni gospodarsko zanimiva, majhen obseg pridelave sončnice v Sloveniji pa nakazuje, da tudi za proizvodnjo jedilnega olja ni konkurenčna z drugimi oljnicami.

Hektarski pridelek biodizla iz soje in njegovi materialni stroški

V pregled. 3.4.5 so predstavljeni materialni stroški pri pridelavi soje.

Preglednica 3.4.5: Materialni stroški [€ ha⁻¹] pri pridelavi soje (leto 2007, pridelek 2.761 dt ha⁻¹)

Vrsta stroškov	Količina ha ⁻¹ (porabljena nafta)	Cena za enoto [€]	Materialni stroški [€ ha ⁻¹]	Biodizel [l ha ⁻¹]	Energija [MJ ha ⁻¹]
Seme	180 kg (5 l nafte)	0,30	54		191
N:P:K 7:20:30	600 kg (71 l nafte)	0,225	135		2708
KAN 27% N	100 kg (69 l nafte)	0,25	25		2631
Apnenje (CaO)	800 kg (10 l nafte)	0,06	24		381
Treflan	2,5 kg (3 l nafte)	9,78	24,45		114
Traktor s priključki	10 ur (127 l nafte)	20,86	208,60		4843
Kombajniranje	2,5 ur (84 l nafte)	40,00	100,00		3203
Investicije (mehanizacija, poslopja) ha ⁻¹ a ⁻¹					5118
Porabljena energija, nafta (369 l x 0,840 kg l ⁻¹ +5118 MJ:45,4 MJ kg ⁻¹				479	16104
Porabljena energija od pridelka – delež za olje (22,5%)				113	4309
Zavarovanje			20,86		
Skupaj materialni stroški za pridelek na hektar			591,91		
Skupaj proizvedena energija (1751 kg x 0,225 olja x 0,75)				555	18648
Saldo energije				+442	14339
Materialni stroški l ⁻¹ (133,18 € : 449,5 l)			0,30 € l ⁻¹		

Problem pridelovanja soje pri nas je, da je spravilo pridelka zaradi vremenskih razmer nezanesljivo. Zato s to poljščino letno posejemo le nekaj več kot 100 ha, v letu 2008 celo manj (64 ha). Čeprav ni razširjena tudi zato, ker nimamo sojarne, pa je za proizvodnjo biodizla vsaj v količinskem in dohodkovnem pogledu lahko zanimiva – seveda pod pogojem, da nosi ustrezni del stroškov tudi pridelek sojine moke, ki jo uporabimo v proizvodnji močnih krmil. Neto pridelek biodizla znaša 442 l ha^{-1} ($0,371 \text{ t ha}^{-1}$ oz. ekvivalent $0,326 \text{ t ha}^{-1}$).

Povzetek

Potencial Slovenije za oljnice in neto proizvodnjo biodizla je znatno nižji, kot se v javnosti domneva. Glede na malo lastniško zemljiško strukturo se kmetije usmerjajo v intenzivno živinorejo, zato se težko odrečejo pridelovanju voluminozne krme, kamor spadajo koruza, TDM, detelje in lucerna. Žita, ki bi jih oljnice v poljskem kolobarju lahko zamenjale, pa so dohodkovno zanimivejše od oljnic za biodizel.

Od sedanjih okoli 6.000 – 7.000 ha oljnic bi le-te v najboljšem primeru lahko izrinile druge poljščine na še okoli 4.000 – 9.000 ha, skupno torej lahko v Sloveniji računamo maksimalno z 10.000 - 15.000 ha oljnic.

Neto pridelek biodizla iz oljne ogrščice na hektar je 719 l ha^{-1} biodizla ($0,603 \text{ t ha}^{-1}$ biodizla oz. $0,531 \text{ t ha}^{-1}$ fosilnega dizla); pridelek biodizla iz sončnice je 307 l ha^{-1} oz. $0,258 \text{ t ha}^{-1}$ biodizla, kar predstavlja ekvivalent $0,227 \text{ t ha}^{-1}$ fosilnega dizla; neto pridelek biodizla iz soje pa je 442 l ha^{-1} oz. $0,371 \text{ t ha}^{-1}$ biodizla, z ekvivalentom fosilnega dizla $0,326 \text{ t ha}^{-1}$.

Količinsko je najizdatnejša oljnica za biodizel ogrščica, dohodkovno pa je najugodnejša soja.

