

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Danijel ANDOLJŠEK

**PRIDELAVA IN PREDELAVA OZIMNE OLJNE OGRŠČICE (*Brassica napus* L.
var. *napus*) ZA BIODIZEL**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**PRODUCTION AND REMAKING OF WINTER OIL RAPE (*Brassica napus* L. var.
napus) FOR BIODIESEL**

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2007

Diplomska naloga je zaključek visokošolskega strokovnega študija kmetijstvo – zootehnika in je bila opravljena na Oddelku za agronomijo, na Katedri za poljedelstvo in sonaravno kmetijstvo. Poljski poskus z oljno ogrščico je bil izveden v sezoni 2006/07 na kmetiji Andoljšek pri Ribnici. Seme oljne ogrščice smo stisnili v laboratoriju za kmetijsko tehniko Kmetijskega Inštituta Slovenije v Jablah pri Mengšu pod vodstvom dr. Viktorja JEJČIČA. Predelava olja oljne ogrščice je bila opravljena na kmetiji Andoljšek in je bila plod lastnega dela. Kemijska analiza biodizla je bila narejena v Petrolovem laboratoriju pod vodstvom inženirke, Jasne ZUPANČIČ.

Komisija za dodiplomski študij Oddelka za zootehniko je za mentorico diplomske naloge imenovala viš. pred. dr. Darjo KOCJAN AČKO.

Recenzent: Prof. dr. Jože OSTERC

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: doc. dr. Stanko KAVČIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

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

Član: prof. dr. Jože OSTERC
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Datum zagovora:

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

Danijel Andoljšek

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Vs
DK UDK 633(043.2)=163.6
KG poljščine/ozimna oljna ogrščica/pridelava/predelava/biodizel
KK AGRIS F01
AV ANDOLJŠEK, Danijel
SA KOCJAN AČKO, Darja (mentorica)
KZ SI-1230 Domžale, Groblje 3
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
LI 2007
IN PRIDELAVA IN PREDELAVA OZIMNE OLJNE OGRŠČICE (*Brassica napus* L. var. *napus*) ZA BIODIZEL
TD Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
OP IX, 38 str., 21 pregl., 12 sl., 18 vir.
IJ sl
JI sl/en
- AI Diplomsko delo združuje izvedbo poljskega poskusa z ozimno oljno ogrščico (*Brassica napus* L. var. *napus*) na ekološki kmetiji Andoljšek v Ribnici in predelavo semena v biodizel. Ozimna oljna ogrščico sorta Ekspres je bila posejana ročno 10. septembra 2006 na njivi veliki 10 arov. Spremljana sta bila rast in razvoj posevka, žetev pa bila opravljena z žitnim kombajnom 27. junija 2007. Pridelek semena, preračunan na hektar je bil 1300 kilogramov, kar je več kot polovica manj od slovenskega povprečja v sezoni 2006/07 (3200 kg/ha) pri večinoma konvencionalni pridelavi. Kljub majhnemu pridelku je poskus pokazal, da je ozimna oljna ogrščica sprejemljiva za ekološko pridelavo v težjih rastnih razmerah ribniško-kočevske doline, kjer je do zdaj ni bilo. Seme v količini 38,6 kilograma je bilo stisnjeno dvakrat in sicer v stiskalnici za decentralizirano stiskanje laboratorija za kmetijsko tehniko Kmetijskega inštituta Slovenije v Jablah. Pri ugotovljeni 6,75-odstotni vlažnosti semena je bila vsebnost olja v semenu 35 %. Ogrščične pogače v količini 0,5 l dnevno so bile dodane k ječmenovemu ali ovsenemu zrnju za krmo doječih kobil. Proizveden biodizel je pri analizi v Petrolovem laboratoriju v nekaterih lastnostih odstopal od predpisanih standardov, pri večji natančnosti izvedbe postopka zaestrenja pa bi kakovost biodizla lahko izboljšali. Kljub odstopanju od nekaterih zahtev smo uporabili čisti biodizel za pogon osebne avtomobila znamke Golf. Do težav pri delovanju motorja ni prišlo, pri vožnji pa smo opazili, da je moč motorja nekoliko manjša, poraba goriva pa nekoliko večja v primerjavi z dizelskim fosilnim gorivom. Menimo, da je ozimna oljna ogrščica pomembna poljščina ne le za samooskrbo z energijo za pogon traktorjev in drugih delovnih strojev, ampak tudi za pridelavo v biološko bolj uravnoteženem kolobarju in za proizvodnjo pogač, ki so beljakovinsko bogato krmilo.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Vs
DC UDK 633(043.2)=163.6
CX crop/winter oil rape/production/biodiesel
CC AGRIS F01
AU ANDOLJŠEK, Danijel
AA KOCJAN AČKO, Darja (supervisor)
PP SI-1230 Domžale, Groblje 3
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Zootechnical department
PY 2007
TI PRODUCTION AND REMAKING OF WINTER OIL RAPE (*Brassica napus* L. var. *napus*) FOR BIODIESEL
DT Graduation thesis (Higher professional studies)
NO IX, 38 p., 21 tab., 12 fig., 18 ref.
LA sl
AL sl/en

AB The present thesis consists of two parts: the results of field crop trial with winter oil rape (*Brassica napus* L. var. *napus*) on the organic farm Andoljšek in Ribnica , and the production of biodiesel from rape seed.. Winter oil rape variety Express was sown by hand on 10th September, 2006, in the field 10 ares large. We were monitoring the growth progress; the harvest was done by combine on 27th June, 2007. There was 1300 kilograms of seed per hectare, which is less than half of the Slovenian average of mostly conventional production in the season 2006/07 (3,200kg/ha). In spite of low harvest the experiment showed that winter rape is acceptable for organic production in less favourable conditions in Ribnica-Kočevje valley but so far there was no rape grown there. 38.6 kilograms of seed was pressed twice in the press for decentralized pressure at the agricultural technique laboratory of the Agricultural Institute of Slovenia in Jable. At stated 6.75% wetness of the seed the contents of oil in the seed was 35%. Rape cakes were added in the quantity of 0.5 liter a day to barley or oats grain as fodder for mares in lactation. The process of esterifying the oil was done on the farm of Andoljšek family. The analysis at Petrol laboratories showed that biodiesel slightly deviated from the prescribed standards, but could be improved with more precise esterifying procedure. In spite of the deviation we used pure biodiesel to drive a motor car Golf. There were no troubles in motor working, but we noticed that the power of the engine was a bit lower, and the consumption of the fuel was a bit higher in comparison with diesel fossil fuel. We think that winter rape is an important field crop not only for the self-supply of oil for tractors and other working machines but also to produce more biological by balanced circle and for rape cake production, a rich voluminous fodder.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key Words Documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VI
Kazalo slik	VIII
Slovarček	IX
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 OZIMNA OLJNA OGRŠČICA	2
2.1.1 Ogrščica v svetu	2
2.1.2 Ogrščica pri nas	2
2.1.3 Morfološka sestava ogrščice	2
2.1.4 Pridelovanje	4
2.1.4.1 Izbira njive	4
2.1.4.2 Čas setve	4
2.1.4.3 Ogrščica v kolobarju	4
2.1.4.4 Setev	5
2.1.4.5 Gnojenje oljne ogrščice	6
2.1.4.6 Pogostejše bolezni, škodljivci in pleveli pri pridelavi oljne ogrščice	7
2.1.4.7 Žetev	8
2.1.5 Kemična sestava semena ogrščice	9
2.1.5.1 Olja	9
2.1.5.2 Ogljikovi hidrati	11
2.1.5.3 Beljakovine	12
2.1.5.4 Minerali	13
2.1.5.5 Vitamini	14
2.1.6 Krmna vrednost krmil ogrščice in uporaba v prehrani domačih živali	14
2.1.6.1 Pridelava tropin kot stranskega proizvoda predelave	14
2.2 TEKOČA BIOGORIVA IZ BIOMASE	18
2.2.1 Bioetanol	19
2.2.2 Biometanol	20
2.2.3 Biodizel	21
3 MATERIALI IN METODE	22
3.1 SETEV IN OSKRBA POSEVKA OLJNE OGRŠČICE	22
3.2 PREDELAVA SEMENA	23
3.2.1 Prva faza	23
3.2.2 Druga faza	24
3.3 PRIDOBIVANJE BIODIZLA IZ OZIMNE OLJNE OGRŠČICE	25
3.3.1 Čiščenje olja	25
3.3.2 Dehidracija olja	26
3.3.3 Titracija	26
3.3.4 Priprava natrijevega metoksida	27
3.3.5 Gretje in mešanje	27
3.3.6 Pranje in sušenje	28
4 REZULTATI	30
4.1 POLJSKI POSKUS Z OGRŠČICO	30
4.2 PREDELAVA V BIODIZEL	31

4.3	UPORABA PRIDOBLENEGA BIODIZLA	33
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	34
5.1	RAZPRAVA	34
5.2	SKLEPI	35
6	POVZETEK	36
7	VIRI	37
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Pregl. 1: Optimalen čas setve glede na območje v Sloveniji (Kocjan Ačko, 2000)	4
Pregl. 2: Primeri kolobarjev za ogrščico (Kocjan Ačko, 2006)	5
Pregl. 3: Priporočeni agrotehnični ukrepi pri setvi (Kocjan Ačko, 2000; Zadavec, 2005)	6
Pregl. 4: Najpogostejše bolezni, škodljivci in pleveli ogrščice ter njihovo zatiranje (Kocjan Ačko 2000)	7
Pregl. 5: Kemična sestava semen (Salunkhe, 1992)	9
Pregl. 6: Sestava olja oljne ogrščice (Tajnšek, 1986, Salunkhe, 1992)	10
Pregl. 7: Maščobnokislinska sestava olja oljne ogrščice, njen vpliv na zdravje in nekatere druge lastnosti (Tajnšek, 1986; Salunkhe, 1992)	11
Pregl. 8: Vsebnost ogljikovih hidratov v tropinah oljne ogrščice (Salunkhe, 1992)	12
Pregl. 9: Aminokislinska sestava tropin oljne ogrščice (Salunkhe, 1992)	13
Pregl. 10: Vsebnost mineralov v oljni ogrščici (Salunkhe, 1992)	13
Pregl. 11: Vsebnost vitaminov v semenu oljne ogrščice (Salunkhe, 1992)	14
Pregl. 12: Snovi v ogršičnem semenu, ki zmanjšujejo njeno krmno vrednost in imajo antinutritivne lastnosti (Jeroch, 2005)	16
Pregl. 13: Razgradljivost surovih beljakovin (%) različnih krmil v vampu (Jeroch, 2005)	17
Pregl. 14: Pridelek in količina etanola na hektar (Medved, 2000)	19
Pregl. 15: Primerjava osnovnih lastnosti bioetanola in Evrodizla (Medved, 2000)	20
Pregl. 16: Primerjava osnovnih lastnosti biometanola in Evrodizla (Medved, 2000)	20
Pregl. 17: Lastnosti metil - estrov dobljenih iz različnih rastlinskih olj in primerjava z evrodizlom (Peterson, 1994)	21
Pregl. 18: Pridelek in nekatere gospodarsko pomembne lastnosti ozimne oljne ogrščice sorta Ekspres na kmetiji Andoljšek v Ribnici v sezoni 2006/07	30
Pregl. 19: Kalkulacija za ozimno oljno ogrščico sorta Ekspres na kmetiji Andoljšek v Ribnici v sezoni 2006/07	30
Pregl. 20: Materialni stroški pri pridelavi oljne ogrščice na kmetiji Andoljšek v Ribnici v sezoni 2006/07	31
Pregl. 21: Nekatero pomembnejše lastnosti na kmetiji Andoljšek proizvedenega biodizla	32

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Čebela pri opraševanju oljne ogrščice v času cvetenja	3
Slika 2: Žetev oljne ogrščice z žitnim kombajnom	8
Slika 3: Shema pridelave tropin iz ogrščičnega semena (Jeroch, 2005)	15
Slika 4: Spreminjanje vsebnosti hranil med predelavo olja iz ogrščičnega semena (Jeroch, 2005)	16
Slika 5: Pridobivanje tekočih biogoriv iz biomase (Medved, 1995)	18
Slika 6: Oljna ogrščica se je kljub napadu divjadi dobro razvejila	23
Slika 7: Pridobivanje olja iz semen oljne ogrščice	24
Slika 8: Dvofazno stiskanje tropin poveča delež pridobljenega olja	25
Slika 9: Filtriranje surovega ogrščičnega olja skozi kavni filter	26
Slika 10: Pri dodajanju natrijevega metoksida, smo pazili na temperaturo in hitrost mešalca	27
Slika 11: Estrsko fazo in vodo smo mešali do pojava rumene homogene zmesi	28
Slika 12: Biodizel, bister končni proizvod olivno zelene barve	29

SLOVARČEK

RME Rapeseed Methyl Ester – ogrščični metil ester – zaestreno olje oljne ogrščice z metanolom

SME Sunflower Methyl Ester – sončnični metil ester – zaestreno olje sončnice z metanolom

MWF Mildwest Biofuels Methyl Soyate – sojin metil ester – zaestreno olje soje z metanolom

1 UVOD

Današnje človeštvo skrbijo viri energije v prihodnosti. Količina fosilnih goriv se zmanjšuje, z njihovo uporabo pa onesnažujemo tudi ozračje in kaže, da se pred tem še dolgo ne bomo znali obraniti. Zvečine se ne zavedamo, kaj vse spuščamo v ozračje, največji onesnaževalci pa premalo delajo na tem, da bi preprečili posledice onesnaževanja. V 21. stoletju nas čakajo življenjsko pomembne spremembe. Občutil jih bo vsak zemljan, naj si bo reven ali bogat. Izračuni kažejo, da se bodo obnovljivi viri energije izčrpali, kar bi brez alternativnih virov energije, pripeljalo v nekaj desetletjih do pravega kaosa.

