

---

Jón Bernóðusson

---

# Sjálfbær ræktun orkujurta á Íslandi til skipaeldsneytis



**Rannsóknarverkefni sem hagkvæmiskönnun til að setja af stað  
500 hektara repju- og nepjuræktun á Suðurlandi til framleiðslu á  
fóðurmjöli fyrir bændur og lífolúu fyrir skipaflotann.**

Reykjavík, nóvember 2016

**Rannsóknarverkefni þetta fékk styrk frá Atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneytinu fyrir hönd sjávarútvegs og landbúnaðarráðherra.**

---

Meðhöfundar: Dr. Gylfi Árnason, verkfræðingur  
Ólafur Eggertsson, bóndi á Þorvaldseyri  
Einar Einarsson, verkfræðingur  
Sigurbjörn Einarsson, jarðvegsfræðingur

Ljósmynd á forsíðu: Einar Magnús Magnússon ([www.emm.is](http://www.emm.is))

Teikningar: Jóhann Jónsson Listó

---

## 0 Formáli

Við ræktun á orkujurtinni repju er helmingur lífmassans fræin, sem breyta má með pressun í fóðurmjöl og olíu, en hinn helmingurinn eru stönglar sem nýta má sem áburð.

Fóðurmjölið er 35% lífmassans og nýtist það sem dýrafóður fyrir nautgripi, svín, sauðfé og í fiskeldi. Einungis 15% af lífmassa repjunnar er olía. Í heildina nýtast því 85% uppskerunnar beint eða óbeint sem fæða fyrir menn og dýr og 15% sem orka eða eldsneyti í gegnum olíuna. Allur lífmassinn nýtist því sem orka eða fæða. Öll umræða um að repjuræktun til eldsneytis sé brennsla á matvælum er því röng og villandi.

### *Því má fullyrða að ræktun á repju til orku- og matvælaframleiðslu sé gott dæmi um orkuöryggi og fæðuöryggi*

Ísland hefur þá sérstöðu að ekki þarf að taka undir ræktunina land sem almennt er í ræktun fyrir matjurtir. Repjuræktun hentar vel undir land sem er í órækt eða land sem þarf að græða upp. Þess vegna er repjurækt nýr möguleiki í landbúnaði samhliða annarri ræktun.

Jarðdísill útlosar um 3,18 kg af CO<sub>2</sub> miðað við bruna á einu kg af jarðolíu. Það samsvarar útlosun á 3,18 tonnum af CO<sub>2</sub> fyrir hvert tonn sem brennt er. Sú útlosun er bein viðbót í andrúmsloftið.

Hver hektari ræktaðs lands með repju bindur um 6 tonn af koltvísýringi (CO<sub>2</sub>) sem næringu meðan repjan er að vaxa. Af einum hektara fæst um 1 tonn (1.000 kg) af repjuolíu. Við brunann sem bíódísillinn myndar sem eldsneyti skilar olían til baka um 2,8 tonnum af CO<sub>2</sub> miðað við brennslu á einu tonni af repjuolíu eða repjudísil. Við ræktun og uppskeru repjunnar þarf olíu sem samsvarar um 0,08 tonnum á hektara sem mynda um 0,225 tonn af CO<sub>2</sub> við brensluna. Í heildina er verið að tala um 3,05 tonn af CO<sub>2</sub> sem útblástur á móti bindingu 6 tonna af CO<sub>2</sub>. Það þýðir nettó kolefnisbindingu upp á 2,95 tonn af koltvísýringi sem verður eftir í jörðinni. Hér er um að ræða tæpa tvöfalda kolefnisjöfnun.

Íslenski fiskiskipaflotinn brennur rúmum 160.000 tonnum af jarðdísil á ári. Það samsvarar árlegri útlosun á rúmum 510.000 tonnum af koltvísýringi (CO<sub>2</sub>). Ef þessi 160.000 tonn yrðu framleidd úr repjuolíu myndi ræktunin ein spara um 475.000 tonn af CO<sub>2</sub> miðað við nettó kolefnisupptöku og í stað þess að blása þessum 510.000 tonnum af CO<sub>2</sub> út í andrúmsloftið. Nettó sparnaðurinn er því engin útlosun á jarðdísil upp á 510.000 tonn en binding í jörðu á 475.000 tonnum í gegnum repjuna sem samanlagt gerir 985 þúsund tonn af CO<sub>2</sub> sem sparnað í útlosun frá fiskiskipaflotanum.

Ræktun á einungis 500 hekturum af repju, sem gæfu 500 tonn af olíu, myndi til dæmis spara nettó útlosun á 1.500 tonnum af CO<sub>2</sub>. Ef olían væri jarðdísill myndi hún útlosa tæp 1.600 tonn af CO<sub>2</sub>. Sparnaðurinn hér er því rúmlega 3.000 tonn af CO<sub>2</sub>.

Kærar þakkir til þeirra sem að verkinu koma og studdu verkið á margan hátt. Fyrir utan þá sem eru hlutar af verkefninu vildum við þakka Kristjáni Sveinssyni fyrir yfirlestur á öllum köflunum og hefði verkið orðið rýrra hefðu hans athugasemdir og betrubætur ekki komið fram. Einnig er forstjóra Samgöngustofu Þórólfi Árnasyni þakkað frábæran stuðning við verkefnið sem og Jóhanni Jónssyni Listó fyrir frábærar teikningar í greinargerðina og ljósmynd sem prýðir forsíðu er tekin af Einari Magnúsi Magnússyni.



## Efnisyfirlit

### 1 Inngangur

- 1.1 Forsendur og markmið verkefnis
- 1.2 Framkvæmd verkefnis
- 1.3 Helstu niðurstöður verkefnis

### 2 Notagildi repjuræktar á Íslandi

- 2.1 Almennt um notagildi repjuræktarinnar
- 2.2 Nýsköpun
- 2.3 Landnýting
- 2.4 Uppgræðsla
- 2.5 Afurðir repjuræktunarinnar
- 2.6 Umhverfisleg sjálfbærni

### 3. Olían og skipavélar

- 3.1 Almennt um bíódísil fyrir skipavélar
- 3.2 Bíódísill sem eldsneyti fyrir skipavélar
- 3.2 Breytingar á skipavélum vegna endurnýjanlegra orkugjafa
- 3.4 Kröfur vegna bíódísils sem orkugjafa fyrir framdrifsafli
- 3.5 Kostur bíódísils sem skipaeldsneyti
- 3.6 Umhverfislegur og hagrænn ávinningur
- 3.7 Framtíðarsýn endurnýjanlegra orkugjafa fyrir skipaflotann

### 4 Ræktun á repju

- 4.1 Almennt um ræktun
- 4.2 Staðarval
- 4.3 Jarðvinnsla
- 4.4 Sáning
- 4.5 Áburður

### 5 Uppskera repjunnar

- 5.1 Almennt um uppskeru
- 5.2 Þresking
- 5.3 Þurrkun og hreinsun
- 5.4 Geymsla

### 6 Vinnsla repjunnar

- 6.1 Almennt um vinnslu
- 6.2 Aflpressun og efnaútleysing
- 6.3 Jurtaolía
- 6.4 Fóðurmjöl
- 6.5 Stönglar
- 6.6 Annað

### 7 Hagkvæmni ræktunar orkujurta á Suðurlandi

- 7.1 Verkefni ræktunar á Suðurlandi
- 7.2 Greining kostnaðar og innkomu ræktunar, uppskeru og vinnslu verkefnis
- 7.3 Arðsemisgreining ræktunar, uppskeru og vinnslu verkefnis

7.4 Framleiðsla olíu og fóðurmjöls út frá 500 hektara ræktun

7.5 Hagræn sjálfbærni

## **8 Samantekt og niðurstöður ræktunarinnar**

8.1 Almenn um niðurstöður ræktunarinnar

8.2 Ræktun orkujurta

8.3 Vinnsla orkujurta

8.4 Samfélagsleg sjálfbærni

## **9 Heimildir**

# 1 Inngangur

## 1.1 Forsendur og markmið verkefnis

Um miðjan janúar árið 2015 auglýsti Atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneytið eftir umsóknum um styrki til verkefna á sviði sjávarútvegs, landbúnaðar og byggðamála. Um var að ræða styrki sem einkum var ætlað að styðja við uppbyggingu verkefna á vegum fyrirtækja, samtaka og einstaklinga sem myndu stuðla að eflingu atvinnulífs og byggða.

Í byrjun febrúar sóttum við nokkrir einstaklingar, sem unnið höfðum að verkefnum um ræktun orkujurta á Íslandi, um ofangreindan styrk og hlutum 2,5 milljónir króna til slíks verkefnis. Viðfangsefni okkar hafði það að markmiði að stuðla að ræktun orkujurta í íslenskum sveitum, vinnslu afurðanna heima fyrir og nýtingu afurðanna sem eldsneytis á skipavélar. Verkefnið miðaði þannig að því að efla hag Íslendinga í mörgum eignum og stuðlaði að atvinnuuppbyggingu og framþróun í dreifbýli. Orkujurtin, sem rannsökuð var, er repja/nepja og voru bæði vor- og vetrarafbrigði könnuð en hin síðari ár hafa rannsóknir og framlag bænda sýnt að þessi orkujurt vex með ágætum hér á landi. Repjan skilar af sér fóðurmjöli fyrir húsdýr bænda, olíu sem eldsneyti fyrir fiskiskip og hálm sem áburð á akra og tún. Að auki má nota olíuna sem matarolíu og hálminn má brenna í þar til gerðum ofnum en varmagildi þriggja kg af hálm samsvarar varmagildi eins kg af dísilolíu.

Verkefnið sem lýst er í þessari greinargerð fólst í því að setja af stað 500 hektara repju- og nepjuræktun á Suðurlandi til framleiðslu á fóðurmjöli fyrir bændur og lífolíu fyrir íslenska skipaflotann.

Markmið verkefnisins er að styrkja byggðir á Suðurlandi, auka tekjur í landbúnaði og framleiða fóðurmjöl sem og lífrænt eldsneyti fyrir íslenska skipaflotann með því að rækta repju og nepju á 500 hektara svæðum á Suðurlandi. Í heildina gefa 500 hektarar af sér 500 tonn af lífolíu og 1000 tonn af fóðurmjöli.

Styrkurinn er hugsaður sem allt að þriðjungur af kostnaði við verkefnið. Mótframlag þeirra sem að verkefninu koma verður í formi vinnu, aðstöðu og fjármögnunar.