Ob podmeni, da bi namenili za pridelovanje biodizla še verjetnih 15.000 ha, bi pri oljni ogrščici neto proizvodnja biodizla v ekvivalentu fosilnega dizla znašala 8.000 t biodizla. Pri pridelovanju sončnice za biodizel bi bil na površini 15.000 ha neto pridelek ekvivalenta fosilnega dizla 3.404 t, pri pridelovanju soje na enaki površini pa 4.890 t ekvivalenta fosilnega dizla.

Materialni stroški za proizvodnjo litra biodizla so najnižji pri soji, najvišji pa pri sončnici. Prodajna cena biodizla iz soje in ogrščice bi utegnila znašati okoli 1 € l^{-1} , za biodizel iz sončnice pa bi bila cena višja.

Iz zgornjih rezultatov torej sledi sklep, da je za čim večjo proizvodnjo biodizla na njivah najprimernejše, če se odločimo za pridelavo ozimne oljne ogrščice - pod pogojem, da bi ji namenili vseh 15.000 ha, kolikor jih lahko zasedejo oljnice. V tem primeru bi lahko računali s proizvodnjo okoli 8.000 t biodizla - v ekvivalentu fosilnega dizla.

Uporabljena literatura

- [1] M. Koerschens, Dauerfeldversuche. Übersicht, Entwicklung und Ergebnisse von Feldversuchen mit mehr als 20 Jahren Versuchsdauer. Berlin, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, 1990: 322 s.
- [2] IPCC Fourth Assessment Report (AR4), Valencia, 2007.
- [3] Urad Republike Slovenije za Statistiko, Ljubljana, Statistični prikazi za kmetijstvo, obdobje 1960-2006
- [4] FAOSTAT (Crops, 2006, 2007)
- [5] Heyn, J., Claassen, N., Eckert, H., von Knorre D. 2000. Nachhaltige Landbewirtschaftung. Anforderungen und Kriterien aus ökologischer Sicht. Kongressband 2000, Stuttgart-Hohenheim, Generalthema »Nachhaltige Landwirtschaft, 112. VDLUFA-Kongress, 18. - 22. sept., (2000): 24 - 44
- [6] Heizwert. Dostopno na: <http://de.wikipedia.org/wiki/Heizwert>, april 2009
- [7] Cenik strojnih storitev v kmetijski proizvodnji. KGZ, Založba Kmetovalec, 2008
- [8] LEL Schwäbisch Gmünd. Dostopno na: www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/menu/1042032_11/index.html-4k, april 2009

3.5 Raba biodizla v okviru strategije EU za biogoriva²¹

Skoraj vsa energija, ki se uporabi v prometnem in kmetijskem sektorju EU, je proizvedena iz nafte. Samo zaradi prometa nastane v EU okrog 21 % vseh emisij toplogrednih plinov, ki prispevajo h globalnemu segrevanju, odstotek pa se še vedno povečuje. Za doseganje trajnostnih ciljev, zlasti za zmanjševanje emisij toplogrednih plinov, kakor je bilo dogovorjeno s Kjotskim protokolom, je bistveno, da se najdejo načini za zmanjšanje emisij od prometa.

Pomembna tema v razpravah EU je njena prevelika odvisnost od uvožene nafte in plina. Pri postopnem zmanjševanju te odvisnosti lahko igrajo pomembno vlogo biogoriva. Proizvedena iz biomase, ki je obnovljiv vir energije, so biogoriva neposredni nadomestek za fosilna goriva v prometu in se že lahko vključijo v sisteme dobave goriv. Biogoriva se lahko uporabljajo kot alternativna goriva za prevoz, prav tako kot ostale alternative.

Tudi če bi uporabljali najmodernejše tehnologije, bodo stroški biogoriv, proizvedenih v EU, težko konkurenčni fosilnim gorivom. Čeprav je večina biogoriv še vedno dražjih od fosilnih goriv, pa se njihova uporaba v svetu povečuje. Svetovna proizvodnja biogoriv, ki jo podpirajo politični ukrepi, se sedaj ocenjuje na več kot 35 milijard litrov. EU podpira biogoriva s ciljem, da bi zmanjšali emisije toplogrednih plinov, povečali dekarbonizacijo transportnih goriv, razvejali vire oskrbe goriva in razvili dolgoročne nadomestke za fosilno olje. Od razvoja proizvodnje biogoriv se pričakuje, da bo ponudil nove priložnosti za razvejanje dohodka in zaposlitve na kmetijskih območjih.