Iskanje obnovljivih virov energije je neizbežno. Zato se nekateri že sedaj pripravljajo na te spremembe. Posamezniki stavijo na energijo iz lesne biomase in različnih poljščin, drugi pa trdijo, da je sonce tisto, ki bo rešilo svetovno energetske krizo. Seveda pa so vsi obnovljivi viri energije možnost, da bodo v prihodnje postopoma nadomestili nafto.

Morda bo prav biodizel zelo pomemben vir energije, ki bo predstavljal del biogoriv v prihodnosti. Leta 1886 je Rudolf Diesel skonstruiral prvi avtomobil na dizelski pogon z uporabo rastlinskega olja, ki pa ga je pozneje nadomestila nafta zaradi visoke energetske vrednosti. Z biodizlom so se ponovno začeli ukvarjati v prejšnjem stoletju. Za njegovo pridelavo so uporabljali olje oljne ogrščice, s katerim so se prehranjevali ljudje. Kmalu so ugotovili, da so za dizelsko gorivo uporabna tudi olja drugih oljnic. Za ta namen lahko predelamo tudi že uporabljeno kuhinjsko olje za cvrtje in maščobe živalskega izvora.

Oljna ogrščica je v današnjih dneh postala ena od glavnih surovin za izdelavo biogoriva, ki bo v prihodnosti pomembna surovina za pogon motornih vozil. Stranski proizvod, ki nastane pri predelavi ogrščice v biodizel, so ogršične pogače ali tropine, ki jih lahko uporabimo v živinoreji kot beljakovinski dodatek h krmnim mešanici.

Pri vse bolj prevladujoči setvi koruze in žit je oljna ogrščica pomembna pri sestavi večletnega kolobarja. Veliko kmetov v Evropski uniji, bi lahko v svoj kolobar vključilo ogrščico, ki bi jo uporabili za izdelavo pogonskega goriva za avtomobile in traktorje ter pri tem pustili prihodnjim rodovom nekoliko manj onesnaženo okolje.

Za diplomsko nalogo smo načrtovali poskus pridelave oljne ogrščice na kmetiji Andoljšek in predelavo pridelanega semena v biodizel ter uporabo tega goriva v avtomobilu.

2 PREGLED OBJAV

2.1 OZIMNA OLJNA OGRŠČICA

2.1.1 Ogrščica v svetu

Ozimna oljna ogrščica je po razširjenosti med vsemi oljnimi poljščinami s svojimi 26 milijoni hektarjev na tretjem mestu. Na prvem je soja, ki jo pridelujejo na 90 milijonih hektarjev, na drugem je bombaževец, ki zaseda 33 milijonov hektarjev. Na četrtem za ogrščico pa je sončnica, ki jo v svetu posejana na 24 milijonih hektarjev (Kocjan Ačko, 2000).

2.1.2 Ogrščica pri nas

Na slovenskem ozemlju je pridelovanje ozimne oljne ogrščice že leta 1780 spodbujala dunajska vlada. Koroška kmetijska družba pa je kmetom dajala premije. Po letu 1868 so na Kranjskem ogrščico pridelovali v manjšem obsegu, v začetku 20. stoletja pa se je razširila. Pidelki so znašali od 0,4 do 1,4 t/ha (Maček, 1993).

Pred letom 1995, smo v Sloveniji ogrščico pridelovali na 2200 hektarjih in je bila naša najpomembnejša prehranska oljnica. Leta 1995 je tovarna olja Gea, ki je bila vseskozi nosilka in organizatorica pridelovanja semena oljne ogrščice, zaradi dotrajane tehnologije stiskanja semen prenehala pogodbeno sodelovati s kmeti, zato se je po tem letu pridelovanje ogrščice ustavilo. Statistični podatki kažejo, da je po tem pretresljivem dogodku, pridelovanje ogrščice pristalo na 269 hektarjih njiv. Od takrat naše oljarne, uvažajo surovo olje iz tujine, da ga pri nas industrijsko predelajo v jedilno olje za prehrano ljudi (Kocjan Ačko, 2000).

V zadnjem času se stvari spreminjajo. Kmetje ponovno pridelujejo ogrščico, kar država omogoča z ukrepi kmetijske politike. V strategiji razvoja slovenskega kmetijstva iz leta 1992, na kateri temelji Program reforme kmetijske politike (1999 – 2000, cit. po Kocjan Ačko, 2000), je bilo za leto 2000 načrtovanih 3500 hektarjev. Po njem pa povečanje na 20.000 hektarjev ogrščice. To pomeni, da nam je v preteklosti ta rastlina veliko pomenila in smo si zastavili dokaj visoke cilje, ki pa jih nismo uresničili kljub sedanji kvoti 7000 ha oljnic za neposredno plačilo (Kocjan Ačko, 2000). Leta 2003 se je v Sloveniji pridelovalo ogrščico na 2705 hektarjih. Leta 2005 na 2348 hektarjih, leta 2006 pa je bilo z njo posejanih nad 3100 hektarjev zemljišč.

2.1.3 Morfološka sestava ogrščice

Ogrščica spada med oljnate križnice, torej v botanično skupino *Brassicaceae*. Ima vretenaste korenine, kjer je pri ogrščici zgornji del korenine nekoliko odebeljen, to pa ne velja za vse križnice. Okroglo zelnato steblo se na višini 40 do 80 cm oziroma na

območju socvetij razveji na 2 do 7 vej, odvisno tudi od sorte in gostote setve. Ogrščico pogosto zamenjujejo z repico, zato je dobro poznati morfološke lastnosti obeh. Modrozeleni listi so pri ogrščici gladki, podobno kot pri kavli, medtem ko so pri repici pokriti z dlačicami. Spodnji listi z gladkimi ali nazobčanimi robovi so pri ogrščici in pri repici pecljati, na sredini in na vrhu stebela pa so pri repici brez pecljev, ki so pri ogrščici prisotni le deloma. Listi pri repici povsem objemajo steblo. Cvet je tujeprašen, sestavljen iz štirih časnih listov, štirih zlato rumenih venčnih listov, enega pestiča in šestih prašnikov. Na cvetnem dnu so štirje medovniki, zato so glavne opraševalke čebele (Kocjan Ačko, 2000).



Slika 1: Čebela pri opraševanju oljne ogrščice v času cvetenja (Uljana repica)

Pri ogrščici najprej zacvetijo zgornji cvetovi, pri repici pa spodnji, v tem obdobju se po tem tudi najlažje razlikujeta. Na rastlini zacveti do 2000 cvetov, ki cvetijo en mesec, pri nas je to večinoma maj. Dozoreli luski ležijo pravokotno na steblo. V lusku dolgem 5 do 10 cm je 20 do 30 modročrnih semen s premerom 1,8 do 2,8 mm. V primerjavi s strokom se lusk odpira po hrbtnem in trebušnem šivu (Kocjan Ačko, 2000).

2.1.4 Pridelovanje

Čeprav oljna ogrščica izvira iz toplejših območij Azije, se je prilagodila tudi na bolj hladne razmere zmernege pasu. Podnebne razmere v Sloveniji so ugodne za njeno rast. Sejemo jo konec avgusta, najpozneje do 10. septembra, žanjemo pa konec junija oziroma na začetku julija (Kocjan Ačko, 2000).

2.1.4.1 Izbira njive

Za uspešno rast in razvoj ogrščice so najbolj ustrezna humusna, ilovnato peščena ali grudičasta tla. Ker imajo korenine slabo črpalno moč za hranila in vodo pomeni, da je ne smemo sejati na peščenih njivah. Ogrščica ima transpiracijski koeficient 600 do 700, kar pomeni, da za en kilogram suhe snovi potrebuje 600 do 700 litrov vode. Pozorni moramo biti, da se izognemo setvi na njivah, kjer voda zastaja, saj se pri tem rastline zadušijo zaradi pomanjkanja zraka (Kocjan Ačko, 2000).

Tla, neprimerna za setev ogrščice so (Kocjan Ačko, 2000):

- peščena in suha,
- zakisana,
- težka, vlažna in hladna,
- slabo prepustna,
- močvirna,
- z visoko ravnijo podtalnice.

2.1.4.2 Čas setve

Čas setve je zelo pomemben dejavnik, ki vpliva na pravilen razvoj ogrščice. V primeru da sejemo ogrščico prezgodaj, se rastline jeseni prebujno razvijejo, kar ima za posledico odmiranje zaradi mraza. Prav tako je neustrezna prepozna setev, ker v tem primeru rastline jeseni ne zrastejo dovolj (5 do 10 listov), kaleče seme ali mlad posevek pa prizadene mraz. V preglednici 1 je naveden optimalen čas setve glede na območje.

Pregl. 1: Optimalen čas setve glede na območje v Sloveniji (Kocjan Ačko, 2000)

Območje	Optimalen čas setve
Osrednja Slovenija, Gorenjska	20. do 31. avgust
Štajerska, Prekmurje	25. avgust do 5 september
Primorska	1. do 15. september

2.1.4.3 Ogrščica v kolobarju

Pri ekološki pridelavi oljne ogrščice je nujno potreben kolobar, saj zaradi škodljivcev, številnih bolezni in zapleveljenosti, že pri konvencionalni pridelavi ni priporočljivo sejati posevka na isto njivo, prej kot na tri do štiri leta, pri ekološki pridelavi pa bi moral biti ta razmik še večji. Odlično se vključuje v kolobar za strnimi žiti ali stročnicami. Povsem

neprimeren predposevek so vse vrste križnic, kot so repa, zelje, koleraba in različne zvrsti pese iz družine metlikovk, posebno pa moramo biti pozorni, da jo ne sejemo v kolobar s sladkorno peso in obratno. Spravilo semena na prehodu junija v julij sprostí ogrščično njivo za strniščno setev prosa, ajde, krmnih dosevkov in podorin; za krmo ali podor pa se lahko izkoristi osuto seme ogrščice. Zlasti pred setvijo ajde in prosa počakamo, da osuto seme vzkali in vznikne, rastline pa pozneje zadelamo s strniščno obdelavo (Kocjan Ačko, 2006a).

Pregl. 2: Primeri kolobarjev za ogrščico (Kocjan Ačko, 2006a)

Kolobar – enostaven	1 do 2 leti koruza; 2. ali 3. leto ozimna pšenica; 3. ali 4. leto ozimna oljna ogrščica + osuto seme ogrščice za podor ali krmni dosevek
Kolobar – biološko uravnotežen kolobar glede na zaporedje kultur imenovan Norfolški kolobar: okopavina, jarina, stročnica, ozimina	1. primer: 1. leto koruza; 2. leto jari ječmen + ajda; 3. jari krmni grah ali 3./4. leto ogrščica + osuto seme za podor ali dosevek 2. primer: 1. leto koruza; 2. - 4. leto lucerna 4./5. leto ogrščica + osuto seme za podor ali dosevek

2.1.4.4 Setev

Osnovna in pravilna obdelava tal za setev oljne ogrščice je odvisna od stanja na terenu in je nujno potrebna za hiter, enakomeren in uspešen razvoj rastlin. Pri setvi moramo biti pazljivi, da semena niso stara, količina semena pa je odvisna od absolutne mase semena (3 do 5 g), kalivosti in čistote, ter od priprave tal. Ogrščico sejemo z žitno sejalnico na medvrstno razdaljo 12,5 cm (Kocjan Ačko, 2000).