Aðilar að verkefninu eru Jón Bernódusson, verkfræðingur, Gylfi Árnason, vélaverkfræðingur, Ólafur Eggertsson bóndi á Þorvaldseyri undir Eyjafjöllum, Sigurbjörn Einarsson, jarðvegsfræðingur og Einar Einarsson, verkfræðingur. Auk þess hjónin á Teigi III í Fljótshlíð, þau Hlín Hólm og Guðbjörn Árnason, en þau komu að verkefninu sem ræktendur á 1,25 hektara lands.

Svæðið í kringum Fljótshlíðina og undir Eyjafjöllum er eitt framsæknasta og besta landbúnaðarsvæði Íslands. Þar hafa bændur haft forystu um ræktun orkujurta eins og repju og nepju frá árinu 2008. Þessa ræktun þarf að auka til muna til að nýta þá möguleika sem slík ræktun getur gefið til framleiðslu á vistvænu eldsneyti fyrir skipaflotann. Sem hjáafurð gefur ræktunin próteinríkt fóður fyrir húsdýr bænda sem er afar verðmæt afurð og getur að mörgu leyti staðið undir ræktunarkostnaðinum vegna sparnaðar bænda við fóðurkaup.

Nauðsynlegt er að nýta það landsvæði sem almennt er ekki í ræktun hjá bændum til að rækta orkujurtir eins og repju og nepju. Byggja þarf upp ræktunina á þeirri reynslu sem hin síðari ár hefur skapast við ræktunina. Mikilvægt er að hlúa að þessum hluta verkefnisins og koma í veg fyrir að góð framvinda ræktunarinnar fari út um þúfur heldur verði aukin og efl. Bændur

hafa sýnt að miklir möguleikar geta falist í repjuræktun og vinnslu repjuafurða og leggja þarf metnað í að þetta markmið náist. Þekking og reynsla er fyrir hendi, bæði hjá bændum og þeim sérfræðingum sem koma munu að repjuverkefninu á Suðurlandi. Hér þarf að gera nákvæma kostnaðargreiningu sem tekur á ferlinu frá ræktun til fullframleidds lífdísils.

Áætlaður árangur verkefnisins er settur fram sem hugmynd um að setja á fót átaksverkefni fyrir ræktun á 500 hekturum þar sem skoðaðir verða til hlítar möguleikar á tengja ræktunina við framleiðsluna hjá bændum sjálfum og og einnig byggingu á bíódísilverksmiðju sem tæki við fræjum hjá bændum til fullvinnslu á olíu og fódurmjöli. Um er að ræða ræktun á bæði vor- og vetrarafbrigði jurtanna repju og nepju.

## **1.2 Framkvæmd verkefnis**

Við framkvæmd verkefnisins var ákveðið að fara þrjár leiðir í ræktun. Það er ræktun á vetrarrepju, ræktun á vorrepju og ræktun á vornepju. Í það verk að rækta vetrar- og vorafbrigði repjunnar var fenginn Ólafur Eggertsson á Þorvaldseyri og í vornepjuna hjónin Hlín Hólm og Guðbjörn Árnason á Teigi III. Þau stunda að jafnaði ekki ræktun á jörðinni og búa þau að staðaldri í Reykjavík.

Í upphafi var farið af stað með jarðvinnslu og sáningu vetrarrepjunnar eftir miðjan júlí 2015 á Þorvaldseyri. Uppskeran var síðan tekin í hús í september 2016. Vorafbrigðum repju og nepju var sáð í byrjun og lok apríl 2016 og tekin í hús í september sama ár. Því stóð ræktunin yfir í tæpa 15 mánuði og gögn varðandi niðurstöður ræktunar og vinnslu voru tekin saman í byrjun október og greinargerð samin.

Gerð er nákvæm kostnaðar- og innkomuáætlun fyrir ræktunina í þessu verkefni.

Samanburður gagnvart kostnaði og innkomu beggja leiðanna er settur fram. Ef bóndi selur frá sér fræin þá sparar hann kostnað við pressunina en heldur eftir í báðum tilfellum sölu á stönglum og hálm. Fari bóndi þá leið að fullvinna ferlið þá hefur hann tækifæri til að selja hluta olíunnar sem matarolíu, sem er dýrari en bíódísill, og auka þannig innkomuna.

Skóðaðar eru einnig aukaafurðir sem til falla eftir því sem umfang við ræktunina eykst. Hér er aðallega verið að ræða um hratið (fódurmjölið) sem til verður þegar repjufræin eru pressuð í olíu og hrat. Hratið er ákjósanlegt fóður fyrir nautgripi og svín og einnig í fiskeldi. Hratið er afar verðmætt og próteinríkt (um 30% prótein) og getur komið í stað fiskimjöls í heilfóður fyrir húsdýr bænda.

Það er þjóðhagslega hagkvæmt fyrir Íslendinga að framleiða eigin orku með þessum hætti, ekki síst þar sem hún mun verða algjörlega vistvæn og með fullkomna og tvöfalda kolefnisjöfnun. Meta þarf hver ávinningurinn er ef vistvænt eldsneyti verður notað í sjávarútvegi og einnig í landbúnaði. Ljóst er að umhverfisávinningur af slíku er mikill og þetta ætti einnig að geta orðið fjárhagslega hagstæð framleiðsla.

Með framkvæmd þessa verkefnis er verið að leita leiða til að hámarka nýtingu á ræktun orkujurta og auka sjálfbærni ræktunarsvæðisins. Verkefnið getur vonandi undið upp á sig og niðurstöður rannsóknanna fela sér vísbendingar um það hvort þessi framleiðsla eða vinnsla sé rétt svar við nýtingu lífmassa eða hvort aðrar leiðir komi til með að reynast hagkvæmari. Með öðrum orðum þá er einfaldlega verið að leita nýrra leiða til að hámarka afköst, bæta atvinnuskilyrði og búa betur í haginn fyrir komandi kynslóðir á sjálfbæran hátt.



Innlend framleiðsla á eldsneyti er mjög merkilegt fyrirbrigði. Hér er verið að mynda samband milli umhverfisvænnar framleiðslu á eldsneyti fyrir skipaflotann úr orkujurtum sem fram fer á vettvangi íslensks landbúnaðar og nýtingu hjáafurða þeirra fyrir landbúnaðinn. Hér koma bændur sterkt inn sem frumkvöðlar nýsköpunar og þekkingar.

### **1.3 Helstu niðurstöður verkefnis**

Helstu niðurstöður þessa rannsóknarverkefnis má taka saman í nokkrum liðum, sbr. eftirfarandi.

1. Vetrarrepja, vorrepja og vornepja geta náð góðum og ásættanlegum vexti á Suðurlandi. Stöðug birta mest allan sólarhringinn yfir sumartímamann á Íslandi hefur hér mikil áhrif.
2. Vinnsla á matarolíu úr repjufræjum getur reynst arðbær fyrir bændur og þá sem rækta repju og nepju. Framleiðsluferlið er afar einfalt og fjárfesting ekki hlutfallslega mikil miðað við mögulega innkomu.
3. Við pressun fræjanna verður til jurtaolía að einum þriðja hluta og fódurmjöl (hrat) að tveimur þriðju hlutum. Verðmæti fódurmjölsins vegur að stórum hluta upp kostnaðinn af ræktuninni þannig að olían er nálægt því að vera hjáafurð sem gæti fallið til án aukakostnaðar.
4. Fyrir hverja krónu sem sett er í ræktunina skilar uppskeran tæpum 1,50 krónum miðað við bestu nýtingu allra tilfallandi afurða.
5. Repja og nepja henta vel til framleiðslu á lífrænu eldsneyti hér á landi. Gæði eldsneytisins eru á allan hátt sambærileg við það sem þekkist frá erlendri framleiðslu.
6. Arðsemisútreikningar sýna að hér eru tækifæri til að innlend framleiðsla með uppbyggingu á verksmiðju til að framleiða endurnýjanlegum orkugjafa geti dregið úr innflutningi á jarðdísil og sparað þjóðarbúinu mikla fjármuni. Einnig getur slík framleiðsla skapað fjölda starfa á landsbyggðinni þar sem framleiðslan er tengd landbúnaðarsvæðum.
7. Repjuræktun er ákjósanleg viðbót við hefðbundna ræktun hjá bændum. Hún skilar verðmætri matarolíu, eldsneyti á dísilvélar landbúnaðartækja sem og próteinríku fódurmjöli sem blanda má í annan fódurbæti.
8. Repjan getur nýst sem uppgræðslujurt og því mætti í framtíðinni rækta hana á svæðum sem nú eru ekki í ræktun.
9. Líklegt er að ræktun repju og nepju sé skýrasta dæmið um það hvernig tefja megi fyrir hnattrænum loftlagsbreytingum og áhrifum þeirra á Íslandi.
10. Nauðsynlegt er að halda áfram þessari tilraunastarfsemi til að staðfesta árangur þeirra niðurstaðna sem sýndar eru í þessari greinargerð. Rannsaka þarf sérstaklega sáningartíma, notkun á lífrænum áburði, uppskerugetu, markaðssetningu fódurmjöls, matarolíu og bíódísils sem og annarra afurða repjunnar.



## 2 Notagildi repjuræktunar á Íslandi

### 2.1 Almennt um notagildi repjuræktunar

Repjuræktun á Íslandi er hrein viðbót við ræktunarmöguleika bænda sem til þess hafa land undir slíka ræktun og búa á landsvæðum sem henta til repjuræktunar. Ræktun repju og vinnsla repjuafurða krefst nokkurs tækjabúnaðar. Undirbúningur akurlendis undir sáningu er unninn með venjulegum jarðvinnslutækjum en uppskera og þresking verður ekki hagkvæm nema beitt sé sérstökum búnaði. Hagkvæm vinnsla á repjuafurðum - olíu, fóðurmjöli og hálm - krefst einnig sérhæfðs tækjabúnaðar.