Obstoječe tehnologije proizvodnje biodizla trenutno še ne ponujajo stroškovno-konkurenčnih rešitev za EU. Vendar pa bi lahko koristi od spodbujanja razvoja biogoriv odtehtale pomemben del stroškovnih razlik. V tem smislu bi razvoj biogoriv druge generacije, kjer imajo raziskave in razvoj pomembno vlogo, zagotovo lahko prispeval k njihovi stroškovni učinkovitosti.

²¹ Doc. dr. Martin PAVLOVIČ

Strategija EU za biogoriva ima tri osnovne cilje:

1. Spodbujati uporabo biogoriv v EU in državah v razvoju ter zagotavljati, da je ob upoštevanju konkurence njihova proizvodnja in uporaba v celoti gledano okolju prijazna in da lahko prispevajo k uresničitvi ciljev lizbonske strategije.
2. Pripraviti se na širok razpon uporabe biogoriv z izboljšanjem njihove stroškovne konkurenčnosti in optimalnim gojenjem osnovnih surovin, raziskovanjem biogoriv druge generacije in podpiranjem prodora na trg s krepitvijo demonstracijskih projektov in odstranjevanjem ovir netehnične narave.
3. Raziskati priložnosti za države v razvoju – vključno s temi, ki jih je podobno kot Slovenijo prizadela sladkorna reforma EU – za proizvodnjo surovin za biogoriva in sama biogoriva ter določiti vlogo, ki bi jo EU lahko imela pri podpiranju razvoja trajnostne proizvodnje biogoriv.

Biogoriva prve generacije je možno uporabljati v nizkoodstotnih mešanica z navadnimi gorivi v večini vozil in se lahko dostavlja z obstoječo infrastrukturo. Nekatera dizelska vozila lahko uporabljajo 100-odstotni biodizel (B100) in vozila s prilagodljivim tipom goriva je že mogoče kupiti v mnogih državah po svetu. Razvoj nadomestka za dizelsko gorivo je posebnega pomena, saj je EU trenutno neto uvoznica dizelskega goriva. Razvoj tehnologij (npr. Fischer-Tropschov postopek) pa omogoča v pilotnih tovarnah v Nemčiji in na Švedskem že proizvodnjo biodizelskega goriva t.i. novih generacij.

Strategija EU za biogoriva temelji na 7 političnih usmeritvah:

1. **Pospeševanje povpraševanja po biogorivih** na področju intenzivnega naravnnavanja zakonodaje v smer spodbujanja javnih naročil glede čistih in učinkovitih vozil, vključno s tistimi, ki uporabljajo mešanice z visokim deležem biogoriv.
2. **Izkoriščanje okoljskih ugodnosti** na podlagi preučevanja, kako lahko biogoriva pripomorejo k zmanjšanju emisij CO₂, ki jih povzroča avtomobilski park ter smiselno predlagala ukrepe za zagotavljanje optimalne koristi pri toplogrednih plinih iz biogoriv.
3. **Razvoj proizvodnje in oskrbe z biogorivi**, kjer bo Komisija spodbujala države članice in regije, da bodo ob pripravi svojih nacionalnih referenčnih okvirov in operativnih načrtov v okviru kohezijske politike in politike razvoja podeželja upoštevale koristi od biogoriv in druge bioenergije.
4. **Povečanje zalog s surovinami**, kjer je med drugim vključeno spremljanje vpliva, ki ga ima povpraševanje po biogorivih na cene proizvodov in cene

stranskih proizvodov, njihovo razpoložljivost za konkurenčne industrijske panoge in vpliv na oskrbo s hrano in cene v EU in državah v razvoju.

5. **Pospeševanje tržnih priložnosti** v obliki predlogov sprememb „biodizelskega standarda“, s čimer bi bila omogočena uporaba širšega spektra rastlinskih olj za proizvodnjo biodizla in možna nadomestitev metanola z etanolom v proizvodnji biodizla.
6. **Podpora državam v razvoju** v obliki razvoja paketov pomoči za biogoriva.
7. **Podpora raziskav in razvoja biogoriv** in krejitvi konkurenčnosti industrije z biogorivi vključno s spodbujanjem razvoja industrijsko vodenih „tehnoloških platform za biogoriva«.