Navadno jo pridelujemo po spravilu žit ali pa zgodnjega krompirja. Če jo sejemo po spravilu žit najprej opravimo strniščno oranje in pustimo, da se tla sesedejo, s čimer preprečimo zadrževanje vode na površini tal. Poleg tega uničimo tudi nekatere škodljivce in bolezni. Po strniščnem oranju tla obdelamo s klinasto brano ali kolutasto brano, površinsko pa s predsetvenikom. Oranje pred setvijo do globine 25 cm, opravimo čimprej in pri ustrezni vlažnosti zemlje (Kocjan Ačko, 2000).

Seme ogrščice je drobno, zato moramo zagotoviti, da je površina njive drobno mrvičasta; po obdelavi s predsetvenikom, se talni delci v spodnjih plasti sesedejo, voda pa se po kapilarah dvigne do posejanega semena. S predsetvenikom ustvarimo ugodne pogoje za vznik in razvoj koreninskega sistema. Če so posejana tla suha, njivo takoj po setvi povaljamo z lažjim gladkim valjem in tako stisnemo prerahlo zemljo (Kocjan Ačko, 2000).

Pregl. 3: Priporočeni agrotehnični ukrepi pri setvi (Kocjan Ačko, 2000)

Količina semena/ha	6 do 10 kg pri starih sortah, 2 do 6 kg pri novih sortah.
Št. kalivih semen/m²	150 do 200
Medvrstna razdalja	12,5 do 15 cm
Globina setve	1,5 do 2,5 cm
Št. rastlin/m² ob žetvi	90 do 100 (nižje sorte) 70 do 90 (višje sorte)
Hitrost setve	6 do 7 km/h

2.1.4.5 Gnojenje oljne ogrščice

Oljna ogrščica je rastlina, ki jo ne smemo sejati v monokulturi, zato je pomembno, da pri gnojenju upoštevamo, kaj je bil njen predposevek, zlasti če ogrščico pridelujemo ekološko (Kocjan Ačko, 2006a).

Sejemo jo na nezapleveljeno njivo in že pred oranjem poskrbimo za potrebno gnojenje. Tla pognojimo z organskimi gnojili do 25 t/ha, bodisi z gnojevko lahko pa tudi s hlevskim gnojem. Pri konvencionalni rabi pridelave skupaj z organskimi gnojili zaorjemo v tla še mineralna gnojila in sicer NPK v razmerju 40 do 60 kg N/ha, 80 do 100 kg P₂ O₅ in 180 do 240 kg K₂ O/ha. Potrebna količina dušika ob setvi je odvisna od stopnje založenosti tal in od časa setve. Čim poznejša je setev več dušika potrebuje posevek. Posevkov na zelo rodovitni zemlji, jeseni sploh ni treba gnojiti z dušikom. Največja potreba po dušiku se pojavi spomladi, ko sneg skopni in sicer takrat dognujemo s 70 do 110 kg N/ha; pri rasti glavnega poganjka do začetka cvetenja pa dodamo še 20 do 50 kg N/ha (Leskošek, 1993).

Pri kemični analizi je pomembno ugotoviti tudi založenost z borom v tleh, predvsem zato, ker je ogrščica zelo občutljiva na pomanjkanje bora. Če tega v zemlji primanjkuje, gnojimo z Boraksom in sicer s prvim dognojevanjem ali med prvim in drugim (Leskošek, 1993).

2.1.4.6 Pogostejše bolezni, škodljivci in pleveli pri pridelavi oljne ogrščice

Težave z večjim pojavom bolezni, škodljivcev in plevelov v oljni ogrščici je za pričakovati s širjenjem oljne ogrščice v večjem obsegu in z večkratno pridelavo te kulture na več zemljiščih, še posebej v ožjem kolobarjenju (Kocjan Ačko, 2000).

Pregl. 4: Najpogostejše bolezni, škodljivci in pleveli ogrščice ter njihovo zatiranje. (Kocjan Ačko, 2000)

Način zatiranja	Bolezni 	Škodljivci 	Pleveli 
Pleveli, bolezni, škodljivci	Bela gniloba (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>) Koreninski ožig (<i>Phoma lingam</i>) Črna listna pegavost kapusnic (<i>Alternaria brassicae</i>) Golšavost kapusnic (<i>Plasmidiophora brassicae</i>) Siva plesen (<i>Botrytis cinerea</i>)	Bolhači (<i>Psyllioides</i> sp., <i>Phyllotreta</i> sp.) Repna grizlica (<i>Athalia rosae</i>) Repičar (<i>Meligethes aeneus</i>) Ogrščični kljunotaj (<i>Ceuthorrhynchus napi</i>) Poljski zajec (<i>Lepus europaeus</i>) Srna (<i>Capreolus capreolus</i>) Gozdna miš (<i>Apodemus sylvaticus</i>)	Žita (<i>Cereales</i>) Ljulke (<i>Lolium</i> sp.) Latovke (<i>Poa</i> sp.) Pirnica (<i>Agropyron</i> sp.) Srakoperec (<i>Apera spica venti</i>) Smolenec (<i>Galium aparine</i>) Plešec (<i>Capsella bursa – pastoris</i>) Slak (<i>Convolvulus</i> sp.) Gabez (<i>Symphytum officinale</i>) Krvava srakonja (<i>Digitaria sanguinalis</i>) Ščir (<i>Amaranthus</i> sp.)
Biološko zatiranje	Setev zdravega in razkuženega semena, večleten kolobar.	Redno pregledovanje posevka.	Setev na nezapleveljeno njivo. Osuto seme ogrščice pustimo vznikniti, mlade rastline nato pokosimo in podorjemo. Večleten kolobar.
Mehansko zatiranje	Obdelava tal	Postavitev ograje in stražil.	Pravočasna uporaba pluga, brane in prekopalnika. Gosta setev.
Kemično zatiranje	Kemično zatiranje: fungicidi, po potrebi apnenje	Kemično zatiranje: insekticidi, kemična odvrčala proti pticam zajcem in srnam.	Kemično zatiranje: herbicidi pred in po setvi do začetka cvetenja.

2.1.4.7 Žetev

Tako, kot sta pomembna optimalna obdelava tal in oskrba posevka, je pomembna pravočasna in natančna žetev, ker lahko prav pred žetvijo in med njo prihaja do velikih izgub semena. Izgube nastajajo zaradi pokanja luskov in neenakomernega zorenja. Pri spravilu je treba paziti tudi na vlago, ki naj bi bila 8 - odstotna, kar je nemogoče doseči na njivi, zato se ogrščico žanje največ pri 18- do 20- odstotni vlažnosti semena, potem pa se seme za shranjevanje in stiskanje olja dosuši na 8- do 10- odstotkov vlažnosti. Čas žetve je takrat, ko je seme v spodnjih luskah na začetku polne zrelosti, poleg tega pa je zelo pomembno, da se žetev prezrele ogrščice opravi zjutraj ali zvečer (Kocjan Ačko, 2006b).



Slika 2: Žetev oljne ogrščice z žitnim kombajnom (Uljana repica)

2.1.5 Kemična sestava semena ogrščice

Glede na namen uporabe olja in stranskih proizvodov je pomembno poznavanje maščobno kislinske sestave olja. Za prehranske namene seme ne sme vsebovati eruka kislin, glukozinolatov in linolenske kisline ali le v zelo majhnih količinah. Te snovi negativno vplivajo na zdravje ljudi in živali, če pa uporabljamo olje za biodizel pa so eruka kisline celo dobrodošle, ker povečujejo mazavost (Jeroch, 2005).

Sorte oljne ogrščice se po kemični sestavi razlikujejo, saj so imele stare sorte večjo vsebnost škodljivih snovi, kot jih imajo zdaj. Vsebnost eruka kislin v olju za prehrabene namene ne sme biti večja kot 2% (v preteklosti do 50%), saj te kisline povzročajo bolezni srca in ožilja. Vsebnost glukozinolatov (povzročajo hipertrofijo jeter in ščitnice) ne sme presegati 20 mikromolov/g suhe snovi pogač. Če je linolenske kisline nad 5%, je kvarjenje olja hitrejše. Vse te škodljive snovi so s pomočjo žlahtnjenja omejili na najnižjo stopnjo. (Jeroch, 2005).

Olje namenjeno za biodizel, naj bi imelo več beljakovin in čim manj glukozinolatov ter ogljikovih hidratov. V preglednici 5 je navedena kemična sestava semen.

Pregl. 5: Kemična sestava semen (Salunkhe, 1992)

Sestava	Vsebnost (%)
Olje	38 do 50
Beljakovine	15 do 25
Vlaknine	11 do 16
Pepel	7 do 8
Vlaga	6 do 9

2.1.5.1 Olja

Ogrščično olje, kot tudi vsa rastlinska olja so po kemijski sestavi estri alkohola glicerola in višjih maščobnih kislin, triacilgliceroli. V naravi jih najdemo, kot zmesi mešanih triacilgliceridov; ogrščično vsebuje poleg teh tudi nekaj digliceridov in monogliceridov, ki vsebujejo eno ali dve maščobni kislini. Te nastanejo s parcialno hidrolizo. Negliceridnih delov je v olju zelo malo, njihova vsebnost pa je odvisna od pridelka, sušenja semena, časa skladiščenja in postopka stiskanja (Salunkhe, 1992).

Pregl. 6: Sestava olja oljne ogrščice (Tajnšek, 1986; Salunkhe, 1992)

Sestava olja oljne ogrščice	Nastanek in pomen	Vsebnost (%)
Triacilgliceroli	Ester glicerola v katerem so vse tri hidroksilne skupine zaestrene z maščobno kislino, rečemo jim tudi nasičene maščobne kisline.	95 do 98
Proste maščobne kisline	Nastanejo s parcialno hidrolizo, reakcijo pospeši visoka temperatura, tlak in dodajanje vode. Rečemo jim tudi nenasičene maščobne kisline.	2 do 3
Fosfati	Soli fosforjeve kisline.	
Glikolipidi-gliceridi (monogliceridi, digliceridi)	Ko se ena ali dve OH skupini glicerola zaestrita s sladkorjem.	
Minerali, vitamini	Vsebnost je odvisna od sestave tal	
Barvila	Naravna barva ogrščice je posledica prisotnih lipokromov in pigmentov, predvsem karotenov in klorofilov. Prisoten je predvsem β -karoten (70 do 75 % karotenov v olju) in feofitin A, ki je produkt klorofila in je najpomembnejši v surovem olju.	
Žveplo	Žveplo je v olju nezaželeno, saj hrana ocvrta v takem olju dobi neprijeten okus. Že v sami rastlini se deaktivirajo encimi, ki povzročajo spajanje žvepla, večina ostalega pa se odstrani z prezračevanjem.	
Voda	Odvisna od kakovosti sušenja semena	< 0,2

V preglednici 6 je navedeno, da se delež prostih maščobnih kislin poveča z obdelavo semena. Če olje pridobivamo iz mastnih pogač, te po prvem stiskanju vsebujejo 18 % olja in 1 % prostih maščobnih kislin. Če postopek nadaljujemo, kar je zaželeno, s tem dobimo več olja; s pomočjo cikloheksana tropine ekstrahiramo in dobimo le še 2,65 - odstotno vsebnost olja ter 3 % prostih maščobnih kislin. Take tropine so bolj zdrave za živali in manj podvržene kvarjenju, ker vsebujejo manj olja.