Á sama tíma og umhverfisvitund fer vaxandi og kröfur um umhverfisvæna orkugjafa aukast jafnhliða andstöðu við brennslu jarðefnaeldsneytis er nauðsynlegt að leita leiða til þess að finna og þróa aðferðir til að framleiða umhverfisvæna orkugjafa hér á landi. Slík framleiðsla myndi spara gjaldeyri vegna innkaupa á jarðefnaeldsneyti og hvað koltvísýring ( $\text{CO}_2$ ) varðar er um að ræða mikinn sparnað í útblæstri hans því repjan er stórtæk í upptöku og næringu á  $\text{CO}_2$ . Því mætti líta á repjuræktun sem sjálfbæra framleiðslu á endurnýjanlegum orkugjafa sem kemur í staðinn fyrir innflutta orku sem ekki er endurnýjanleg né umhverfisvæn.[37][40]

Þegar um er að ræða framleiðslu á lífdísilólíu eða bíódísil úr repjujurtinni fyrir skipaflotann á Íslandi þá er verið að koma á markað endurnýjanlegu eldsneyti sem unnið er úr plöntuolíu úr jurtum sem ræktaðar eru hér á landi. Nú í dag er talsverð ræktun á repjufræjum til framleiðslu á eldsneytisolíu í Evrópu og Norður-Ameríku og er gert ráð fyrir að hún muni aukast næstu árin. Hvað varðar losun eiturefna hafa rannsóknir sýnt að bíódísill hefur margt fram yfir hefðbundna jarðefnaolíu. Má hér nefna að eitt kg hreinnar bíódísilólíu myndar við brennslu 2,79 kg af koltvísýringi ( $\text{CO}_2$ ) meðan hefðbundin jarðefnaolía myndar 3,18 kg af koltvísýringi ( $\text{CO}_2$ ) við sama magn. Einnig að brennisteinsmyndun við brennslu á bíódísil er svo til engin. Svo má nefna að notkun á bíódísil minnkar rykmengun í andrúmsloftinu og rannsóknir hafa einnig sýnt að mun minna af krabbameinsvaldandi efnum myndast við bruna á bíódísil en við bruna hefðbundinnar jarðefnaolíu.

Þegar repjan er að vaxa tekur hún til sín tvöfalt meira magn af koltvísýringi ( $\text{CO}_2$ ) en það sem berst út í andrúmsloftið þegar bíódísilinn er brenndur. Plöntur á einum hektara til sín rúm 6 tonn af koltvísýringi ( $\text{CO}_2$ ) meðan repjan er að vaxa en þegar olían er notuð sem eldsneyti losnar aðeins um helmingur þess út í andrúmsloftið að nýju. Þetta þýðir að tvöföld kolefnisjöfnun felst í notkun á bíódísil úr repjuolíu og gefur það bændum möguleika á að selja kolefniskvóta í framtíðinni eða þau rúmu 3 tonn af  $\text{CO}_2$  sem eftir standa sem viðbótar-kolefnisjöfnun á hektara.

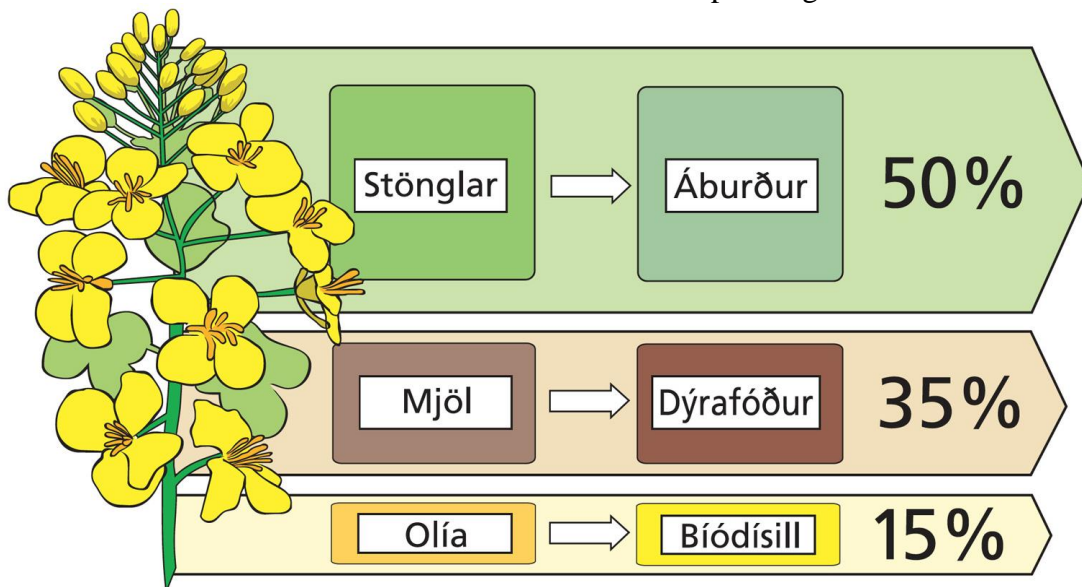
Afurðir repjunnar má nota til margra hluta. Má hér nefna framleiðslu á matarolíu sem vel getur farið saman við lífdísilframleiðsluna. Repjuolíu má einnig nota sem smurefni, nuddolíu og sem íblöndunarefni í malbik til vega- og gatnagerðar. Sýnt hefur verið fram á að matarolía sem til verður við kaldpressun repjufræja er holl matarvara. Olían er einungis síuð eftir pressun og er þá tilbúin til neyslu. Í repjuolíu er lítið af mettuðum fitusýrum, sem eru oft kallaðar hörð fita, og ekkert er af transfitu í henni. Repjuolía inniheldur hvað mest af ómega-3 fitusýrum af öllum jurtaolíum.

Fóðurmjölið nýtist sem fóður í landbúnaði og fiskeldi og þá sérstaklega vegna þess hve próteinríkt hráefnið er. Fóðurmjölið er oftast blandað öðru kjarnfóðri og hentar það vel

nautgripum, svínum, kjúklingum, sauðfé, hestum og eldisfiskum og telst eitthvert besta fóður sem völ er á. Ef til dæmis repjuhrat er notað sem íblöndun í kjarnfóður fyrir nautgripi í stað fiskimjöls, sem er afar dýr vara, þá þyrfti hver nautgripur um 200 kg af repjuhrati árlega. Aukist fiskeldi hér á landi, eins og vísbendingar eru um að muni gerast, eykst eftirspurn eftir fiskifóðri og repjuhrati að sama marki, enda er það hentugt og vinsælt til framleiðslu á fiskifóðri.[38]

Stönglarnir (hálmurinn) nýtist sem áburður með því að plægja hann ofan í jörðina eða hann er notaður sem áburður fyrir svepparækt. Einnig má gerja hann í etanól eða nota hann sem eldivið eða varmagjafa.

Við ræktun á repju og nepju er um helmingur lífmassans stönglar sem nýta má sem áburð eða orkugjafa. Hinn helmingurinn eru fræin sem breyta má í olíu og fóðurmjöl. Einungis 15% af lífmassanum er olía og 85% nýtast beint eða óbeint sem fæða fyrir menn og dýr. Allur lífmassinn nýtist því sem orka eða fæða. Öll umræða um að repjuræktun valdi hækkun á matarverði eða stuðli að minnkandi ræktun til manneldis er því röng.



Stönglar (hálmur), sem nýtist sem áburður, er 50% af lífmassa repjunnar. Fóðurmjölið, sem nýtist sem dýrafóður, er 35% af lífmans repjunnar og olían, sem nýtist sem lífdísill, er einungis 15% af lífmassa repjunnar. **Því nýtast 85% lífmassans beint eða óbeint sem matvæli.**

Því má fullyrða að ræktun á repju og nepju til orku- og matvælaframleiðslu sé gott dæmi um aðgerð sem stuðlar að orkuöryggi og fæðuöryggi.

## 2.2 Nýsköpun

Í tillögu til þingsályktunar um samgönguáætlun fyrir árin 2015-2026 er bent á að framleiðsla á lífdísil úr fræjum repju og nepju sé góður kostur fyrir vaxtarmöguleika í landbúnaði. Þá er ræktun á repju tvöföld kolefnisjöfnun sem þýðir að jurtin tekur til sín tvöfalt meira magn af koltvísýringi (CO<sub>2</sub>) við ræktun en hún losar við brennslu. Bíódísill er svipaður núverandi jarðdísil í orkumagni og eini umhverfisvæni orkugjafinn sem nota má beint og strax á óbreyttar dísilvélar.[13][61]

Repjuræktunin er ný af nálinni hér á landi. Landbúnaðarháskóli Íslands hafði gert tilraunir með ræktun á repju sem orkujurt rétt eftir síðustu aldamót. Tilraunirnar tókust ekki vel. Þó

höfðu margir bændur notað vetrarafbrigði repjunnar sem kálræktun fyrir nautgripi og sauðfé.[30]

Þegar Siglingastofnun Íslands (nú Samgöngustofa) hóf tilraunir á repjuræktun til framleiðslu á bíódísil var engin bújörð í repjurækt. Í upphafi var haft samband við Landbúnaðarháskóla Íslands og kom þar mest við sögu Jónatan Hermannson sérfræðingur á Korpu. Bændurnir Ólafur Eggertsson á Þorvaldseyri (861 Hvolsvelli) og Knútur Arnar Óskarsson á Ósum (531 Hvammstanga) komu snemma inn í verkefnið sem frumkvöðlar og hófu ræktun á vetrarrepju strax sumarið 2008 og fengu mjög góða uppskeru um haustið 2009. Uppskeran á þessum bæjum var að meðaltali meiri en almennt gerist í Norður-Evrópu.

Árið eftir gerðust margir bændur repjuræktendur í kjölfar rannsóknar Siglingastofnunar Íslands þegar ákveðið var að rannsóknunum skyldi framhaldið. Við það má segja að ræktun hafi farið af stað í öllum landsfjórðungum og kom þar áþreifanlega í ljós hversu Suðurlandið hentar almennt vel til ræktunar á repju og nepju.[37]

Í dag eru allnokkrir bændur sem stunda repjuræktun og þá helst á Suðurlandi. Þeirra helstir eru Örn Karlsson á Sandhóli við Kirkjubæjarklaustur og Ólafur Eggertsson á Þorvaldseyri.

### **2.3 Landnýting**

Repju og nepju má rækta á norðlægum slóðum og við lægra hitastig en aðrar olíujurtir og þær gefa ekki síðri olíuuppskeru en olíujurtir sem ræktaðar eru í hlýrra loftslagi.[30]

Samkvæmt upplýsingum frá Ráðgjafarmiðstöð landbúnaðarins er gott ræktunarland hér á Íslandi um 600 þúsund hektarar eða einungis 6% af flatarmáli landsins. Þar af eru þegar í ræktun um 120 þúsund hektarar og enn ónotað en tiltækt ræktunarland um 480 þúsund hektarar. Hér er því um töluvert akurland að ræða sem með sérstöku átaki mætti nota til að framleiða alla þá olíu sem skipaflotinn á Íslandi notar. Slík ræktun myndi á engan hátt raska framleiðslu á matvælum því þetta landsvæði er ekki í notkun. Að auki er olían einungis 15 af lífmassanum og 85% beint eða óbeint til manneldis. Það að fara í þvílíkt átak verður að bíða betri tíma.