Uporabljena literatura

- Commission of European Communities. 2006. An EU Strategy for Biofuels. 28 s. Dostopno na: http://www.biofuelstp.eu/downloads/An_EU_Strategy_for_Biofuels_2006.pdf (April, 2008)
- European Biofuels Technology Platform. Dostopno na: <http://www.biofuelstp.eu/> (April, 2008)

3.6 Podjetniška priložnost proizvodnje surovin za biodizel v okviru dopolnilnih dejavnosti kmetij²²

Po različnih ocenah je v Sloveniji potencialno primernih površin za pridelavo oljne ogrščice do 7000 hektarjev. Možnosti za povečanje pridelave so v severovzhodni Sloveniji, Podravju, Posavju in v oklici Ljubljane, delno tudi še na vzhodnem delu Gorenjske. Ob vedno dražji nafti kmetijska pridelava pozna tehnologije in lahko zagotovi ustrezne količine biogoriv, vprašanje pa je, ali možni partnerji v Sloveniji lahko ustrezno zagotovijo povezavo pridelave, predelave in trženja tako, da bo veriga dolgoročno donosna za vse sodelujoče. Po načrtih naj bi do leta 2010 oljno ogrščico v RS pridelovali na 3500 hektarjih. Pričakovati je, da se bo zaradi ekonomskih razlogov pridelovalcev, zahtev EU in domače zakonodaje, koruznega hrošča ter upoštevanja zahtev navzkrižne skladnosti in zahtev Programa razvoja podeželja v nekaj letih spremenila setvena struktura.

V Sloveniji so že od nekdaj le redke kmetije živele samo od kmetijske pridelave. Predvsem kmetije na območjih s težjimi razmerami za pridelovanje so bile prisiljene iskati druge vire prihodka v obliki dopolnilnih dejavnosti. Zakon o kmetijstvu (Ur. list RS, št. 54/00) določa v 68. členu, da je dopolnilna dejavnost na kmetiji s kmetijstvom oziroma gozdarstvom povezana dejavnost, ki se opravlja na kmetiji in omogoča boljše izrabo njenih proizvodnih zmogljivosti ter delovnih moči družinskih članov.

Vladna Uredba o vrsti, obsegu in pogojih za opravljanje dopolnilnih dejavnosti na kmetiji (Ur. list RS, št. 46/01) v 2. členu določa, da na kmetiji lahko opravljajo različne vrste dopolnilnih dejavnosti. Iz celotnega nabora dejavnosti so v nadaljevanju navedene le tiste, ki so vezane na tematiko monografije:

- predelava, obdelava in dodelava kmetijskih pridelkov,
- prodaja pridelkov in izdelkov okoliških kmetij na kmetiji,

²² Doc. dr. Martin PAVLOVIČ

- pridobivanje in prodaja energije iz biomase,
- pridobivanje in prodaja energije iz vodnih, vetrnih in drugih virov,
- storitve s kmetijsko in gozdarsko mehanizacijo ter opremo,
- storitve delovnih moči, ki so povezane z znanji iz kmetijstva in gozdarstva,
- drugo izobraževanje, povezano z dejavnostjo na kmetiji,
- zbiranje in kompostiranje odpadnih organskih snovi.

Dopolnilne dejavnosti so tako pomembne predvsem za tiste kmetije, kjer obseg kmetijske dejavnosti ne omogoča polne zaposlenosti članom družine. Rezultati raziskovanj Statističnega urada Republike Slovenije kažejo, da se je z dopolnilno dejavnostjo v letu 2002 v Sloveniji ukvarjalo okoli 4900 kmetij (okoli 6%). Med dopolnilnimi dejavnostmi na družinskih kmetijah izstopajo predvsem storitve s kmetijsko mehanizacijo (22%), predelava hrane (20,4%) in predelava lesa (21%). Razmeroma široko sta razvita tudi turizem (14,1%) in domača obrt (5,5%), manj je kmetij, ki se ukvarjajo z gojenjem rib (1,5%), ostalih 15,5% družinskih kmetij pa se ukvarja z drugimi dopolnilnimi dejavnostmi. Pridobivanje in prodaja energije iz biomase pa je kot dopolnilna dejavnost še v razvoju.