Pregl. 7: Maščobnokislinska sestava olja oljne ogrščice, njen vpliv na zdravje in nekatere druge lastnosti (Tajnshek, 1986; Salunkhe, 1992)

Maščobna kislina	Kemična sestava	Stabilnost	Viskoznost	Vpliv na zdravje	Vsebnost maščobnih kislin (%)
Eruka kislina	C 22:1			Ima dolgo verigo C-atomov kar jo dela neaktivno, kar posledično ostaja neizkoriščena v srčni mišici in tako lahko povzroči zastoj srca ali hemolitično anemijo.	50 (stare sorte) <2 (nove sorte)
Stearinska kislina	C 18:0	zelo obstojna	zelo viskozna	Če je prisotna v velikih količinah, lahko povzroča poškodbe srca in ožilja.	
Oleinska kislina	C 18:1	obstojna	bolj tekoča od stearinske	Ustrezna	>61
Linolna kislina	C 18:2	neobstojna	bolj tekoča kot prejšnji dve	Predhodnica prostogladinov, ki uravnavajo krvni tlak in strjevanje krvi. Nahaja se v koži in celičnih stenah vseh živih bitij. Preprečuje bolezni srca in ožilja.	22
Linolenska kislina	C 18:3	najmanj obstojna	najbolj tekoča	S skladiščenjem oksidira in se kvari, zato so njen delež zmanjšali na 5 %	10 (stare sorte) <5 (nove sorte)

Linolna in linolenska kislina sta nenasičeni maščobni kislini, kar pomeni, da ju človek ali žival ne more sintetizirati v telesu in ju zato nujno potrebuje, dobi pa ju samo s hrano. Linolenska kislina povzroča kvarjenje olja, zato so njen delež zmanjšali na 5 %, pomembno pa je, da jo olje kljub temu vsebuje, saj ima zelo pomembno vlogo v strukturi živčnega sistema. Pomembno vlogo ima tudi pri reprodukciji človeka in živali, preprečuje pa tudi bolezni srca in ožilja (Salunkhe, 1992).

Najbolj zdravo olje je tisto, ki vsebuje mešanico različnih rastlinskih olj, saj se glede sestave maščobnih kislin razlikujejo. Eden pomembnih vzrokov je, da olja ne prenašajo visokih temperatur na enak način, tako se sončnično olje ob petkratnem segrevanju spremeni toliko, kot se olje ogrščice ob desetkratnem (Salunkhe, 1992).

2.1.5.2 Ogljikovi hidrati

Ogljikovi hidrati so vir energije (škrob, glikogen), ogrodni material (celuloza, hitin) ali pa imajo različne druge specifične funkcije. Kjer imajo funkcije v presnovi, so sestavni deli sestavin, iz katerih so zgrajene kosti, hrustanec in vezivno tkivo, pomembni so tudi v snoveh, ki preprečujejo strjevanje krvi (Salunkhe, 1992).

V ogrščičnih semenih najdemo predvsem celulozo in hemicelulozo, ki predstavlja 10 % celotne luščine (na suho snov). Lupina predstavlja 15 % celotne mase semen, v njej pa najdemo predvsem pektine in polisaharide, ki so v celični membrani in imajo strukturno funkcijo. Prisotni so le v zrelih semenih (Salunkhe, 1992).

Pregl. 8: Vsebnost najpomembnejših aminokislin v tropinah ozimne oljne ogrščice (Salunkhe, 1992)

Ogljikovi hidrati	Vsebnost (%)
Saharoza	7,4
Rafinoza	0,33
Stahioza	2,5
Galaktitol	0,1
Digalaktozil glicerol	0,1
Arabani in alabogalakuronska kislina	4 do 5
Hemiceluloza	3
Celuloza	4 do 5
Škrob	1

Derivati ogljikovih hidratov ali tako imenovani glukozinolati so dušikove spojine, ki imajo oster okus in so netopni v olju. V preteklosti so sorte vsebovale veliko glukozinolatov, ti pa povzročajo zmanjšanje delovanja ščitnice in hipertrofijo jeter, kar je povzročalo presnovne motnje. Na glukozinolate so najbolj občutljivi prašiči. Za prehrano živali lahko uporabljamo tropine, ki imajo vsebnost do 20 mikromolov/g, kar dosežemo s toplotno obdelavo (Salunkhe 1992).

2.1.5.3 Beljakovine

Beljakovine so poleg olj pomembna sestavina oljne ogrščice, predstavljajo 25 % celotne mase zrnja. Ogrščične tropine imajo veliko biološko vrednost in beljakovine po ekstrakciji ostanejo v tropinah. Tropine uporabljamo kot dober beljakovinski nadomestek v prehrani živali. Beljakovinski proizvodi pa imajo visoko zmožnost vpijanja vode (Salunkhe 1992).

Globulini s 70 - odstotnim deležem v semenih oljne ogrščice predstavljajo pomembne beljakovine tako v semenih stročnic kot žit (Salunkhe 1992).

Pregl. 9: Aminokislinska sestava tropin oljne ogrščice (Salunkhe, 1992)

Aminokislina	Vsebnost (%)
Alanin	1,6 do 1,7
Arginin	2,1 do 2,2
Aspariginska kislina	2,5 do 3,1
Cistein	0,2 do 0,5
Glutaminska kislina	6,4
Glicin	1,8 do 1,9
Histidin	1,0
Izoleucin	1,3
Lizin	2,1
Leucin	2,6 do 2,7
Metionin	0,7
Fenilalanin	1,4 do 1,5
Prolin	2,3 do 2,7
Serin	1,6 do 1,7
Treonin	1,6 do 1,7
Triptofan	0,4
Tirozin	0,8 do 0,9
Valin	1,8 do 1,9

2.1.5.4 Minerali

Najpogostejši minerali v semenu oljne ogrščice so kalij, fosfor, železo, žveplo, kalcij, magnezij. Mineralna sestava je predvsem odvisna od sestave tal na katerih je bila rastlina gojena in je prikazana v preglednici 10.

Pregl. 10: Vsebnost mineralov v oljni ogrščici (Salunkhe, 1992)

Mineral	Vsebnost (mg/kg)
Kalij	10400
Fosfor	10400
Žveplo	1500 do 1800 (sorte z nizko vsebnostjo glukozinolatov le 700 in manj)
Kalcij	6600
Magnezij	5100
Železo	180
Cink	65,5
Mangan	43
Selen	0,98

2.1.5.5 Vitamini

Najpogostejša vitamina v semenu ogrščice sta holin in niacin.

Pregl. 11: Vsebnost vitaminov v semenu oljne ogrščice (Salunkhe, 1992)

Vitamin	Vsebnost (mg/kg)
Holin	6700
Niacin	159,5
Tiamin	5,23
Riboflavin	3,7
Pantotenska kislina	3,48
Folna kislina	2,29

2.1.6 Krmna vrednost krmil ogrščice in uporaba v prehrani domačih živali

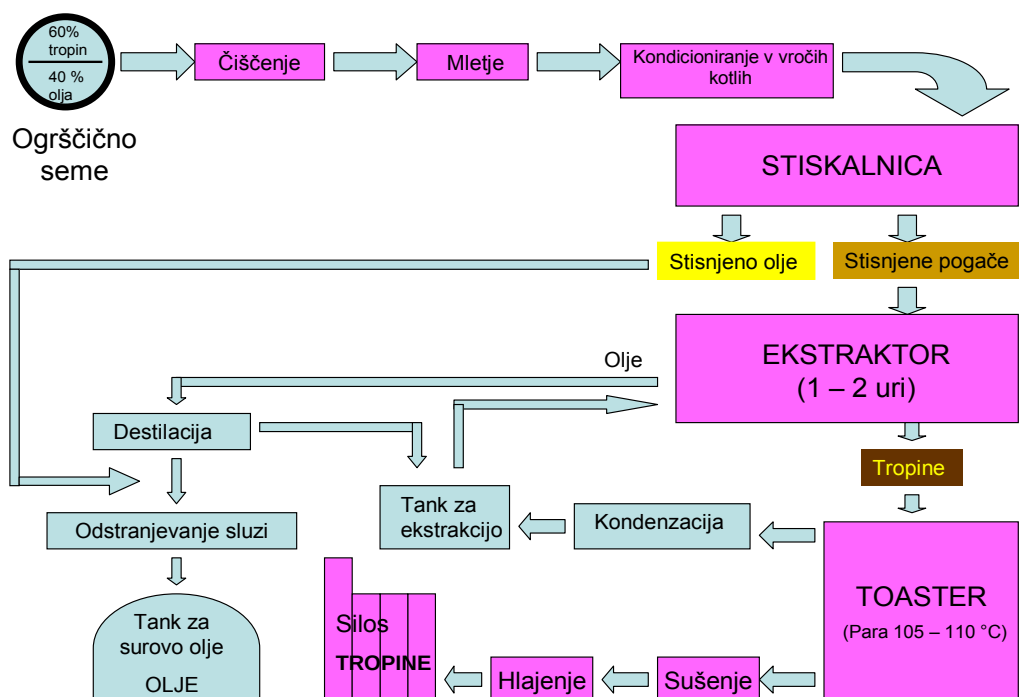
Oljna ogrščica in njeni stranski proizvodi, ki nastanejo pri tehnološki obdelavi so postali pomembni pri prehranjevanju domačih živali. Vsebuje nenasičene maščobne kisline, ki so nenadomestljiv vir pri delovanju celotnega organizma. Žlahtnitelji so uspeli vse negativne lastnosti ogrščice zmanjšati na raven, ko za organizem niso več nevarni, tako jim je uspelo zmanjšati vsebnost glukozinolatov. Z gensko tehnologijo so povečali delovanje fitaze vsebnost eruka kisline pa so z okoli 5 % zmanjšali na 1 %. Tako so ogrščico spremenili, da jo lahko uporabljamo za humano in živalsko prehrano, pred 30 leti pa so jo uporabljali zgolj za tehnične namene (Jeroch, 2005).

V prihodnosti se bo ogrščica še spreminjala, po mnenju strokovnjakov se bo zmanjšala vsebnost vlaknine in vsebnost sinapina. Višja naj bi bila vsebnost lastne fitaze v semenu, radi pa bi tudi spremenili maščobnokislinsko sestavo (Jeroch, 2005).

2.1.6.1 Pridelava tropin kot stranskega proizvoda predelave

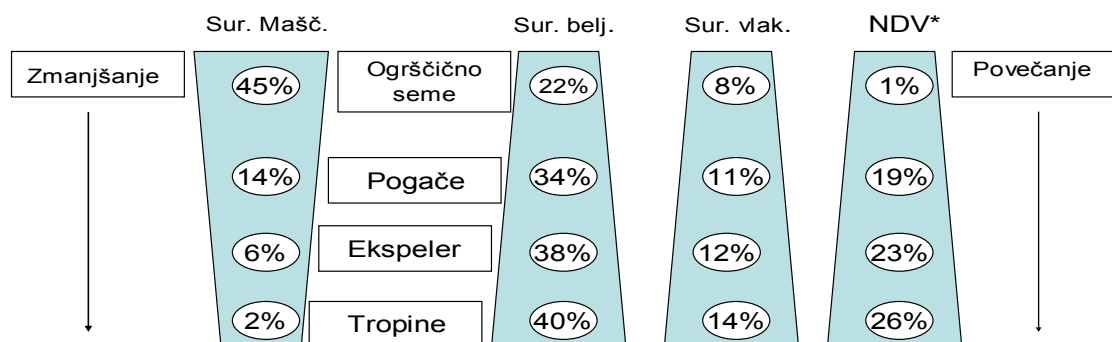
Pridelava brezmaščobnih oljnih tropin kot stranskega proizvoda je najbolj razširjena v Franciji in Nemčiji, uporabljajo pa jo tudi druge države (Jeroch, 2005).

Ogrščično seme vsebuje okoli 60 % tropin in 40 % olja, zato je še toliko bolj pomembno, da izkoristimo seme v celoti in ne samo za olje. Seme se najprej očisti vseh nečistoč, kot so žetveni ostanki, prah, nato gre skozi **mlin** v katerem se seme zdrobi, saj je za iztiskanje olja to nujno potrebno. Masa se v **vročih kotlih zbere** in segreje, da je olje bolj tekoče, saj se potem lažje in boljše iztisne v **stiskalnici**. Stisnjene pogače se lahko uporabijo neposredno za krmo živalim, slaba stran pogač pa je, da vsebujejo še vedno veliko glukozinolatov. Pogače gredo še za 1 do 2 uri v **ekstraktor** v katerem olje odteče, nato pa še v **toaster**, kjer s pomočjo vodne pare zreduciramo vsebnost glukozinolatov na dovoljeno raven, kar je pomembno pri uporabi za krmo (Jeroch, 2005).