Ræktun repju í stórum stíl krefst mikils landrýmis. Repjuræktin má ekki vera í samkeppni við matvælaframleiðslu um landrými því að sjálfsögðu á matvælaframleiðslan að hafa algeran forgang. En ræktun á repju hentar vel þar sem annars engin ræktun á sér stað, á landi í skiptiræktun sem og í tilraunareitum til að auka uppgræðslu á moldblönduðum söndum, leir- og malarjarðvegi ásamt vistvænum húsdýraáburði og hökkuðum stönglum lúpínunnar.[64]

Þegar skoðaðir eru ræktunarmöguleikar fyrir 500 hektara þá er sú stærð einungis um 0,1% af því landi sem tiltækt ætti að vera til ræktunar. Samkvæmt upplýsingum frá bændum á Suðurlandi má áætla að í Fljótshlíð og undir Eyjafjöllum megi auðveldlega finna 1.500 hektara af mjög góðu landi undir repju- og nepjuræktun. Þessi stærð af landi gæti því vel hentað til hefja ræktun á 500 hektara svæðum og þá bæði til ræktunar á vetrar- og vorafbrigðum repju og nepju. Í mörgum tilfellum er repja ræktuð til þess að hvíla akra og ræktunarland frá ræktun annarra tegunda.

Vegna þess að ræktun á vetrarafbrigðum repju og nepju hér á landi tekur yfir lengra tímabil en ár verður að stunda skiptirækt með repjuna og nepjuna sem og að huga að öðrum verkefnum fyrir repjuakrana. Hvað varðar vorafbrigðin þá hafa bændur reynt með góðum árangri að setja

repjuna í sama akurinn í þrjú ár, skipta síðan yfir í tún og svo yfir í bygg og svo aftur yfir í vorrepjuna. Þótt ráðlagt sé að nota ekki sama akurinn undir repjuræktun árið eftir þá virðist mega nota akur með vorafbrigðum í þrjú ár í röð. Slíkt gildir ekki fyrir vetrarafbrigðin því þar þarf akurinn hvíld til að koma í veg fyrir jarðvegsvandamál.

Hægt er að fara margar leiðir í skiptiræktun fyrir vetrarafbrigðin. Hér þarf sérstaklega að skoða jurtir sem falla inn í sáningu að hausti, hafa vetrarþol, taka vel við sér eftir sáningu og geta dafnað í íslensku umhverfi. Þær jurtir sem hér koma helst til greina eru annars vegar vetrarbygg og hins vegar blá lúpína. Báðar þessar jurtir gætu komið til greina í skiptirækt og vetrarbyggð sem nytjajurt og lúpínan sem niðurplægður áburður.[64]

Utan þessa ræktunarsvæðis má einnig finna land sem er í algerri órækt sem og sendinn jarðveg sem hingað til hefur ekki verið notaður til akuryrkju.

## **2.4 Uppgræðsla**

Repjan getur verið hluti af uppgæðslu sanda hér á landi. Til þess að sú aðgerð geti gengið þarf lúpínu, áburð og síðan repju. Einnig þarf tíma og þolinmæði.

Nota má lúpínu sem gróður í sendinn jarðveg sem undirbúning fyrir ræktun á repju og nepju. Þannig mætti nýta sendinn jarðveg í framtíðinni sem ræktunarland fyrir bæði vetrar- og vorafbrigðin. Aðferðafræðin felst í því að rækta þar fyrst lúpínu.

Hvað varðar gróðurafgang þá er bláa lúpínan (Alaskalúpínan) vel til uppgæðslu fallin. Fræin og stöngullinn eru bæði rík af köfunarefni, fosfór og kalíum sem jarðvegurinn þarf til að nýtast fyrir repjuræktunina. Til þess að nýta lúpínuna sem áburð er gert ráð fyrir að lúpínu sé sáð í sandinn og þar er hún látin þroskast fram yfir blómamissi og síðan tætt og plægð niður í verðandi akurinn. Mikilvægt er að frækorn lúpíunnar nái ekki að þroskast svo þau spíri ekki á móti repjunni. Einnig verður að bæta í jarðveginn húsdýraáburði.

Svæði sem kæmi helst til greina að skoða í þessu sambandi væru sandarnir á suður- og suðausturhluta landsins eins og til dæmis Skógasandur og Mýrdalssandur.

Hvað áburð varðar þá er áburðargjöfin af tvennum toga. Annars vegar er efnaáburður, sem er tilbúinn áburður (áburðarsölt) og er oft plægður niður með frækorninu, og hins vegar lífrænn áburður sem samanstendur af húsdýramykju eða afgangsgróðri sem plægja má í jörðu. Þau áburðarefni sem mest þarf á að halda eru köfnunarefni (N), fosfór ( $P_2O_5$ ) og kalíum eða pottaska ( $K_2O$ ). Önnur áburðarefni eru einnig nauðsynleg en þó í mun minna mæli en þau eru brennisteinn (S), kalsíum (Ca), magnesíum (Mg) og bór (B).[64]

Tilbúni áburðurinn er í flestum tilfellum með rétta og nauðsynlega samsetningu á þeim efnum sem akurinn þarf til repjuræktunarinnar. Sá efnaáburður fyrir repjurækt héraðs sem hefur einna helst verið mælt með er tiltölulega steinefnaríkur áburður eins og tíðkast hefur í ræktun á repju til grænófóðurs. Fyrir vetrarafbrigðin eru notuð um 600 til 900 kg af tilbúna áburðinum á hektara og eru 300 til 400 kg af því borin á akurinn við sáningu og 300 til 500 kg þegar repjan tekur við sér eftir vetrardvalann í byrjun maí. Vorafbrigðið þarf eina áburðargjöf við sáningu og fer magnið eftir jarðveginum. Mest er notað um 600 kg af áburði og minnst um 350 kg.[30]

Hvað lífræna áburðinn varðar þá má auðveldlega setja hann þannig saman að hann uppfylli að mestu þær kröfur sem gerðar eru til ræktunarinnar. Hér er kostnaður mismikill en tilbúinn áburður getur verið afar dýr í innkaupum fyrir ræktendur. Því er yfirleitt mælt með því að ræktendur reyni að nota eins mikið af húsdýraáburði og hægt er og að tilbúni áburðurinn komi inn sem uppbót á þau næringarefni sem kynni að vanta í jarðveginn.

Einn algengasti og nytsamasti húsdýraáburðurinn í repjuræktina er mykjulögur frá svínum. Sem dæmi um notkun húsdýraáburðar úr mykjulegi frá svínum er gert ráð fyrir að nota um 20 tonn af mykjulegi á hvern hektara akurs. Ef lúpína er notuð til að mynda lífrænan áburð er gert ráð fyrir meðalþéttri breiðu.

Eftir þennan undirbúning er repjunni sáð. Ef um mjög sandinn jarðveg er að ræða þá má gera ráð fyrir að undirbúningur fyrir ræktunina taki þrjú til fimm ár. Er þá miðað við tímann frá og með fyrstu sáningu á lúpínu og dreifingu áburðar ár hvert.[60][64]

Hér er um stórkostlegt tækifæri að ræða hvað varðar uppgræðslu á sunnlensku söndunum. Hér þarf að setja af stað metnaðarfullt verkefni sem felst í því að jarðvegur er byggður upp með markvissri lúpínusáningu og áburðargjöf sem mætti bæði vera húsdýraáburður, stönglar og strá sem og lífrænn úrgangur.

## **2.5 Afurðir repjuræktunarinnar**

Helstu afurðir repjuræktarinnar eru jurtaolía, fóðurmjög, stönglar og bíódísill. Við vinnslu olfunnar yfir í bíódísil verður til glýseról.

Repjuolían sem jurtaolía nýtist sem matarolía og þykir holl næring. Repjuolían er seld sem kaldpressuð olía og sem iðnaðarolía.

Kaldpressuð repjuolía er óunnin olúfita og inniheldur fleiri holl aukaefni og því notuð í salöt o.fl. Til að bera repjuolíu saman við það besta á markaði, það er ólífuolíuna, er nauðsynlegt að skoða mettuðu sýrurnar nánar. Talið er að í fæðunni sé of lítið af fjölmömettuðum fitusýrum en neysla mettaðrar fitu sé of mikil. Líkaminn getur einungis efnasmíðað einómattaðar fitusýrur en af þeim er mest í náttúrunni og þá í jurta-, dýra- og sjávardýrafitu, þ.e. einmitt olíusýran.

Unnin repjuolía er aftur á móti sérstaklega hreinsuð og meira hugsuð til steikingar, sem nuddolía eða sem bætiefni í malbik en repjuolían léttir þar á dreifingu malbiksins og þéttir það betur.

Með tilliti til hollustu repjuolíunnar ætti innlend framleiðsla á matarolíu að gefa bændum auknar tekjur og sparar gjaldeyri og innflutning á vörunni. Árlega er flutt inn til landsins töluvert magn af unnum jurtaolíum sem eru ódýrari og geymast betur en kaldpressaðar óunnar matarolíur.

Við pressun repjufræja verður til hrat sem nýta má í fóðurmjöl. Hradið kemur út úr aflpressun annað hvort sem flögur, þar sem pressur hafa raufar, eða sem þræðir (pellets) þar sem pressur hafa gatasigti.

Efnainnihald fóðurmjölsins er 32% prótein, 7 til 18% fita (ef kaldpressað er einu sinni), 10% trefjar og vatn og afgangurinn er steinefni eins og kalsíum (Ca), fosfór (P) og natríum (Na). Æskilegt er að tapa sem minnstri olíu í hradið. Fóðurmjölið er blandað öðru kjarnfóðri og

hentar vel í heilfóður fyrir nautgripi, svín, kjúklinga, sauðfé og hesta og telst eitthvert besta fóður sem völ er á. Þá er botnfall í tönkum og óhreinindi úr síum, sem eru 35 til 50% fita, notað til að auka orkuinnihald svínafóðurs.

Við kaldpressun fer mest af fosfór í fóðurmjölið enda óæskilegt efni í repjuolíunni. Þar sem hratið úr pressun er rakt efni, þá þarf að þurrka það áður en gerðar eru úr því pillur eða mjöl til að það gangi inn í framleiðslukerfi fóðurfyrirtækja og nýtist þannig í húsdýra- og fiskafóður.