Preglednica 3.6.1: Pridelava najznačilnejših oljnic in koruze za zrnje v RS (2007 – 2008)

	Površina (ha)		Indeks 2008/07	Pridelek (t/ha)		Indeks 2008/07
	2007	2008		2007	2008	
Koruza za zrnje	40.906	43.698	106,8	7,54	7,00	92,8
Oljna ogrščica	5.358	4.442	82,9	2,75	2,46	89,6
Buče za olje	3.936	3.414	86,7	0,72	0,51	71,3
Sončnice	246	256	104,1	1,74	0,87	50,0

(Vir: SURS, 2009)

Preglednica 3.6.2: Skupni pridelek oljnic in koruze za zrnje v RS (2007 – 2008)

	Skupni pridelek (t)		Indeks 2008/07
	2007	2008	
Koruza za zrnje	308.259	305.704	99,2
Oljna ogrščica	14.740	10.949	74,3
Buče za olje	2.818	1.742	61,8
Sončnice	427	222	51,9

(Vir: SURS, 2009)

Preglednica 3.6.3: Primerjava dveh tipov proizvodnje biodizla glede na obseg proizvodnje oziroma podjetniško organiziranost

Značilnosti industrijske proizvodnje	Značilnosti decentralizirane proizvodnje
Organizacijske oblike industrijske proizvodnje zajemajo mednarodne korporacije.	Decentralizirana proizvodnja se odvija v manjših in srednje velikih podjetjih (MSP) – tudi na kmetijah.
Proizvodne lokacije so blizu velikih transportnih križišč, kar povzroča daljše transportne poti (tudi med kontinentalne povezave).	Proizvodne lokacije so blizu pridelovalnih površin, kar je povezano s sorazmerno nizkimi transportni stroški (do 50 km razdalje za transport semena).
Proizvodnja rafiniranega in pol rafiniranega olja in oljnih pogač z ekstrakcijo s topili v okviru proizvodnih kapacitet, ki so lahko večje od 500 t/dan.	Proizvodnja hladno stisnjenega olja in oljnih pogač (peleti), kjer se proizvodne kapacitete gibljejo od 5 t do 25 t/dan.
Po obdelavi je vsebnost fosforja v olju nad 15 ppm.	Pri hladnem stiskanju je vsebnost fosforja v olju pod 10 ppm.
Uporabnost oljne pogače je manj primerna, pri industrijski proizvodnji pa nastanejo tudi velike količine odpadne vode iz postopka rafiniranja.	Oljna pogača ima sorazmerno visoko hranilno vrednost (10-17% olja), proizvodnja pa je okolju prijaznejša, saj ni uporabe kemičnih topil ali toplotne obdelave semena.
V industrijski proizvodnji je nizka delovna fleksibilnost, saj ni mogoča hitra prilagoditev na predelavo semena drugih oljnic.	V proizvodnji manjšega obsega je fleksibilnost večja, saj je možno hitrejšo prilagajanje na ekstrakcijo alternativnega semena oljnic.
Zagon industrijske proizvodnje spremljajo visoki investicijski stroški, visoka je poraba energije pri ekstrakciji (470 kWh / t semena), visoki so tudi stroški varnostnih ukrepov.	Proizvodnja v manjših organizacijskih obratih je povezana z nižjo investicijo, pri čemer je povprečna poraba energije pri ekstrakciji 6 krat manjša (80 kWh / t semena), stroški varovanja so nižji.
Z ustvarjanjem delovnih mest v industriji se ustvarja dodana vrednost v industrijskem okolju.	Odpiranje delovnih mest na kmetijah omogoča ustvarjanje dodane vrednosti v ruralnem okolju.

Od industrijskih rastlin se na slovenskih njivah seje vedno več oljnic. V letu 2007 so jim kmetijski pridelovalci namenili skupno za 29% več zemljišč. V preglednicah 3.6.1

in 3.6.2 je prikaz obsega površin in količine pridelka najznačilnejših oljnic in koruze za zrnje v Sloveniji.

V zadnjih petih letih so se v RS podvojile površine z oljno ogrščico. V letu 2007 doseženi pridelek oljne ogrščice je bil v primerjavi z letom 2006 skoraj za trikrat večji, in to tako zaradi večjih površin s to kulturo (za 91%) kot tudi zaradi bogate letine. Dosežen povprečni hektarski pridelek je bil z 2,7 tone na hektar več kot za polovico (za 54 %) večji od pridelka v 2006.