Slika 3: Shema pridelave tropin iz ogrščičnega semena (Jeroch, 2005)

Posamezni stranski proizvodi, kot so pogače, ekspeler in tropine se med predelavo olja razlikujejo po vsebnosti hranil. Deleži surovih beljakovin, surove vlaknine in NDV se med predelavo povečujejo, delež surovih maščob v posameznih proizvodih pa se med predelavo zmanjšuje (Jeroch, 2005).



* NDV je v nevtralnem detergentu netopna vlaknina. Predstavlja **vsoto ogrodnih snovi** (celuloza, hemiceluloza in lignin).

Slika 4: Spreminjanje vsebnosti hranil med predelavo olja iz ogrščičnega semena (Jeroch, 2005)

Tropine pa nimajo le pozitivnih lastnosti, ampak tudi nekaj negativnih, med drugim tudi to, da vsebujejo velik delež vlaknine, ki deluje slabo na prebavljivost. Žlahtnitelji se trudijo, da bi v prihodnosti odstranili celotno semensko lupino, nastajajo pa tudi sorte, ki vsebujejo za polovico manj celične stene (Jeroch, 2005).

Pregl. 12: Snovi v ogrščičnem semenu, ki zmanjšujejo njeno krmno vrednost in imajo antinutritivne lastnosti (Jeroch, 2005)

Snov – skupina snovi	Vsebnost	Delovanje
Snovi celične stene	145 – 200 g/kg SS	Zmanjšanje prebavljivosti snovi v celici.
Oligosaharidi	20 – 30 g/kg SS	Možne motnje prebavnih procesov zaradi povečane tvorbe plinov.
Glukozinolati	5 – 25 µmol/g	Golšavost in depresiven vpliv na zauživanje krme in proizvodnost.
Fitinska kislina	37 – 48 g/kg SS	Vezava makro in mikro elementov, zato slabša izkoristljivost.
Tanini	20 – 30 g/kg SS	Zaviranje delovanja proteolitičnih encimov, posledično pa zmanjšanje prebavljivosti surovih beljakovin in aminokislin.

g/kg SS – vsebnost v gramih na kilogram suhe snovi

mol/g – molska masa snovi

Ogrščične pogače so energijsko in beljakovinsko krmilo, medtem ko so tropine čisto beljakovinsko krmilo. Vsebnost energije je odvisna od vlaknine in maščob. Zelo pomembno je, da je kakovost beljakovin enaka kot pri sojinah tropinah, kar je za

mlečnost krav izrednega pomena. Sposobnost mikroorganizmov v vampu, da razgradijo beljakovine je omejena, zato je pomemben delež nerazgradljivih beljakovin, ki gredo v črevo. Večja kot je mlečnost, bolj so pomembne nerazgradljive beljakovine. Te številke so pomembne, ker je bila vsebnost ogrščice podcenjena (Jeroch, 2005).

Pregl. 13: Razgradljivost surovih beljakovin (%) različnih krmil v vampu (Jeroch, 2005)

Razgradljivost surovih beljakovin v vampu			
	65	75	85
	Suha zelena krma	Koruzna silaža	Travna silaža
Krmilo	Sojine tropine	Ogrščične pogače	Grah
	Ogrščične tropine		Pšenica

Pri ogrščičnih tropinah se 25 % surovih beljakovin ne razgradi v vampu ampak gredo v črevesje. Pri pogačah je drugače, ker vsebujejo 10 do 15 % olja. Čeprav je olje vir energije imajo pogače pri preveliki vsebnosti maščob negativen vpliv na presnovo, zato pri kravah vsebnost v obroku ne sme preseči 5 %. Uporabnost pogač je omejena, glede na vsebnost maščob v pogačah (Jeroch, 2005).

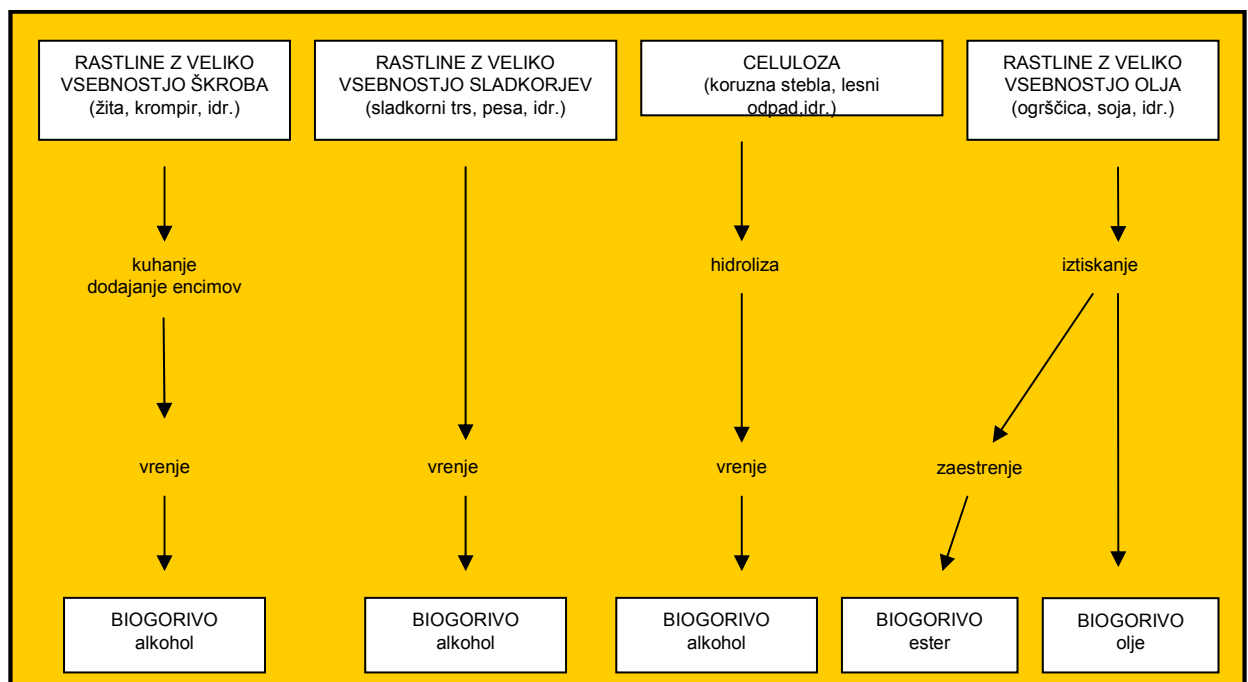
2.2 TEKOČA BIOGORIVA IZ BIOMASE

Dejstvo je, da se bo obdobje fosilnih goriv, zaradi prevelikega obremenjevanja okolja in izčrpanosti primarne surovine (nafta) v nekaj desetletjih zaključilo. To nas sili k iskanju in uporabi okolju prijaznejših obnovljivih virov energije, med katerimi je biomasa poleg vode, vetra, sonca vsekakor pomemben vir. Med biomaso štejemo surovine, kot so na primer les, ostanki rastlin ali energetske rastline, ki jih lahko neposredno ali pa z različnimi prostopki spremenimo v sekundarna goriva. Biomasa nastaja s pomočjo sonca v procesu fotosinteze, ki poteka v listih zelenih rastlin. Rastline porabljajo ogljikov dioksid iz zraka in ga s pomočjo sonca in vode spremenijo v energetsko bogate organske sestavine. Te sestavine so v glavnem ogljikovi hidrati, pri pretvorbi pa delujejo rastline tudi kot čistilci zraka (Medved, 1995).

Pri sežigu biomase nastaja podobno kot pri fosilnih gorivih ogljikov dioksid, vendar je v primerjavi z uporabo goriv iz biomase ogljikov dioksid proizveden v zaprtem krogu in zato ne povečuje koncentracije v atmosferi (Medved, 1995).

Delež obnovljivih virov energije (OVE) se bo po napovedih od leta 2000 do leta 2015 povečal iz 10,8 % celotne primarne energije na 13,3 %; pri tem je drugi največji delež OVE lesna biomasa, ki v Sloveniji predstavlja enega od največjih energetskih potencialov (Medved, 1995).

Načini pridobivanja tekočih goriv so prikazani v sliki 5.



Slika 5: Pridobivanje tekočih biogoriv iz biomase (Medved, 1995)

Od vseh tekočih biogoriv je v svetu najbolj razširjena uporaba biodizla, sledita pa mu biometanol in bioetanol (Medved, 1995).

2.2.1 Bioetanol

Bioetanol je najbolj razširjeno gorivo, ki nastaja s pomočjo fermentacije rastlin, ki vsebujejo veliko sladkorja (sladkorni trs, sladkorna pesa, različno sadje), škroba (žita, krompir) ali celuloze (koruzna stebela, lesni odpadki, drugi vlaknati materiali) (Drenovec, 1994).

Fermentacija je proces anaerobnega dihanja, ki poteka v nekaterih mikroorganizmih, na primer v kvasovkah. Kvasovke dodajamo v raztopino vode in rastlin z navadnim sladkorjem, ki ga porabljajo in izločajo v obliki alkohola ter ogljikovega dioksida. V reaktorjih po fermentaciji teh ostane približno 90 % vode in trdnih ostankov ter le 10 % etanola, ki ga s toplotnim ločevanjem ločimo iz raztopine. Za proizvodnjo bioetanol iz škroba ali celuloze je biomasa najprej treba spremeniti v navaden sladkor. Škrob razgradimo s kuhanjem in dodajanjem encimov, celulozo pa s hidrolizo (Drenovec, 1994).

Fermentacija s pomočjo kvasa je draga, saj je treba proces ustaviti, iztisniti etanol iz kvasovih celic in ga prečistiti. Bioetanol lahko pridobivamo iz rastlin tudi s pomočjo bakterij *Bacillus stearothermophilus*. Bakterija predela v etanol 30 % več rastlinskega materiala kot kvasovke. Ko bakterija predeluje rastline, se sprošča veliko toplote, tako da je v fermentacijski posodi vedno 70 °C. Zaradi tega nastali etanol izpareva in ga lahko neprekinjeno odvajamo iz posode s pomočjo vakuumu, nato pa se kondenzira. Uporaba te bakterije zniža ceno pridobljenega bioetanol (Drenovec, 1994).

Količina pridobljenega bioetanol je odvisna od rastline, iz katere ga pridobivamo. Primerjava dobljenega bioetanol iz enega hektara je razvidna iz preglednice 14.

Pregl. 14: Pridelek in količina etanola na hektar (Medved, 2000)

Rastlina	Pridelek t/ha/leto	Količina etanola lit/tono	Količina etanola lit/ha/leto
Sladkorni trs	50 do 90	70 do 90	3500 do 8000
Sladka koruza	45 do 80	60 do 80	1750 do 5300
Sladkorna pesa	15 do 50	90	1350 do 5500
Krmna pesa	100 do 200	90	4400 do 9350
Pšenica	4 do 6	340	1350 do 2050
Ječmen	2,7 do 5	250	675 do 1250
Riž	2,5 do 5	430	1075 do 2150
Koruza	1,7 do 5,4	360	600 do 1950
Sladki krompir	8 do 30	167	1330 do 5000

Bioetanol brez kakršnih koli sprememb motorja, lahko dodajamo v bencin v razmerju 20 % bioetanol proti 80 % bencina. Pri tem izboljšamo lastnosti goriva, saj ima etanol dobre zgorevalne sposobnosti, visoko oktansko število in omogoča čistejše zgorevanje (Medved, 2000).

Bioetanol uporabljajo že novejša vozila saj je podjetje SAAB, dalo na trg avtomobil v katerem se uporablja 85 % bioetanola in 15 % bencina. Pri tem motor pridobi na moči in le ta do 25 % manj onesnažuje ozračje kot pri uporabi čistega bencina (Medved, 2000).

Pregl. 15: Primerjava osnovnih lastnosti bioetanola in Evrodizla (Medved, 2000)

Lastnosti	Bioetanol	Evrodizel
Vrelišče (°C)	78,4	180
Gostota (kg/m ³)	789	835
Energetska vrednost (MJ/kg)	26,7	42

Bioetanol glede energetske vrednosti zaostaja za bencinom, saj gori počasneje, zato je treba v motorjih, ki ga uporabljajo prilagoditi predvžig. Poraba bioetanola pa je dvakrat večja kot bencina (Medved, 2000).

V Braziliji etanol nadomešča 60 % bencina za pogon vozil, kar je zmanjšalo onesnaženost s CO₂ za 65 %. V nekaterih delih Evrope je uporaba etanola zakonsko predpisana za vlečne naprave v visokogorskih centrih (Medved, 2000).