Flestar plöntumjölstegundir hafa helmingi lægra próteininnihald en fiskimjöl og að auki inniheldur plöntuhráefni ýmskonar andnæringarefni sem hafa neikvæð áhrif á meltanleika fóðurs og geta jafnvel leitt til sjúkdómseinkenna hjá fiskinum. Jafnframt þarf prótein fiskafóðursins að fullnægja amínósýrupörf fisksins. Notkun á repjupillum takmarkast af því að þær eru próteinlágar miðað við fiskimjöl og því er alltaf þörf fyrir að nota fiskimjölið til að uppfylla próteininnihald fiskafóðursins og þarfir eldisfisksins. Að auki er þetta spurning um sjálfbærni og að breyta plöntupróteinum í dýrmætt og næringarlega mikilvægt fiskaprótein til manneldis sem auðvitað er gríðarlega mikilvægt á þeim svæðum þar sem fólk hefur afar takmarkað dýrprótein í sínum kosti.[38][39]

Hugmyndir hafa verið uppi um að blanda beint repjuhrati og fiskúrgangi til fiskafóðurgerðar. Slíkt er ekki alveg einfalt vegna þess að fiskúrgangurinn er fljótur að spillast og tækni við að auka þurrefnisinnihaldið í fóðrinu án þess að skemma próteinin getur verið flókin. Það eru gerðar verulegar gæðakröfur á fiskafóðri - ekki síst af hálfu fisksins. Einnig er vandséð hversu mikið er aðgengilegt af fiskúrgangi beint til slíkrar vinnslu. Þróunin hefur verið í þá átt að fiskvinnslan er að reyna að fullnýta allt prótein eins og kostur er. Beinamjöl er tæpast hægt að nota sem sérstakan próteingjafa án viðbættis gæðapróteins vegna mikils innihalds steinefna.

Próteinríkt fóður eins og fiskimjöl er dýr vara. Ef fóðurmjöl úr repju getur komið sem blöndun í kjarnfóður í stað þess yrði það mikil hagræðing fyrir bændur því hér gætu þeir ræktað eigin próteinríkt fóður sem þeir þurfa annars að kaupa erlendis frá. Samkvæmt upplýsingum frá bændum sem nota bygg í heilfóður er gert ráð fyrir að byggnotkun sé um eitt tonn á ári fyrir hvern nautgrip. Í byggid er blandað um 15% af fiskimjöli. Ef hér væri hægt að skipta út fiskimjölinu fyrir repjufóðurmjöl (hrat) myndi það vera mikill kostur fyrir þá sem rækta repju og vinna úr henni olíu og hrat. Ætla mætti að repjufóðurmjölið yrði um 20% íblandað í byggid í stað um 15% af fiskimjölinu. Með ofangreint í huga mætti þá gera ráð fyrir að um 200 kg af repjumjöli þyrfti árlega fyrir hvern nautgrip. Ef að meðaltali koma um 2 tonn af hrati af hverjum hektara mætti ætla að hektarinn gefi af sér repjufóðurmjöl fyrir 10 gripi.

Þegar olíufræ eða korn hefur verið skorið verður stór hluti plöntunnar eftir á akrinum sem lífmassi í formi hálms. Magn hálms fer eftir plöntum og frjósemi jarðvegs en hægt er að áætla 3-5 tonn á hektara. Þennan lífmassa má nýta á ýmsa vegu eins og að plægja hann niður í jarðveginn og endurheimta þannig hluta næringarefna eða nota hann sem áburð við svepparæktun.

Einn möguleiki er að safna hálminum saman á akrinum og flytja hann burtu til frekari nýtingar. Dæmi um nýtingu hálmsins hér á landi er að köggla hann og nota sem undirburð undir hesta. Annar er að umbreyta honum yfir í metanól með gösun en hinn möguleikinn er að brenna lífmassann beint og nýta hann þannig sem iðnaðareldsneyti. Þá er hálmurinn pressaður saman í misstórar rúllur en brennsla á 3 kg af hálmi við slíkar aðstæður samsvarar brennslu á einu kg af olíu.[33]



Bíódísill (RME-lífdísill) úr repjuolíu er lífræn dísilolía og endurnýjanlegur orkugjafi og telst einn umhverfislutlausasti orkugjafinn sem getur komið í stað jarðdísilolíu á bíla, skip og flugvélar. Einn repjuhektari fullnægir vel meðalþörf fólksbíls á einu ári, þ.e. rúmlega 1.000 lítrar af 100% RME (B100). Bíódísill er óeittraður og flokkast ekki undir hættulegan farm við flutning því blossamarkið er tiltölulega hátt. Bíódísil er umestrad með blöndu af metanóli og sóða sem skilur glýserólið frá olíunni. Síðan eru umfram-metanólið og sódinn hreinsuð úr olíunni með eimingu og vöskun. Bíódísill skal vera tær og hafa eðlismassa 883 kg/m<sup>3</sup>. Þetta nægir til heimanotkunar en til sölu til þriðja aðila þarf að athuga fleiri atriði. Það er metanólið sem er tærandi og því óæskilegt í bíódísil og er það því hreinsað úr.

Bíódísil má nota í olúbrennurum og á allar dísilvélar farartækja og þurfa þær ekki að gangast undir breytingar ef skipta skal yfir á bíódísil. Bíódísill virkar eins og dísilolía nema hvað hann er óeittraður, brotnar niður af örverum umhverfisins og veldur lágmarks mengun, hefur einnig meiri hreinsunar- og smureiginleika. Bíódísill er notaður óblandaður eða blandaður í jarðdísilolíu og þá í hvaða hlutföllum sem er.

Bíódísill getur leyst upp gúmmí og því þarf að nota viðeigandi slöngur og þéttingar í þeim vélum sem brenna hreinan bíódísil. Þar sem útfellingarhitstigið er nálægt frostmarki (háð hráolíu eða hráfeiti) þarf að gera viðeigandi ráðstafanir þegar hitastig fer niður fyrir frostmark. Því er blöndun meðjarðdísilolíu eða sérstökum efnun (anti-útfellingarefnum) nauðsynleg ef notaður er hreinn bíódísill. Við umskiptingu yfir á bíódísil hreinsast kerfið í vélinni og þarf því að skipta um síur við byrjun notkunarinnar. Þá ber að hafa í huga að bíódísill oxast með tímanum og skyldi ekki geyma hann lengur en 6 mánuði.

Notkun og framleiðsla á bíódísil á heimsvísu hefur aukist mjög mikið hin síðari ár. Frá árinu 2005 er aukningin fimmföld eða úr 3 milljónum tonna í rúmar 18 milljónir og frá árinu 2000 hefur aukningin 27-faldast. Þessa miklu aukningu má að hluta til skýra með aukinni framleiðslu Asíuríkja þar sem hún var lítil fyrir. Í heiminum í dag eru framleidd um milli 25 og 30 milljón tonn af bíódísil árlega.

Glýseról (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O<sub>3</sub>) verður til við umestrun olíunnar yfir í bíódísil. Þá er glýserólið skilið frá fitusýrunum með hjálp metanóls og sóða og fellur það út sem aukaafurð framleiðslunnar. Umfram-metanólið má síðan vinna aftur með eimingu og endurnýta það til frekari umestrunnar. Glýserólið sest á botn tanksins sem seigur vökví vegna þess að það er þyngra en olían og er síðan tappað undan. Glýseról er óeittrað og brotnar niður á 2-3 vikum í náttúrunni. Það er uppleysanlegt í vatni, í öllum hlutföllum, auk þess sem það er rakadrægt og bindur því raka úr andrúmslofti. Þá má einnig dreifa því á akra eða tún sem áburði, brenna það og nýta orkuinnihaldið. Að lokum mætti blanda því í mold og nýta sem gróður mold (moltu).[39]

Hreinsað glýseról er notað til iðnaðar- og matvælaframleiðslu. Hreint eða blandað glýseról er notað í ýmsar vörur, meðal annars sem raka- og sætuefni í matvælum, sem og mýkingar- og rakakrem í snyrti- og húðvörum. Það er einnig notað í lyfjaframleiðslu, í heilsuvörur, við pappírframleiðslu, í sápur og sem náttúruvænn frostlögur. Glýseról má finna í vörum eins og hóstasafti, tannkremi, munnskoli, handáburði, raksápu og hárvörum. Glýseról er einnig notað við framleiðslu á sprengiefninu nítróglýseríni. Þessir miklu notkunarmöguleikar glýseróls eru þó háðir því að það sé hreint og laust við öll aukaefni en hreinsun á glýseróli er flókin og dýr. Mikið framboð á glýseróli vegna lífdísilframleiðslu hefur valdið því að það hefur fallið í verði.[35]

Svo má geta þess að býflugur sækja í gulu blóm repunnar og vinna úr þeim hunang. Erlendis eru býflugnabú oft sett upp í nágrenni við repjuakurinn og þar safnar býflugan hunanginu. Hunang má nota til margra hluta sem sætuefni og í matreiðslu. Repjuhunang er jafnvel talið fæðubótarefni vegna hollustu þess.

## **2.6 Umhverfisleg sjálfbærni**

Í samgönguáætlun fyrir árin 2015-2018, sem samþykkt var á Alþingi 12. október 2016, er mælt fyrir um umhverfislega sjálfbærar samgöngur. Þar eru sett fram markmið um að dregið verði úr neikvæðum umhverfisáhrifum samgangna og að stefnt verði að því að losun gróðurhúsalofttegunda vegna samgangna á Íslandi verði undir 750 Gg (750 þúsund tonn) árið 2020 sem er einmitt í samræmi við aðgerðaráætlun íslenskra stjórnvalda í loftslagsmálum.

Til að ná þessum markmiðum er lögð áhersla á að auknar verði rannsóknir á umhverfisvænum orkugjöfum til að þróa og framleiða vistvænt eldsneyti. Einnig að markvissar aðgerðir og ívilnanir miði að minni notkun jarðefnaeldsneytis og að samgöngutæki nýti orku sem framleidd er með endurnýjanlegum orkugjöfum.[12]

Meginhugmyndin að baki sjálfbærri þróun, eða sjálfbærri nýtingu náttúruauðlinda, er einföld og alls ekki ný af nálinni. Hún er tvíþætt, í fyrsta lagi að ganga ekki óhóflega á forða náttúrunnar heldur nýta auðlindir hennar á hófsaman hátt og þá helst þannig að þær nái að endurnýja sig. Í öðru lagi felst í sjálfbærri nýtingu náttúruauðlinda að þær skuli ekki nýttar á þann hátt að af hljótist mengun eða að umhverfinu sé spillt á annan hátt. Með ofangreint í huga fellur repjuræktun sem orkuöflun sérstaklega vel að hugtakinu umhverfisleg sjálfbærni sem innlend og endurnýjanleg orka því ræktuninga má endurtaka án þess að ganga á auðlindaforða náttúrunnar. Að auki er íslensk framleiðsla á bíódísil og repjuolíu sparnaður gagnvart innflutningi á þessum afurðum. Vinnsla þeirra héraendis skapar atvinnu og eykur þar með þjóðartekjur.