Po statističnih podatkih je bil pridelek koruze za zrnje, dosežen v letu 2007, nadpovprečno dober, saj so slovenski pridelovalci na nekoliko večjih površinah kot prejšnje leto (za 2,7%) pridelali kar za 11,6% več zrnja kot v 2006. Povprečni pridelek je bil s 7,5 tone na hektar za 8,8% večji od zadnjega desetletnega povprečja.

Glede na proizvodne kapacitete in podjetniško organiziranost lahko proizvodnjo rastlinskega olja in biodizla obravnavamo na dveh ravneh. Na ravni industrijske proizvodnje, kjer je možna proizvodnja rastlinskih olj in biodizla za potrebe RS že na eni sami lokaciji ter na proizvodnjo z manjšimi proizvodnimi kapacitetami - na več različnih in povsem neodvisnih lokacijah. Iz opisne primerjave (*benchmarking*) omenjenih tipov proizvodnje rastlinskega olja oz. biodizla (1) industrijske proizvodnje velikega obsega ter (2) decentralizirane proizvodnje na manjših obratih so razvidne prednosti in pomanjkljivosti posameznih podjetniških oblik (preglednica 3.6.3).

Uporabljena literatura

Anon. Finance, december 2004.

Strategija EU za biogoriva. 2006. Sporočilo Evropske komisije: 30 s.

Direktiva 2003/30/ES z dne 8. maja 2003 o pospeševanju rabe biogoriv ali drugih obnovljivih goriv v sektorju prevoza, UL L 123, 17.5.2003

Direktiva 2003/96/ES z dne 27. oktobra 2003 o prestrukturiranju okvira Skupnosti za obdavčitev energentov in električne energije (UL L 283, 31.10.2003)

Jejčič, V. 2008. Possibilities of decentralised pure plant oil production for biodiesel in Slovenia. IEE Project 'Carbon Labelling'. 2nd Carbon Labelling Workshop, Ljubljana

Jejčič, V. in sod. Decentralizirana proizvodnja rastlinskega olja iz semena oljnic. Promocijsko gradivo, Kmetijski inštitut Slovenije

Kulovec, M. 2002. Dopolnilne dejavnosti na kmetijah. Sodobno kmetijstvo 35, 3: 133 – 134

Kovačič, M. 2002. Razvojni trendi v kmetijstvu glede na potrebe po strokovnem izobraževanju. Sodobno kmetijstvo, 35, 9: 348 – 355

Mittelbach, M., Remschmidt, C. 2004. Biodiesel. The comprehensive handbook. Graz, Austria

Pavlovič, M. in sod. Interno projektno gradivo. Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije (IHPS) Žalec, 2006-2009

3.7 Proizvodnja biodizla v podjetju BIO GORIVA d.o.o.²³

Podjetje BIO GORIVA d.o.o. Rače je hčerinsko podjetje podjetja TKI Pinus Rače d.d. in Petrola d.d.. Ukvarja se s proizvodnjo biodizla. Letna kapaciteta obstoječega obrata za proizvodnjo biodizla je 9.000 t/leto. V letu 2007 je podjetje podpisalo pogodbo o nakupu tehnologije in opreme s podjetjem Desmet Ballestra Oleo iz Italije, ki ima:

- več kot 50 tovarn v Evropi, ZDA, Aziji,
- razpon zmogljivosti od 50.000 do 500.000 t/leto,
- tehnologijo več-surovinskega vhoda (www.desmetballestra.com).

Kapaciteta našega proizvodnega obrata je 50.000 t biodizla na leto v skladu s standardom SIST EN 14214. Zagon tovarne bo predvidoma v novembru (slika 3.7.1).



Slika 3.7.1: Nastajanje nove tovarne biodizla

²³ Nataša NIKOLIĆ MATANOVIĆ

Lastnosti kontinuiranega proizvodnega procesa biodizla (slika 3.7.2) so:

- ustrezen za trge, kjer je pomembna tako kakaovost kot kvantiteta,
- možnost več-surovinskega vhoda,
- ustrezen za visoko zmogljive proizvodnje,
- parametri proizvodnega procesa se zelo malo spreminjajo,
- dobra izkoriščenost proizvodne opreme v času proizvodnje,
- nizki stroški vzdrževanja,
- visoko-volumski separacijski sistemi, ki povečujejo prepustnost,
- manjše število potrebne delovne sile,
- ni proizvodnih zastojev.