2.2.2 Biometanol

Biometanol pridobivamo iz naravnega plina, ki ga dobimo iz premoga, lesa ali komunalnih odpadkov. Velja za čisto gorivo, čeprav iz njega izhaja ravno toliko ogljikovega dioksida kot pri izogrevanju bencina (Stegers, 1990).

Biometanol pridobivamo s procesom pirolize. To je postopek nepopolnega izogrevanja pri katerem kontroliramo temperaturo, velikost delcev in atmosfero, v kateri poteka nepopolno izogrevanje. Biometanolu pravimo tudi lesni alkohol (Stegers, 1990).

Metanol gori z nevidnim plamenom in je zelo strupen. Je zelo agresivna tekočina, zato morajo biti cevi iz najboljših jeklovih zlitin. Pri izogrevanju nastaja formaldehid, ki ga je treba predelati s katalizatorjem. Vozila na metanol, ki imajo vgrajen tak katalizator ustrezajo vsem najstrožjim predpisom glede izpušnih plinov. Biometanol ima veliko prednosti pred ostalimi gorivi, ena najpomembnejših je, da ga lahko mešamo z bencinom v poljubnih razmerjih. Ogljikovodiki, ki izogrevajo pri uporabi biometanola prispevajo k zmanjšanju vsebnosti smoga v ozračju (Stegers, 1990).

Pregl. 16: Primerjava osnovnih lastnosti biometanola in Evrodizla (Medved, 2000)

Lastnosti	Biometanol	Evrodizel
Vrelišče (°C)	64,7	180
Gostota (kg/m ³)	792	835
Kalorična vrednost (MJ/kg)	20	42

2.2.3 Biodizel

Biodizel je gorivo, ki ga pridobivamo s predelavo rastlinskih olj, pri stiskanju semen oljnic, najdemo pa jih tudi v drugih drevesnih skupinah kot so iglavci, iz katerih pridobivamo eterična olja. Vsebnost olja se razlikuje glede na vrsto, sorto, način pridelave, vremenske razmere in žlahtniteljske izboljšave (Medved, 2000).

Iz enega hektara posejane oljnice dobimo približno 1500 litrov olja, iz katerega s postopkom estrenja dobimo približno 900 litrov pogonskega goriva (Medved, 2000).

Estrenje je postopek s pomočjo katerega sestavine olj in maščob (triacilgliceride), z dodajanjem alkoholov (metanola ali etanola) preoblikujemo v estre, ki so goriva z visoko vsebnostjo kisika (do 10 %), zato so emisije pri izgorevanju zelo nizke. Velik delež kisika pa je tudi vzrok, da je energetska vrednost metilnih estrov nižja, kot navadnega dizla, višje cetansko število pa daje gorivu dobre izgorevalne sposobnosti. Težave pa predstavljajo višja vsebnost dušika, kar slabo vpliva na okolje, višja temperatura tališča in višja točka motnosti, ki predstavljata težave pri uporabi v hladnem vremenu. Posamezne lastnosti metilnih estrov pridobljenih iz olja ogrščice, sončnice in soje v primerjavi z navadnim dizlom so prikazane v preglednici 17.

Pregl. 17: Lastnosti metil - estrov dobljenih iz različnih rastlinskih olj in primerjava z evrodizlom (Peterson, 1994)

Lastnosti	EUD	RME	SME	MWF
Viskoznost pri 40 °C (mm ² /sek)	2,98	5,65	3,89	3,9
Gostota (g/cm ³)	0,849	0,88	0,886	0,885
Temperatura bistrosti (°C)	-12	0	3	-1
Temperatura tališča (°C)	-16	-15	-3	0
Temperatura vžiga (°C)	74	179	188	185
Temperatura vrelišča (°C)	191	347	339	229
Cetansko število	49,2	61,8	54,8	58,4
Energetska vrednost (MJ/kg)	42,9	37,77	37,04	37,14
Vsebnost dušika (ppm)	/	6	1	5,7
Vsebnost žvepla W (%)	0,36	0,012	0,012	0,02
Vsebnost ogljika (%)	86,67	78,7	82,44	77,54
Vsebnost vodika (%)	12,98	12,66	12,9	11,64
Vsebnost kisika (%)	0,33	9,22	4,65	10,82

Legenda:

EUD – Evrodizel

RME – metilni ester pridobljen z zaestrenjem olja oljne ogrščice

SME – metilni ester pridobljen z zaestrenjem olja sončnice

MWF – metilni ester pridobljen z zaestrenjem olja soje

3 MATERIALI IN METODE

Oljno ogrščico smo posejali 10. septembra 2006 na kmetiji Andoljšek pri Ribnici in sicer, za pridelavo semena, iz katerega smo s pomočjo stiskalnice za decentralizirano proizvodnjo iztisnili olje, ki smo ga zaestrili in uporabili kot pogonsko gorivo v osebnem avtomobilu.

3.1 SETEV IN OSKRBA POSEVKA OLJNE OGRŠČICE

Za poljski poskus smo uporabili seme sorte **Ekspress**, ki se je pozneje izkazala za ustrezno, še posebno v tem območju Ribnice, ker vas leži v osrčju Velike gore, ki v popoldanskem času zelo zastira prodor sončnih žarkov. V spomladanskem času je za to območje značilna zelo pozna začetna rast trav in poljščin, vsaj teden ali dva pozneje kot drugje. Ne smemo pozabiti tudi na divjad, ki nam je v zimskem času, zaradi pomanjkanja snega naredila precej škode na posevku, kljub varovanju z električnim pastirjem.

Oljna ogrščica je bila zaradi preusmeritve kmetije leta 2006 v ekološko pridelavo, pridelana po standardih ekološke pridelave. Pred oranjem je bila njiva pognojena s konjskim gnojem v količini 60 t/ha. Tla so bila pred setvijo ustrezno obdelana s predsetvenikom. Seme smo zaradi pomanjkanja mehanizacije v tem območju posejali ročno za izračun smo vzeli priporočeno količino, to je 5 kg semena na hektar. Njiva za setev ogrščice je bila velika 10 arov, zato smo odtehtali 0,5 kg semena in ga enakomerno posejali. Posevek ni bil čezmerno zapleveljen, ker smo pred setvijo pustili, da pleveli vzniknejo, pred setvijo pa smo jih pobranali in s tem ustavili nadaljnjo rast.

Divjad je v zimskem času, zaradi pomanjkanja snega naredila precej škode na posevku, kljub varstvu poljskega poskusa z električnim pastirjem.

V času jesenske in spomladanske rasti posevek do cvetenja ni kazal bolezenskih znakov. Edino težavo so predstavljali škodljivci, kot so srne (*Capreolus capreolus*), ki jih tudi z mehanskimi ukrepi nismo uspešno zaustavili, zato je bil posevek oljne ogrščice veliko bolj občutljiv na pozebo, ker rastline niso imele listov.

Najbolj pogosti pleveli

V spomladanskem času je bilo opaziti nekaj vrst plevelov, ki so na nekaterih delih tudi prerasli ogrščico, še posebno tam, kjer je bila škoda zaradi srn največja.

Med posevkom ogrščice so bili naslednji pleveli:

- trave: latovka (*Poa* sp.), ljuljka (*Lolium* sp.), bilnica (*Festuca* sp.),
- navadni plešec (*Capsella bursa pastoris*),
- slak (*Convolvulus* sp.),
- osat (*Cirsium arvense*) in

navadni regrat (*Taraxacum officinale*).

V juniju, ko ogrščica zori, lahko ogrožajo pridelek tudi ptiči. Ker ptičev ni bilo, pokrivanje posevka ni bilo potrebno.

Žetev smo opravili z žitnim kombajnom 27. junija 2007. Zaradi zapleveljenosti s travami smo skupaj z ogrščičnim semenom poželi precej semena trav, ki pa pozneje niso ovirala stiskanja olja iz ogrščičnih semen.



Slika 6: Oljna ogrščica se je kljub napadu divjadi dobro razvejila

3.2 PREDELAVA SEMENA

Seme oljne ogrščice smo stisnili s stiskalnico za decentralizirano proizvodnjo olja v laboratoriju za kmetijsko tehniko v Jablah. Stiskanje smo opravili v dveh ločenih fazah, ker je na ta način izplen olja večji.

3.2.1 Prva faza

Seme smo najprej stehali s pomočjo digitalne tehtnice Voltkraft HS30, in ga stresli v zalogovnik za neprekinjen dovod semena, ki je sestavni del stiskalnice. Pri stiskanju smo merili čas v obeh fazah in na ta način izračunali storilnost posamezne faze.



Slika 7: Pridobivanje olja iz semen oljne ogrščice

Hitrost stiskanja in odstotek pridobljenega olja je odvisen od vrtilne frekvence. Če je vrtilna frekvenca višja je odstotek pridobljenega olja manjši, tropine pa vsebujejo preveč olja. Na koncu prve faze smo stekali olje in tropine in ugotovili, da nečistoče v semenu, v našem primeru semena trav, ne vplivajo na odstotek pridobljenega olja in na hitrost stiskanja. To je bila zlasti razveseljiva ugotovitev tudi za strokovnjake Kmetijskega inštituta Slovenije, ker olja iz neočiščenega semena ogrščice v laboratoriju za kmetijsko tehniko do takrat še niso iztiskali. Pozitivno je zlasti to, da smo pri stiskanju neočiščenega semena prihranili čas in energijo, ki pa je pri proizvodnji olja še kako pomembna.

3.2.2 Druga faza

V drugi fazi smo pridobljene pogače iz prve faze še enkrat stisnili in dobili še dodatno količino olja in še bolj suhe pogače, ki jih kot končni proizvod uporabljamo za krmljenje živalim. Pogače iz ogrščice smo uporabili kot dodatek k ječmenu za doječe kobile na kmetiji Andoljšek.

Tehnični podatki druge faze so ostali nespremenjeni, čas stiskanja je bil daljši, storilnost pa je bila manjša, kar je tudi razumljivo, ker največji odstotek olja pridobimo v prvi fazi.



Slika 8: Dvofazno stiskanje tropin poveča delež pridobljenega olja

3.3 PRIDOBIVANJE BIODIZLA IZ OLJA OZIMNE OLJNE OGRŠČICE

Pridobljeno olje smo na kmetiji Andoljšek predelali v biodizel in sicer s pomočjo kemijskega postopka, ki se imenuje estrenje, pri katerem triacilgliceride (sestavine olj in maščob) s pomočjo alkohola na primer metanola preoblikujemo v estre.

3.3.1 Čiščenje olja

Najboljši način čiščenja je sedimentacija. Olje smo pustili v posodi ali tanku za surovo olje, kjer so se večji delci usedli na dno čisto olje pa je ostalo na vrhu. Olje smo prelili v posodo, kjer smo ga segreli na 35 do 40 °C, takšno olje postane bolj viskozno in ga lažje filtriramo. Uporabili smo filter za kavo.



Slika 9: Filtriranje surovega ogrščičnega olja skozi kavni filter

3.3.2 Dehidracija olja

Vsako olje vsebuje nekaj vode, še posebno veliko je vsebuje odpadno jedilno olje. Vsebnost vode v svežem surovem olju ni velika, vendar smo vseeno izvedli pregrevanje olja, saj se le tako lahko prepričamo, da le to ne vsebuje vode. Voda upočasni reakcijo in povzroči saponifikacijo (olje zgosti).

Olje smo segreli na 100 °C in pustili, da je vsa voda izhlapela, pri tem smo uporabili mešalnik. Če olje ne vsebuje vode, pregrevanje ni potrebno, ker prihranimo čas in energijo.

3.3.3 Titracija

To je najzahtevnejši postopek v celotnem procesu, saj zahteva veliko natančnost. Titracijo uporabimo za določevanje količine natrijevega hidroksida za nevtralizacijo maščobnih kislin. Predvsem je pomembna pri estrenju odpadnega jedilnega olja, pri čemer določimo proste maščobne kisline, ki so nastale pri uporabi olja. Surovo olje potrebuje za reakcijo 3,5 grama NaOH, zato smo takšno količino uporabili tudi za naše ogrščično olje.

3.3.4 Priprava natrijevega metoksida

Natrijev metoksid je raztopina NaOH z metanolom. Gostota metanola in surovega olja je približno enaka. Če hočemo pravilno količino moramo stehtati vsako posamezno tekočino, da dobimo pravo gostoto. Za esterifikacijo olja potrebujemo 20% metanola v odvisnosti od mase olja. Na primer za 100 litrov olja potrebujemo 20 litrov metanola.