Repjuræktun felur einnig í sér tvöfalda kolefnisjöfnun hvað varða útblástur á koltvísýringi (CO<sub>2</sub>). Þá er átt við að ræktunin tekur til sín tvöfalt meira af koltvísýringi en brennsla olíunnar gefur frá sér við útblástur. Annað mikilvægt atriði er að nýta má land til repjuræktunar sem annars er ekki í almennt ræktun. Einnig hentar repjujurtin vel til landgræðslu ásamt lúpínu og húsdýraáburði.

Við brennslu á bíódísil, sem framleiddur hefur verið úr repjuolíu, er talið að um rúmlega 70% minni mengun sé að ræða en þegar jarðdísill er notaður. Er þá sérstaklega átt við koltvísýring, koleinoxíð (CO) og sótagfir (PM) sem eru hættulegar mönnum þegar þær setjast í líkamann eftir að hafa borist þangað með innöndun. Einnig ber að nefna brennisteinsoxíð (SO<sub>2</sub>) sem varla er mælanlegt þegar bíódísill er brenndur.

Í sérfræðingaskýrslu um möguleika á að draga úr nettóútstreymi gróðurhúsalofttegunda á Íslandi og tillögum til þingsálykunar um aðgerðaráætlum um orkuskipti í skipum er lögð sérstök áhersla á að auka notkun lífeldsneytis á fiskiskipaflotann og efla rannsóknir og nýsköpun endurnýjanlegra orkugjafa þannig að Ísland verði framarlega í notkun á umhverfisvænum orkugjöfum. Einnig að hvatt verði til aukinnar framleiðslu og notkunar innlands endurnýjanlegs eldsneytis sem stuðli að gjaldeyrissparnaði, fjölgun starfa og auknu orkuöryggi.[15][16]

Tilskipun Evrópuþingsins og ráðsins 2015/1513/ESB fjallar um óbeina landnotkun þar sem m.a. er sett 7% hámark á leyfilegt magn af lífeldsneyti af fyrstu kynslóð í markmiði tilskipunar 2009/28/ESB fyrir samgöngur. Tilgangur tilskipunarinnar er draga úr þeim áhrifum sem framleiðsla lífeldsneytis af fyrstu kynslóð hefur á aðra landnotkun, til að mynda fæðuframleiðslu. Tilskipun þessi hefur enn sem er komið er ekki verið tekin upp í EES-samninginn. Hún felur það í sér að vegna landnýtingarsjónarmiða er ekki unnt að draga úr útblæstri koltvísýrings um 100% með notkun á bíódísil. Tilskipunin á fyrst og fremst við um land sem tekið er úr matvælaframleiðslu undir repjurækt eða land sem tekið er úr ræktun undir skógrækt og þá til að binda koltvísýring ( $\text{CO}_2$ ). Þetta á sjaldnast við um óræktað land á Íslandi enda það land ekki í notkun og gróðurfar á slíku landi er oft veikburða.

Tilskipunin býður þó upp á undanþágur og jafngildi þar sem aðildarríkin og framkvæmdastjórnin skulu hvetja til þróunar og notkunar á kerfum sem geta með öruggum hætti sannað að tiltekið magn af lífeldsneytishráefni sem framleitt er í tilteknu verkefni raski ekki framleiðslu í öðrum tilgangi. Þetta getur til dæmis verið raunin þegar framleiðsla á lífeldsneyti nemur þeirri viðbótarframleiðslu sem náð er með fjárfestingum í bættri framleiðni umfram það sem hefði annars verið náð ef slík afkastahvetjandi kerfi hefðu ekki verið fyrir hendi, eða þar sem framleiðsla á lífeldsneyti fer fram á landi þar sem breytt landnýting varð án verulegra neikvæðra áhrifa á fyrirliggjandi afrakstur vistkerfa sem landið gefur af sér, þar með talin vernd kolefnisforða og líffræðileg fjölbreytni. Aðildarríkin og framkvæmdastjórnin skulu kanna möguleika á að setja fram viðmiðanir til að greina og votta slík kerfi sem sanna með óyggjandi hætti að tiltekið magn af lífeldsneytishráefni sem framleitt er í tilteknu verkefni raski ekki framleiðslu í öðrum tilgangi en þeim að framleiða slíkt lífeldsneytishráefni og að slíkt lífeldsneytishráefni hafi verið framleitt í samræmi við viðmiðanirnar Evrópusambandsins um sjálfbærni fyrir lífeldsneyti. Aðeins er hægt að taka til greina það magn af hráefni sem svarar til þeirrar minnkunar á raunverulegri röskun sem fæst með kerfinu.[20]



### 3. Olían og skipavélar

#### 3.1 Almennt um bíódísil fyrir skipavélar

Bíódísill, sem framleiddur er úr repju- eða nepjufræjum, hefur svo til sömu eiginleika og venjulegur jarðdísill sem almennt er notaður er á skipavélar í dag. En bíódísillinn er bæði umhverfislega vistvænn orkugjafi og einnig endurnýjanlegur orkugjafi. Þennan orkugjafa má framleiða á Íslandi með því að rækta repju og nepju í því magni sem hagstætt er talið að framleiða til að fullnægja innanlandseftirspurn.[37][61]

Orkuinnihald eldsneytisgjafa				
Samanburður á orkuinnihaldi nokkurra eldsneytisgjafa				
	⇒ eldsneyti		⇒ orkuberi	
Orkugjafi	MJ/lítri	Orkuviðmið	CO <sub>2</sub> -útblastur	Heilsuáhrif
Jarðefnadísill	38,6	100%	3,180 kg	eitrað
Repjuolía	37,1	96%	2,797 kg	skaðlaust
<i>Biomass to Liquid (BtL)</i>	36,3	94%	3,140 kg	eitrað
Bíódísill (úr repjuolíu)	35,1	91%	2,797 kg	skaðlaust
Bensín	34,8	90%	3,180 kg	eitrað
Bútanól	31,8	82%	2,378 kg	eitrað
Etanól	23,5	61%	1,913 kg	áfengi
<i>Metanól</i>	17,9	46%	1,375 kg	baneitrað
Metangas	25,3	66%	2,750 kg	skaðlaust
<i>Dimetyleter (DME)</i>	19,2	50%	1,913 kg	eitrað
Vetni	9,3	24%	0,000 kg	skaðlaust

Orkuberi verður til í gegnum annan orkugjafa og þá oftast sem rafmagn. Orkuberi hafa því lítið orkuinnihald.

Taflan sýnir að orkuinnihald jarðdísils og repjuolíu eða bíódísils úr olíu er svo til það sama.[39]

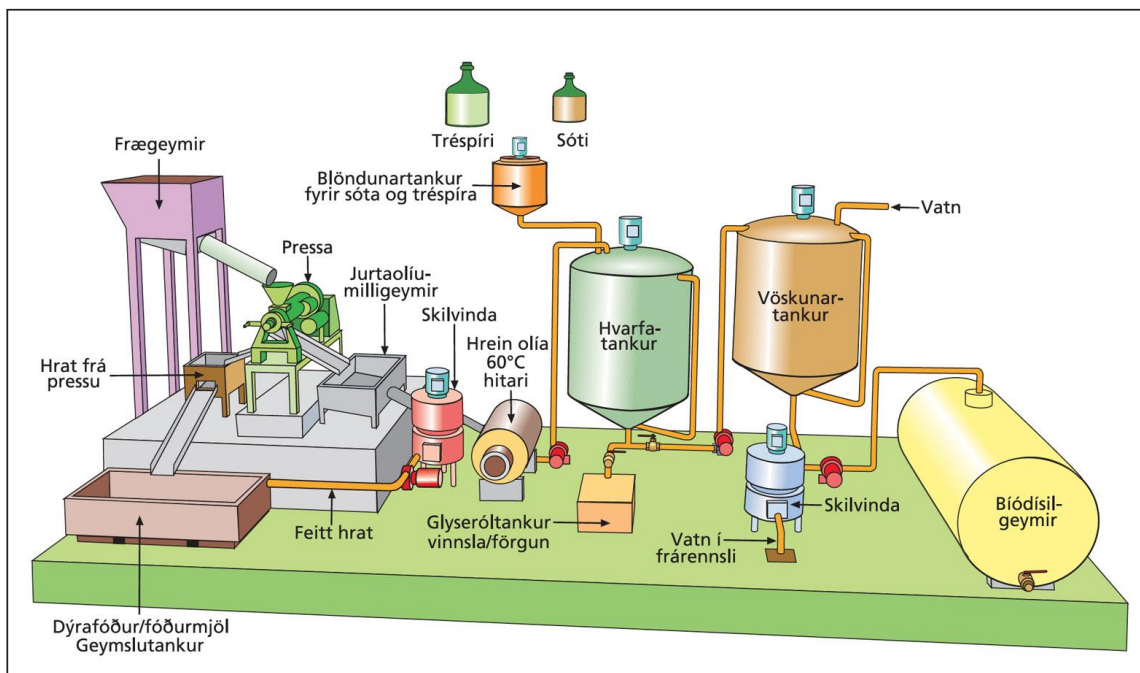
Bíódísillinn verður til við efnahvarf þegar repjuolían er umestruð og við það verður seigja olíunnar tíu sinnum minni en hún var áður eða svo til hin sama og seigja jarðdísils. Við framleiðsluna er notuð repju- eða nepjuolía, metanól (tréspíri) og vítissódi (NaOH). Sódinn er settur í metanólið í sérstökum blöndunartanki og er hrært í þar til sódinn er uppleystur í metanólinu. Ferlið tekur um 15 til 20 mínútur. Í hvarfatanki hefur repjuolían verið hituð upp í 55-60°C og er vökvanum í blöndunartankinum nú dælt yfir í hvarfatankinn með repjuolíunni þar sem hún er hrærð til að blanda vökvunum saman og þá hefst umestrunarhrarfið. Eftir um eina til tvær klukkustundir er umestrnuninni lokið og hefur glýserólhlutinn (10% af magni blöndunarinnar) þá safnast á botn tanksins, því glýserólið er þyngra en olían, og er það aðskilið frá olíunni með því að tappa því undan tankinum. Síðan er olían flutt yfir í vöskunartankinn þar sem hún fer í vöskun með því að úða vatni (30% af magni olíunnar) yfir olíuna. Vatnið má ekki innihalda brennistein eins og fyrirfinnst í hitaveituvatninu og því ber að forðast að nota það í vöskunina. Vöskunarferlið getur tekið um átta klukkustundir og er það lokastig framleiðslunnar á bíódíslinum. Þegar búið er að fjarlægja skolvatnið undan botni tanksins er bíódísillinn tilbúinn til notkunar og setja má hann á eldsneytisgeyma svo til allra véla sem ganga fyrir jarðdísil.