Posamezni sklopi tovarne so:

- **proizvodni objekt** je sestavljen iz rafinacijskega dela (priprava olj) ter transesterifikacijskega dela (velikost 44x16,5 m, višina 28 m),
- **energetsko tehnični objekt** (velikost 20x18,5 m, višina 9 m; parna kotlarna, hladilna postaja, požarna postaja, elektro oprema, laboratorij, nadzorni center za spremljanje celotne proizvodnje),
- **skladišče surovin in kemikalij**; postavljeno na prostem in v lovilnih betonskih bazenih, opremljeno s črpalkami in cevovodi za transport vseh potrebnih medijev,
- **dva avtocisternska pretakališča** za prevzem surovin in izdajo biodizla ter glicerola,
- **industrijska čistilna naprava** za čiščenje odpadnih vod iz proizvodnje biodizla. Kvaliteta očiščene vode bo za izpust v kanalizacijo.

Surovine, ki jih uporabljamo pri proizvodnji biodizla, so:

- olje oljne ogrščice, sojino olje, sončnično olje, palmov olein,...
- fosforjeva kislina,
- natrijev hidroksid, 50% vodna raztopina,
- natrijev metilat (30% raztopina v metanolu),
- metanol,
- klorovodikova kislina (36%),
- citronska kislina, monohidrat,
- demineralizirana voda,
- žveplena kislina (98%).

The flowchart illustrates the production of biodiesel from rapeseed oil. The process begins with **SUROVA RASTLINSKA OLJA** (Raw vegetable oil) entering a **MEŠALNA ENOTA** (Mixing unit). Key inputs include **FOSFORNA KISLINA** (Phosphoric acid) and **NATRIJEV HIDROKSID** (Sodium hydroxide). The mixture then goes to **PRIPRAVA OLJ (DEGUMACIJA, DEACIDIFIKACIJA)** (ENOTA W500, ENOTA 800 QS, ENOTA 800 BW, ENOTA 890 HP), where **SVEŽA VODA** (Fresh water) and **RECIKLIRANA VODA** (Recycled water) are added. This stage produces **NEUTRALNO OLJE** (Neutral oil) and **DESTILIRANE MAŠČOBNE KISLINE** (Distilled fatty acids). The neutral oil is then processed in **TRANSESTERIFIKACIJA** (ENOTA 163) using **NATRIJEV METILAT (KATALIZATOR)** (Sodium methylate catalyst) and **SUHI METANOL** (Dry methanol). The resulting **REAKCIJSKA MEŠANICA** (Reaction mixture) is sent to **SEPARACIJA** (ENOTA 163), which separates **SUROVI GLICERIN** (Crude glycerol) from **METILNI ESTER (BIODIZEL)** (Methyl ester/biodiesel). The crude glycerol is further processed in **OBDELAVA GLICERINA** (ENOTA 166) using **NaOH**, **HCl**, and **SVEŽA VODA** to produce **GLICERIN (82-85%)**. The biodiesel is then refined in **REKTIFIKACIJA METANOLA** (ENOTA 160) using **SUHI METANOL** and **VODA** to produce **BIODIZEL** and **GLICERIN (82-85%)**. The process also includes a side stream for **MAŠČOBNE SNOVI** (Fatty acid esters) which are cleaned in **ČIŠČENJE MAŠČOBNIH SNOVI** (ENOTA 210) and then used in **OBDELAVA GLICERINA**. The final products are **BIODIZEL** and **GLICERIN (82-85%)**.

Sestavil Zlatko Partlič - julij 2007

Slika 3.7.2: Shema proizvodnje biodizla

Produkti in stranski produkti, ki nastanejo v proizvodnji biodizla:

- B100 po evropskem standardu 14214,
- glicerol (82-85%),
- proste maščobne kisline,
- maščobne snovi iz procesa čiščenja glicerola.

Odpadki, ki nastanejo pri proizvodnji biodizla:

- odpadne vode,
- gume (lecitinska brozga).

Projektanti in izvajalci posameznih faz gradnje tovarne so:

Projektiranje:

- Genera d.o.o.

Izvedba: Konstruktor d.o.o. s podizvajalci:

- IMP d.o.o. (strojna dela),
- Elektra d.d. (elektro dela),
- INO METAL d.o.o. (izdelava rezervoarjev),

Projektiranje čistilne naprave:

- Schäffer Consult in
- SVIT d.o.o.