Ko smo izmerili natančno prostornino metanola, smo dodali NaOH in mešali toliko časa, da se je v celoti raztopil. Pri mešanju nastaja eksotermna reakcija, pri čemer se sprošča toplota in izhaja plin, ki ga ne smemo vdihovati. Če dobimo to raztopino na kožo, nas opeče, ne da bi čutili, ker poškoduje živce. V takem primeru speremo kožo z veliko količino vode.

Pri pripravi pazimo, da uporabimo posode, ki so iz nerjavečega jekla, ker natrijev metoksid reagira z barvo, aluminijem in cinkom. Na kmetiji Andoljšek smo uporabili kuhinjsko posodo.

3.3.5 Gretje in mešanje

Po pripravi natrijevega metoksida smo olje segreli na 48 do 54 °C. Ko smo dodajali natrijev metoksid v olje, smo le tega ves čas mešali tako, da smo ustvarjali le rahel vrtinec na površju. Če mešamo prehitro, povzročimo pljuskanje in oksidacijo olja, kar pa je nezaželeno.



Slika 10: Pri dodajanju natrijevega metoksida, smo pazili na temperaturo in hitrost mešalca

Da reakcija poteče je potrebnih 30 do 60 minut, pri tem pazimo na temperaturno območje.

Po končani reakciji smo ugasnili mešalec in pustili, da se raztopina ohladi in da se faze ločijo med seboj. Dobimo dve ločeni fazi. V spodnji težji so glicerol (ima višjo gostoto kot metilni ester zato se usede na dno), katalizator (NaOH), nezreagirano olje, nezreagiran alkohol, nekaj vode in mila. To fazo imenujemo glicerolna faza. Zgornja, lažja faza pa je zvečine iz metil estrov, vsebuje tudi nekaj nezreagiranega metanola, omiljenje in vodo v sledovih. To fazo pa imenujemo estrska faza.

Estrsko fazo smo ločili v drugo posodo, v kateri smo metilne estre oprali in posušili.

3.3.6 Pranje in sušenje

Ena od metod, da ločimo mila od metil estrov je, da estrsko fazo spiramo z vodo, najbolje je da je voda topla pri čemer je pranje boljše. Spiramo večkrat, da dobimo na koncu želen učinek.

Pri prvem pranju smo estrski fazi dodali nekaj očetne kisline, da smo nevtralizirali katalizator, ki je prisoten v njej, in dodali 50% vode, ki se je usedla na dno. Da pride do učinka smo mešali z mešalcem približno 5 minut, do pojava homogene zmesi. Pri drugem in tretjem pranju smo dodajali samo vodo. Postopek pa smo opravili trikrat, da smo na koncu dobili pH 7, ki smo ga izmerili z lakmus papirjem.



Slika 11: Estrsko fazo in vodo smo mešali do pojava rumene homogene zmesi

Biodizel po pranju ni bil čist, ampak smo ga pustili en teden, da se omiljenje in nečistoče usedejo. Ko smo dobili čist proizvod smo le tega dali na analizo v Petrolov laboratorij, kjer so analizirali naslednje lastnosti in jih primerjali z standardom:

- gostoto pri 15 °C,
 - filtrirnost,
 - kinematično viskoznost pri 40 °C,
 - spodnjo kurilno vrednost,
 - videz,
 - vsebnost vode,
 - vsebnost fosforja
- in vsebnost estrov.



Slika 12: Biodizel, bister končni proizvod olivno zelene barve

Glede filtrirnosti standard predpisuje različne vrednosti za različna obdobja. Pri nas veljajo naslednje zahteve: v poletni sezoni od 15. aprila do 30. septembra razred B (največ stopinj celzija), v zimski sezoni od 16. novembra do 28. oziroma 29. februarja razred E (največ -20 °C), v spomladanski in jesenski sezoni, ki sta od 1. marca do 14. aprila in od 1. oktobra do 15. novembra: razred D, pa je filtrirnost največ -10°C.

4 REZULTATI

4.1 POLJSKI POSKUS Z OGRŠČICO

V preglednici 18 so prikazane nekatere gospodarsko pomembne lastnosti, ki smo jih merili v posevku oljne ogrščice na kmetiji Andoljšek v Ribnici.

Pregl. 18: Pridelek in nekatere gospodarsko pomembne lastnosti ozimne oljne ogrščice sorta Ekspres na kmetiji Andoljšek v Ribnici v sezoni 2006/07

Lastnosti ozimne oljne ogrščice sorte Ekspres	
Gostota rastlin ob vzniku (št. rastlin/m ²)	110
Začetek cvetenja	29. april
Poleganje ob cvetenju	1
Višina (cm)	127
Odpornost proti boleznim	5
Poleganje ob zorenju	2
Prezanje luskov	1
Gostota rastlin ob žetvi (št. rastlin/m ²)	50
Število vej na rastlino	1,8
Absolutna masa (g)	3,4
Pridelek (kg/ha)	1300

Legenda:

Odpornost proti poleganju: 1 do 9 (1 = zelo dobra)

Odpornost proti boleznim luska: 1 do 9 (1 = zelo dobra)

V preglednicah 19 in 20 so prikazani prihodki in stroški, ki smo jih imeli pri pridelavi ozimne oljne ogrščice v sezoni 2006/07. Lastnega dela nismo šteli med stroške, saj le tega na domači kmetiji nikoli ne upoštevamo, ker bi bil rezultat popolnoma drugačen. Dobro pa je razvidno, kakšno pokritje smo dobili pri pridelavi. Pri pridelku 1,3 tone semena/ha je bilo pokritje 433 EUR na hektar. Če bi bil pridelek večji, bi se pokritje povečalo.

Pregl. 19: Kalkulacija za ozimno oljno ogrščico sorta Ekspres na kmetiji Andoljšek v Ribnici v sezoni 2006/07

	Pridelek kg/ha	Cena za kg (EUR)	Vrednost EUR/ha
Zrnje	1300	0,19	247
Neposredno plačilo za poljščino			311
Neposredno plačilo za praho			109
Skupaj vrednost pridelave na hektar			667

Pregl. 20: Materialni stroški pri pridelavi oljne ogrščice na kmetiji Andoljšek v Ribnici v sezoni 2006/07

Vrsta stroškov	Količina na hektar	Cena na enoto (EUR)	Materialni stroški EUR/ha
Seme	5 kg	1,04	5,2
Traktor s priključki (vključno s premiki)	18 ur	5,25	94,5
Kombajniranje	3,5 ur	32,35	113,22
Zavarovanje			21
Skupaj materialni stroški			233,92
Pokritje pri ogrščici za biodizel (667 EUR – 233,92 EUR)			433,08

4.2 PREDELAVA V BIODIZEL

Tehnični podatki stiskanja

Nazivna moč $P_n = 4$ kW

Premjer šobe na glavi stiskalnice $d_s = 6$ mm

Vrtilna frekvenca vijaka stiskalnice $n_v = 20$ min⁻¹

V semenu ogrščice so bile prisotne nečistoče. V glavnem so bila to semena trav, kar je bila posledica zapleveljenosti posevka ogrščice s travami. Semena trav pri iztiskanju olja niso povzročala težav, kar je pozitivna koristna ugotovitev pri predelavi ogrščice, saj tako privarčujemo z energijo za čiščenje semen.

Seme ogrščice:

Masa semena: $m_s = 38,6$ kg

Vlažnost: $h_s = 6,75$ %

Stiskanje, I. faza:

Čas stiskanja: $t_1 = 78$ min

Masa iztisnjenega olja: $m_{o1} = 9,1$ kg

Masa pogače: $m_{p1} = 29,0$ kg

Iz gornjih podatkov izračunamo:

$$\text{Storilnost prve faze: } q_1 = \frac{m_s}{t_1} = \frac{38,6 \cdot 60}{78} = 29,7 \text{ kg/h}$$

$$\text{Delež iztisnjenega olja od semena v prvi fazi: } \eta_1 = \frac{m_{o1}}{m_s} = \frac{9,1}{38,6} = 23,6\%$$

Stiskanje, II. faza:

Čas stiskanja: $t_2 = 111$ min

Masa iztisnjenega olja: $m_{o2} = 4,4$ kg

Masa pogače: $m_{p2} = 23,7$ kg

Iz gornjih podatkov izračunamo:

$$\text{Storilnost druge faze: } q_2 = \frac{m_{p1}}{t_2} = \frac{29,0 \cdot 60}{111} = 15,7 \text{ kg/h}$$

$$\text{Delež iztisnjenega olja od pogače (iz prve faze) v drugi fazi: } \eta_{2p} = \frac{m_{o2}}{m_{p1}} = \frac{4,4}{29,0} = 15,2\%$$

$$\text{Delež iztisnjenega olja od semena v drugi fazi: } \eta_2 = \frac{m_{o2}}{m_s} = \frac{4,4}{38,6} = 11,4\%$$

Skupni rezultat:

$$\text{Skupna storilnost: } q = \frac{m_s}{t_1 + t_2} = \frac{38,6 \cdot 60}{78 + 111} = 12,3 \text{ kg/h}$$

$$\text{Delež iztisnjenega olja (od semena) v obeh fazah: } \eta = \frac{m_{o1} + m_{o2}}{m_s} = \frac{9,1 + 4,4}{38,6} = 35,0\%$$

ki je bilo zelo ugodno pri semenu predelanem na kmetiji Andoljšek.

Poskus je bil opravljen v celoti v enem dnevu, pri čemer smo vzeli za iztisk samo 38,6 kg semena. Izračunali smo, da je bil delež iztisnjenega olja v obeh fazah 35 %, kar pa ni odstopalo od povprečja, ki ga imajo v laboratoriju za kmetijsko tehniko. Delež je v največji meri odvisen od vlažnosti semena, ki je bila pri semenu pridelanemu na kmetiji Andoljšek, zelo ugodna.

Pri predelavi so kot stranski proizvod ostale še ogrščične pogače, ki predstavljajo zelo dober beljakovinski dodatek krmi. Na kmetiji Andoljšek smo jih uporabili kot dodatek k močni krmi za doječe kobile. Kobile so zelo rade jedle ogrščične pogače, dodajali pa smo jih v majhnih obrokih, da ne bi prišlo do prebavnih motenj, na katere so konji še posebno občutljivi. Ogrščične pogače smo dodajali k obroku z ječmenom ali ovsom, približno pol litra na dan.

Za predelavo olja v biodizel smo porabili 2,7 litra metanola in 47,25 g NaOH. Končni proizvod smo poslali na analizo v Petrolov laboratorij v Ljubljani. V preglednici 21 so prikazane lastnosti na kmetiji proizvedenega biodizla.

Pregl. 21: Nekatere pomembnejše lastnosti na kmetiji Andoljšek proizvedenega biodizla

Lastnost	Rezultat preskusa	Optimalna meja
Filtrirnost (°C)	-10	razred D
Gostota pri 15 °C (kg/m ³)	892,9	860 - 900
Kinematična viskoznost pri 40 °C (mm ² /s)	7,441	3,5 - 5
Videz	bister, olivno zelen	/
Vsebnost vode (mg/kg)	1440	<500
Vsebnost estrov (%)		
- vsebnost estra	73,7	>96,5
- vsebnost metil estra linolnih kislin	7,0	<12
Vsebnost fosforja	8	<10

4.3 UPORABA PRIDOBLENEGA BIODIZLA

Po zaključenem postopku esterifikacije smo biodizel, dali na analizo v Petrolov laboratorij, kasneje pa smo ga preizkusili v osebni avtomobilu znamke Golf. Avtomobil ni kazal znakov nepravilnega delovanja motorja, občutili smo samo manjšo moč pri pospeševanju in malo večjo porabo goriva, vendar teh lastnosti nismo meritveno primerjali z navadnim dizelskim gorivom.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Oljna ogrščica je rastlina, ki se je na rastne razmere, na razmeroma hladnem območju Ribnice dobro prilagodila. Lega kmetije Andoljšek je senčna. Višinska razlika med Ribnico in kmetijo je približno 200 metrov, kar ni veliko, vendar vpliva skupaj z senčno lego na rast in razvoj v jesenskem in spomladanskem času. Območje kmetije je tudi izredno poseljeno z gozdnimi živalmi poleg srne je navzoč tudi medved, ki se neovirano sprehaja po posevkih, vendar mu ogrščica nikakor ni teknila. Kljub temu, da je ogrščica rasla v neugodnih razmerah brez uporabe mineralnih gnojil in brez uporabe sredstev za zatiranje bolezni, škodljivcev in plevelov je pokazala, da je sposobna zaključiti življenjski cikel. Pridelek semena je bil približno za polovico manjši (1300 kg/ha) od slovenskega povprečja, ki je približno 2,5 do 3 tone semena na hektar. Vsekakor se bo setev na kmetiji nadaljevala tudi zato, ker je ozimna oljna ogrščica ugodna za kolobar, v katerem sta še krompir in ječmen oziroma oves. Kljub nizkemu pridelku smo bili s pridelkom ogrščice vseeno zadovoljni, saj smo ugotovili, da je možna pridelava ogrščice na ribniškem območju.