Eftir að olían hefur verið flutt yfir í vöskunartankinn er blöndunartankurinn tilbúinn fyrir nýjan skammt af repjuolíu og ferlið er endurtekið. Glýserólið og skolvatnið eru síðan hreinsuð af metanóli með því að eima þau og næst þá til baka hluti af metanólinu sem nota má aftur í næstu umestrun.

Fullhreinsað glýseról er eftirsótt vara en með aukinni framleiðslu á lífdísil á heimsmælikvarða hefur framboð á glýseróli aukist töluvert og heimsmarkaðsverð lækkað í framhaldi af því. Það er frekar kostnaðarsamt að fullhreinsa glýserólið og markaðurinn fyrir það er ekki hér á landi þannig að ofan á verðið kæmi flutningskostnaður. Það er því ekki ólíklegt að það yrði ódýrara að nýta glýserólið frekar sem áburð og/eða frostlög en að fullhreinsa það til sölu í sápugeti eða fegrunarkrem. Verð á glýseróli hefur verið hin síðari ár um 300 til 1000 evrur fyrir hvert tonn og fer það eftir því hve vel hreinsað glýserólið er.

Skolvatnið má síðan „hlutleysa“ á einfaldan efnafræðilegan hátt og setja það í frárennslið án þess að það valdi mengun. Einnig er þekkt aðferð að blanda í það fosfórsýru sem gerir skolvatnið að fyrirtaks áburði og er því þá safnað í sérstaka tanka. [33][34][35][37]

Samkvæmt lögum nr. 40/2013 um endurnýjanlegt eldsneyti í samgöngum á landi eiga innlendir framleiðendur og söluaðilar endurnýjanlegs eldsneytis að sýna fram á að eldsneytið sé endurnýjanlegt og framleiðsla þess uppfylli sjálfbærniþmið sé það ætlað til notkunar í samgöngum á landi. Það er gert með því að afla upprunavottorða frá viðurkenndum útgefendum upprunavottorða eða sýna með öðrum hætti fram á að eldsneytið sé endurnýjanlegt og að sjálfbærniþmið séu uppfyllt með framvísun gagna til Orkustofnunar. Ef hráefni til framleiðslu á vistvænu eldsneyti, sem flutt er inn til landsins, er vottað af viðurkenndum útgefendum upprunavottorða, þá er ekki þörf á því að votta sérstaklega íslensku framleiðsluna á bíódísil.[10][11]



Einföld bíódísilverksmiðja þar sem allir nauðsynlegir íhlutir koma fyrir

### 3.2 Bíódísill sem eldsneyti fyrir skipavélar

Hin síðari ár hefur íslenski fiskiskipaflotinn verið að nota að meðaltali um 150 til 170 þúsund tonn af skipagasolíu á ári. Þegar svartolíu og skipaolíu, sem keypt hefur verið erlendis, hefur verið bætt við fer notkunin í um 200 þúsund tonn. Gert er ráð fyrir að á næstu 10 árum muni olíunotkun íslenskra fiskiskipa verða svipuð og í dag eða árlega í kringum 200 þúsund tonn af jarðolíu.

Ekkert ætti að vera því til fyrirstöðu að endurnýjanlegir orkugjafar geti komið til greina sem eldsneyti í stað jarðefnadísils í íslenskum fiskiskipum. Vitað er að bíódísill úr repjuolíu er fullkomlega sambærilegur hvað gæði áhrærir samanborið við þann jarðefnadísil sem fiskiskipaflotinn notar í dag og bíódísillinn hefur engin skaðleg áhrif á aðalvélar skipanna nema síður sé.

Almennt mætti telja að miklir möguleikar séu fólgnir í því að breyta eldsneytisnotkun skipa þannig að þau noti jurtaolíu, bíódísil eða annað lífrænt eldsneyti í stað þess að nota skipagasolíu eða svartolíu. Tæknilega væri unnt að minnka losun margra gróðurhúsalofttegunda um allt að 70% á tiltölulega auðveldan hátt. Einnig gætu útgerðirnar og fyrirtæki þeirra sjálf ræktað repju og breytt henni í bíódísil fyrir skip sín.[43][61]

Brýnt er að skoða kostnað sem getur verið nauðsynlegur til að breyta aðalvélum skipa þannig að þau geti notað bæði jurtaolíu og bíódísil. Tryggja verður að lífdísill, sem nota á í skip, uppfylli fyrirmæli, reglur og tilskipanir stjórnvalda og alþjóðlegra stofnana og sé á allan hátt umhverfisvænn. Meta þarf möguleika á að nota tímabundna efnahagslega hvata til að nota lífeldsneyti og skoða reynslu af notkun lífdísils í skipum erlendis.

### **3.3 Breytingar á skipavélum vegna endurnýjanlegra orkugjafa**

Örfáar breytingar þarf að gera á aðalvélum og hjálparvélum skipa ef nota á hreina repjuolíu eða hreinan bíódísil. Bíódísillinn getur tært plaströr og plastþéttingar, oxast við koparlagnir og tært þær og einnig geta þungmálmur skemmst vegna snertingar við bíódísil. Hér þyrfti því að gera smávægilegar breytingar með því að setja önnur málmefni í stað þeirra sem vandamál geta skapað. Önnur málmefni en þungmálmur eru í dag uppistaðan í skipavélunum þannig að nýrri vélar ættu ekki að eiga í vandræðum með að brenna repjuolíu eða bíódísil. Ef nota á eingöngu repjuolíu sem eldsneyti á skip þarf litlar breytingar á aðalvél ef hún keyrir á svartolíu en sömu breytingar og getið er hér að ofan keyri hún á skipagasolíu. Bíódísill getur komið í stað skipagasolíu og sama gildir um efnaeldsneyti eins og BtL (Biomass to Liquid).

Ef repjuolía eða bíódísill er blandaður í þriðjungs- eða fjórðungshlutföllum í jarðdísil þá þarf engar breytingar að gera á vélum skipsins.

Vel hreinsaðan bíódísil, sem blandað er í jarðdísil, skyldi ekki geyma á lager lengur en í eitt ár. Í bátum og skipum þarf sérstaklega að hafa hugann gagnvart þéttivatni (condense water) í eldsneytisgeyminum. Ráðlegt er að tæma tankana vel í skipum áður en skipt er úr jarðdísil yfir í bíódísil. Aldrei skyldi geyma bíódísil óhitaðan í frosti nema blandað sé efnu í hann. Með því að blanda 20% af jarðdísil í bíódísilinn (B80) má einnig komast hjá kuldavandamálum á veturna.[36][37][39]

### **3.4 Kröfur vegna bíódísils sem orkugjafa fyrir framdrifsafli**

Bíódísill þarf að uppfylla staðalinn ÍST EN 14214. Sá staðall segir nákvæmlega til um hvaða skilyrði bíódísillinn þarf að uppfylla og hver eru mestu og lögstu leyfileg gildi fyrir til dæmis orkuþéttleika, blossomark og innihald efna í afgasi.

Við framleiðslu á bíódísil eru meðal annars notuð eitruð og hættuleg efni eins og til dæmis metanól (tréspíri) sem notað er til að framleiða bíódísil. Í hvatann er notaður eitursódi (NaOH) sem er einnig eitruður.

Ef þessi efni eru ekki vel hreinsuð eða vöskuð úr bíódíslinum þá getur hann skaðað vélnarar sem nota hann sem eldsneyti. Því er mikilvægt að staðlinum sé fylgt í hvítetna þannig að varan standist gæði og kröfur. Framleiðslustaðallinn á því að tryggja gæði bíódísils sem er þáttur í því að tryggja gæði olíunnar gagnvart þriðja aðila.[21]

Hérlendis hafa ekki verið settar almennar reglur um notkun á skilgreindu umhverfisvænu eldsneyti sem framleitt er úr orkujurtum. Það sem snýr beint að laga- og reglugerðarumhverfi um orku og eldsneyti í samgöngum er í meginatriðum þrjár reglugerðir sem taka beint á verkefninu um umhverfisvæna orkugjafa. Má hér nefna reglur um fljótandi eldsneyti en markmið þeirrar reglugerðar er að draga úr hugsanlegum áhrifum eldsneytis á heilsu fólks og umhverfi. Í viðaukum reglugerðarinnar eru að finna sérstakar kröfur sem gerðar eru til eldsneytis eins og markaðssetningu sem og viðbótarkröfur til skipagasolíu og svartolíu.[14]

Evrópusambandið hefur gefið út nokkrar tilskipanir er varða notkun endurnýjanlegra orkugjafa. Sumar tilskipanir fela í sér bindandi markmið fyrir einstök aðildarríki um að auka notkun endurnýjanlegra orkugjafa og þá aðallega til að minnka gróðurhúsaáhrif frá afgangi dísilvéla. Þá samþykkti Evrópusambandið hinn 23. apríl 2009 tvær mikilvægar tilskipanir er varða áherslur um að minnka notkun á jarðefnaeldsneyti og aukna notkun endurnýjanlegra orkugjafa. Tilskipanirnar voru báðar birtar í Stjórnartíðindum ESB 5. júní 2009.

Markmiðið er í raun það að hlutfall endurnýjanlegra orkugjafa í samgöngum fari í 20% árið 2020 innan sambandsins. Sérstakt ákvæði er um hvernig reikna skuli út þessi hlutföll.[20]

Hjá Alþjóðasiglingamálastofnuninni (IMO) hafa verið lagðar fram hugmyndir um aukna notkun á umhverfisvænum orkugjöfum í skipum sem þáttur í aðgerðum til að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda.