Pri stiskanju semen smo dobili 35 % olja. Pri stiskanju ni bilo težav, saj je bila vlažnost semena le 6,75-odstotna, kar pomeni, da je bilo seme pred žetvijo dovolj zrelo in pridelek osušen. Ugotovili smo, da na delež iztisnjenega olja ne vpliva delež nečistoč, ki so jih predstavljala semena trav. To je bil pomemben podatek za strokovnjake Kmetijskega inštituta Slovenije, ker se na ta način zmanjšajo stroški čiščenja semena, ki pa pri ekološki pridelavi, kjer je zapleveljenost navadno velika, niso majhni. Storitnost iztiskanja je premo sorazmerna z obrati motorja stiskalnice in obratno sorazmerna z deležem iztisnjenega olja. To pomeni, da je za velik izplen olja, potrebnega več časa, kar pa prihranimo na energiji, ki predstavlja največji strošek stiskanja.

Rezultati meritev vsebnosti estra, kinematične viskoznosti pri 40°C in vsebnosti vezane vode v vzorcu niso skladne s standardom SIST EN 14214, tako, da bi morali izboljšati postopek predelave. Vsebnost estra je majhna, ker vse maščobne kisline niso zreagirale s katalizatorjem (NaOH), ker je bilo le tega premalo. Vsekakor je pomembno, koliko je v biodizlu vezane vode, saj le ta predstavlja pri izgorevanju veliko težav, vendar pri vožnji ni bilo pomembnih razlik med Evrodizlom in našim RME. Da bi zmanjšali vsebnost vode v biodizlu bi morali v fazi pregrevanja olja le tega še dlje časa pregrevati pri 130 °C. Rezultata gostote in vsebnost fosforja sta skladna s standardom SIST EN 14214. Vsebnost fosforja je ena zelo pomembnih lastnosti. Če je fosforja preveč, se po dovodu goriva in v notranjosti črpalke, v nekaj tisočih kilometrih, odvisno od avtomobila, naredi sloj, ki vpliva na zmanjšanje dovoda goriva v motor.

5.2 SKLEPI

1. Ozimna ogrščica sorta Ekspres, ki je zrasla na kmetiji Andoljšek je pokazala, da je območje Ribnice primerno za ogrščico, zato menim, da bi se lahko setev te poljščine v prihodnje povečala. Na kmetiji je dovolj zemlje, za setev ogrščice, kar bi omogočalo oskrbo z gorivom sodobnega časa kljub temu, da škodljivci, kot so divjad niso počivala.
2. Predelava olja v biodizel je rezultat lastnega in »pionirskega« dela na kmetiji, zato rezultati še niso v celoti usklajeni s standardom. Z nekaj izboljšavami in večjo natančnostjo pri predelavi v prihodnje, ne bi smelo prihajati do tako velikih razlik.
3. Filtrirnost biodizla iz kmetije Andoljšek spada v razred D, zato bi ga lahko uporabili samo v spomladanski in jesenski sezoni, to pa ne velja, če imamo nekaj predelav v avtomobilu, ki omogočajo segrevanje goriva v filtru, da se le ta ne zgosti pri uporabi v hladnem vremenu. Pri taki uporabi je tudi priporočljivo, da je avto v ogrevani garaži, da pri zagonu ne prihaja do težav.
4. Pogače, ki so ostale kot stranski produkt smo pokrmili doječim kobilam v količini 0,5 litra ki smo jih vmešali močni krmi (ovsu ali ječmenu), do prehranskih motenj ni prihajalo, zato lahko rečemo, da so pogače primerne tudi za konje, ki veljajo za zelo zahtevno in občutljivo vrsto domačih živali.
5. Pokritje, ki smo ga prikazali je vsekakor v našo prid in tako menimo, da se setev ozimne oljne ogrščice izplača tudi na ekoloških kmetijah, katerim seveda primanjkuje kultur v kolobarju.
6. Na kmetiji razmišljamo tudi o nakupu lastne stiskalnice za seme oljne ogrščice, ker menimo, da bi se naložba v nekaj letih povrnila in bi tako z gorivom oskrbovali stroje, ker gorivo predstavlja velik strošek pri rastlinski pridelavi na kmetiji.

6 POVZETEK

Med biogorivi za pogon motornih vozil je v svetu najbolj razširjeno biodizelsko gorivo iz olja ozimne ogrščice (*Brassica napus* L. var. *napus*). Olje, ki ga dobimo pri stiskanju ogrščičnega semena je treba še zaestriti, pri čemer dobimo tako imenovani rapeseed methyl ester (RME). V primerjavi s fosilnimi gorivi je RME okolju prijaznejši, saj zmanjšuje koncentracijo ogljikovega dioksida v ozračju. Stranski proizvod, ki nastane pri predelavi ogrščičnega semena v biodizel so ogrščične pogače ali tropine, ki jih lahko uporabimo v živinoreji kot beljakovinski dodatek k žitnemu zrnju ali k voluminozni krmi

Pridelava oljne ogrščice na kmetiji Andoljšek je temeljila na ekoloških standardih, pri čemer niso bila uporabljena mineralna gnojila ali fitofarmacevtska sredstva. Pridelek je znašal 1300 kg/ha. Setev ozimne oljne ogrščice smo opravili ročno in sicer 10. septembra 2006, seme pobrali in ga s tem zadeli v tla. Ogrščico smo poželi 27. junija 2007 z žitnim kombajnom. Vzorec semena ogrščice, ki je znašal 38,6 kg, smo s pomočjo sodelavcev Kmetijskega inštituta Slovenije predelali v olje. Uporabili smo stiskalnico za decentralizirano stiskanje semen oljnic, ki je v laboratoriju za kmetijsko tehniko Kmetijskega inštituta Slovenije. Delež iztisnjenega olja je znašal 35 %. Ugotovitev strokovnjakov iz laboratorija za kmetijsko tehniko, da vsebnost plevelnega semena trav ne zmanjša količine iztisnjenega olja kaže, da lahko tudi v prihodnje prihranimo delo in energijo, ki bi jo sicer porabili za odstranjevanje drugih semen.

Kot stranski proizvod smo dobili ogrščične pogače, ki smo jih pokrmili doječim kobilam kot dodatek k ječmenu ali ovsu. Glede na obnašanje in počutje živali so jim pogače teknile, prebavnih motenj pa ni bilo. Pogače smo dodajali k krmni mešanici po približno pol litra na dan.

Pridobljeno olje smo na kmetiji Andoljšek s postopkom estrenja maščobnih kislin predelali v čist biodizel, pri katerem so nekatere lastnosti nekoliko odstopale od zahtev standarda SIST EN 14214. Čisti biodizel smo uporabili v osebni avtomobilu znamke Golf, motor pa ni kazal nobenih motenj pri delovanju, le moč oziroma navor motorja je bila nekoliko manjša, poraba goriva pa nekoliko večja, kot pri uporabi Evrodizla, kar pa ne moremo natančno dokazati, ker meritve nismo opravili.

Uporaba biodizla bo v prihodnosti vsekakor pustila našim zanamcem nekoliko bolj čisto okolje, ki se v tretjem tisočletju hitro in temeljito spreminja. Vseh podnebnih sprememb in vremenskih težav z biodizlom ne bomo rešili, zato je nujno ozaveščanje ljudi, kako ravnati z naravnimi dobrinami in upamo, da smo s to diplomsko nalogo prispevali vsaj en majhen košček mozaika k izboljšanju rabe energije.

7 VIRI

- Arnšek A. 2001. Ozimna oljna ogrščica (*Brassica napus* L. var. *napus*) in uporaba olja za biodizel. Diplomsko naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo: 78 str.
- Arnšek A., Kocjan Ačko D., Bernik R. 2002. Ogrščični metil ester. *Sodobno kmetijstvo*, 4: 169-171
- Drenovec M. 1994. Bakterija predeluje slamo v tekoče zlato (prevedeno po reviji *New Scientist*). *Življenje in tehnika*, 45, 6: 61
- Jeroch 2005. Krmna vrednost krmil ogrščice in njihova uporaba v prehrani domačih živali. Halle Wittenberg. Martin Luther Universitaet (neobjavljeno)
- Kocjan Ačko D. 1996. Perspektive pridelovanja oljnic v Sloveniji v smeri pridobivanja surovin za prehrano in pogonska goriva. V: Zbornik simpozija Novi izzivi v poljedelstvu 96, Radenci, 9-10 dec. 1996. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo: 89-93
- Kocjan Ačko D. 2000. Pozabljene poljščine. Ljubljana, Kmečki glas: 187 str.
- Kocjan Ačko D., Verbič J. 2002. Morfologija in tehnologija pridelave oljne ogrščice. *Sodobno kmetijstvo*, 4: 152-157
- Kocjan Ačko D., Verbič J. 2002. Izkušnje s ponovno uvedbo ozimne oljne ogrščice (*Brassica napus* L. var. *napus*) v Sloveniji in uporaba pridelka. V: Zbornik simpozija Novi izzivi v poljedelstvu 2002, Zreče, 5-6 dec. 2002. Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 291-297
- Kocjan Ačko D. 2006a. Ozimna oljna ogrščica (*Brassica napus* L. var. *napus*) v svetu in pri nas ter možnosti za ekološko pridelavo in predelavo. *Biodar, Revija za varstvo okolja in kmetijstvo*, 6, 1: 10-13
- Kocjan Ačko D. 2006b. Ozimna oljna ogrščica – energetska najobetavnejša oljnica zmerne pasu. *Kmečki glas*, 21: 9
- Leskošek M. 1993. Gnojenje. Ljubljana, Kmečki glas: 197 str.
- Maček J. 1993. Statistika kmetijske rastlinske pridelave v Sloveniji v obdobju 1869 – 1939. Zbornik Biotehniške fakultete, Suplement 18: 46–53, 61, 185–190.
- Medved S. 2000. Varstvo okolja in obnovljivi viri energije. Ljubljana, Fakulteta za strojništvo: 221 str.
- Medved S. 1995. Energija – ekologija: multimedija. Ljubljana, Fakulteta za strojništvo, Oddelek za obnovljive vire (CD-ROM)

Peterson C. 1994. Emissions tests with an on-road vehicle fuelled with methyl and ethyl esters of rapeseed oil. Idaho, University of Idaho, Department of agricultural engineering: 36 str.

Predelava, lastnosti in značilnosti biodizla. Journey to forever.
www.journeytoforever.org (24.okt.2007)

Pravilnik o integrirani pridelavi poljščin. 2004. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

Salunkhe D.K. 1992. World oilseeds. New York, Van Nostrand Reinhold: 554 str.

Stegers W. 1990. Der Spirit, der von unseren Feldern kommt. P.M. Magazin, 2: 28-34

Tajnšek T. 1986. Oljna ogrščica in sončnica. Ljubljana, Kmečki glas: 104 str.

Uljana repica. Novi Sad, Victoriagroup.

ZAHVALA

Za pomoč in vodenje pri pisanju diplomske naloge se najlepše zahvaljujem mentorici dr. Darji KOCJAN AČKO.

Zahvaljujem se tudi sodelavcem Kmetijskega inštituta Slovenije, posebno dr. Viktor JEJČIČU in asistentu mag. Tonetu GODEŠI.

Lepa zahvala gre tudi ing. Jasni ZUPANČIČ iz Petrolovega testnega laboratorija.

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Danijel ANDOLJŠEK

**PRIDELAVA IN PREDELAVA OZIMNE OLJNE
OGRŠČICE (*Brassica napus* L. var. *napus*) ZA
BIODIZEL**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2007