Innan Evrópusambandsins hafa verið settar reglur um framleiðslu og notkun umhverfisvænna orkugjafa. Innan sambandsins er mikill áhugi á að tryggja bæði lagalegan og markaðslegan grunn umhverfisvænna orkugjafa eins og bíódísils. Einnig eru tilskipanir þaðan í stöðugri endurskoðun og þá á jákvæðan hátt. Bæði í samgönguáætlun og þingsályktunartillögum hérlendis eru markmiðin að skýrast og í náinni framtíð má gera ráð fyrir að áherslur íslenskra stjórnvalda verði á aukna notkun bíódísils sem orkugjafa skipa og að verkefni um orkuskipti í skipum leysist með notkun bíódísils sem framleiddur verður úr íslenskum orkujurtum eins og repju og nepju.

Þær alþjóðlegu sem innlendu kröfur til notkunar á bíódísil sem orkugjafa fyrir skipaflotann eru í góðu samræmi við gæði og innihald eldsneytisins. Að því leyti stenst bíódísillinn allar þær kröfur gera má til hans sem liðs í orkuskiptum í skipum.

### **3.5 Kostur bíódísils sem skipaeldsneyti**

Kostur bíódísils sem eldsneytis í skipum er fyrst og fremst að hann er íslenskur orkugjafi, framleiddur úr íslenskri repjuolíu, með sama orkumagn og jarðdísill, engar breytingar þarf að gera á núverandi vélbúnaði skipa og bíódísillinn getur strax komið inn sem orkugjafi fyrir íslensk skip. Frumrannsóknun er í raun lokið og einungis þarf að koma verkefninu af stað og keyra flotann að einhverju leyti með íslenskum bíódísil. Að auki eru allir innviðir til að tryggja framboð á bíódísil fyrir hendi því eldsneytið passar vel inn í dreifikerfi olíufélaganna.



Bíódísill er óeitrað eldsneyti og mengun frá því er lítil miðað við jarðdísil og bensín eins og taflan hér að neðan sýnir. [39]

### Útstreymi í afgasi jarðdísils og bensíns í samanburði við bíódísil

Mengandi efni í afgasi	Bíódísill	Jarðdísill	Bensín
Gróðurhúsalofttegundir (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O) <sup>*)</sup>	1,00	3,35	4,50
Sótagnir (PM)	1,00	2,25	0,65
Köfnunarefnisoxíð (NO <sub>x</sub> )	1,00	0,95	0,45
Rokgjörn lífræn efnasambönd	1,00	2,20	6,00
Kolmónoxíð (CO)	1,00	1,80	9,35

<sup>\*)</sup> CO<sub>2</sub> er koltvísýringur (77%), CH<sub>4</sub> er metan (15%) og H<sub>2</sub>O er hláturgas (7%).

Engin brennisteinsefni eins og brennisteinsdíoxíð (SO<sub>x</sub>) eða brennisteinsvetni (H<sub>2</sub>S) er að finna í bíódísil. Brennisteinsdíoxíð hefur neikvæð áhrif á heilsu manna og hár styrkur brennisteinsdíoxíðs getur hindrað öndun, ert augu, nef og háls, valdið köfnun, hósta, öndunarsjúkdómum og óþægindum í brjósti. Einnig hefur það áhrif á öndun plantna, getur valdið dauða og vanlíðan dýra og valdið málmþæringu. Brennisteinsvetni er einnig skaðlegt heilsu manna og eru það helst augu, lungu og öndunarvegur sem eru viðkvæm.

Alþjóðasamningar (viðauki IV í MARPOL) heimila að tilgreina sérstök hafsvæði þar sem magn mengandi lofttegunda í afgasi skipa er takmarkað. Þessi hafsvæði eru kölluð ECA svæði (emission control area). Viðaukinn tekur á gæðum eldsneytis og brennslu þess í skipavélum og takmarkar leyfilegt magn brennisteinsoxíða (SO<sub>x</sub>). Þessi svæði eru nú Eystrasaltið og Norðursjórinn ásamt strandlengju Bandaríkjanna. Á þessum svæðum eru sett takmörk á brennisteinsefnum í eldsneyti í 0,1% frá árinu 2015 en þau voru áður 1,0%. Fyrir önnur svæði eins og til dæmis Ísland eru takmörk á brennisteinsefnum í eldsneyti 3,5% til ársins 2020 og þaðan í frá 0,5%. Ísland hefur ekki enn innleitt viðaukann en verði það gert þá fer Ísland inn á ECA-svæðið með þeim takmörkunum sem þar gilda. Bíódísill inniheldur ekki þessi brennisteinsefni og því er notkun hans afar jákvæð að þessu leyti.[16]

Jarðdísill er í mörg á að brotna niður í náttúrunni en bíódísillinn brotnar niður í náttúrunni á aðeins þremur vikum.

Nauðsynlegt er að stjórnvöld taki afstöðu til þeirra kosta sem bíódísill hefur fyrir íslensk skip. Taka þarf ákvörðun um það hvort stuðlað verði að innlendra magnframleiðslu á bíódísil og ráðstafanir til að tryggja samkeppnisstöðu þessa innlenda eldsneytis gagnvart jarðdísil í framtíðinni. Innlend framleiðsla á þessum mikilvæga orkugjafa hefur þjóhagslegt gildi og dregur úr þörfinni fyrir innflutta jarðolíu. Með því er í senn stuðlað að orkuöryggi og gjaldeyrissparnaði.

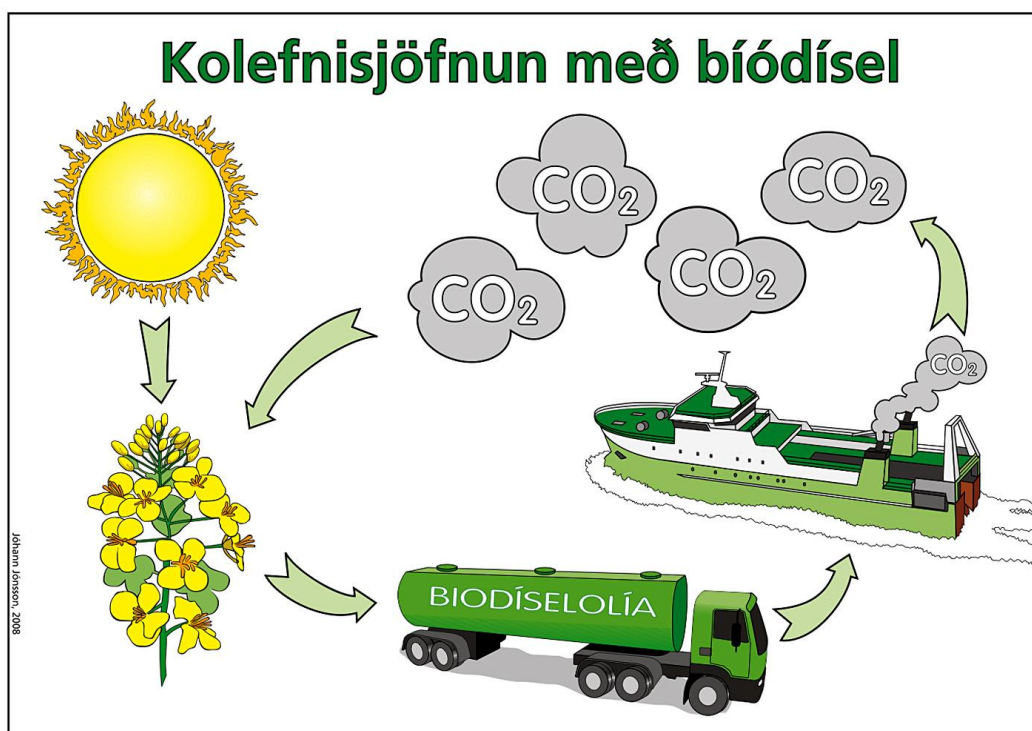
Nauðsynlegt er einnig að skoða kosti bíódísils út frá hollustu vörunnar, umhverfisþáttum hennar og sjálfbærni. Í slíkri athugun þarf að leggja heildstætt mat á þá þýðingu sem notkun umhverfisvæns eldsneytis hefur í bráð og lengd, bæði fyrir íslenskt samfélag og umheiminn.

### **3.6 Umhverfislegur og hagrænn ávinningur**

Undirbúa þarf sem fyrst og með kostgæfni notkun bíódísils á aðalvélar íslenskra skipa með hagkvæmni og umhverfislegan ávinning að leiðarljósi. Byrja mætti í minni skipum og síðan auka sviðið jafnt og þétt. Einnig mætti byrja á lágu íblöndunarhlutfalli bíódísils í jarðdísil eins og 5% (B5) og hækka síðan hlutfallið jafnt og þétt með aukinni repjuræktun.

Sú staðreynd að rækta má orkujurtir eins og repju og nepju á Íslandi er fyrst og fremst áskorun um að hefja í miklum mæli ræktunarferli á orkujurtum sem tekur tillit til þarfa íslenska skipaflotans. Möguleikar á því að framleiða á eigið eldsneyti í stað þess að flytja það inn til landsins eiga að kalla á umfangsmikla greiningu á þeim hagræna ávinningi sem mun skapast fyrir þjóðarbúið, bændur og framleiðendur og ekki síst út frá umhverfislegum markmiðum.

Ræktun á repju er kolefnisjöfnun. Hver hektari tekur til sín tvöfalt meiri koltvísýring en við útlosun við brennslu bíódísilsins sem framleiddur er úr repjunni. Hver hektari ræktunar á repju eða nepju tekur í sig 6 tonn af CO<sub>2</sub> á meðan jurtin er að vaxa og skilar til baka, ásamt reiknuðu kolefnisspori í vinnsluviðbót, um 3 tonnum af CO<sub>2</sub>. Því má segja að við hvert tonn sem íslensk skip munu brenna af bíódísil þá sparast um 3 tonn af CO<sub>2</sub> ásamt því að bíódísillinn er brennisteinslaus og eyðist í náttúrunni á aðeins þremur vikum.



Við vöxt tekur repjan í sig tvöfalt meira magn af CO<sub>2</sub> en þegar bíódísilólíunni er brennt.

Bíódísill og repjuolía hafa svo til sömu orkugetu og jarðdísill. Orkuskiptin frá jarðdísil yfir í bíódísil geta átt sér stað strax og það án kostnaðarauka því nota má bíódísilinn nú þegar í þeim skipavélum sem eru um borð í íslenskum skipum í dag án nokkurra vandræða.

Umhverfisvænar fiskveiðar munu í framtíðinni hafa áhrif á markaði og sölufærni afurða. Nú þegar er farið að kalla eftir umhverfisvænum veiðum þar sem orkan og veiðarfærin eru umhverfisvæn. Það sem hér snýr að orkunni sér repjuræktunin um að uppfylla.

### **3.7 Framtíðarsýn endurnýjanlegra orkugjafa fyrir skipaflotann**

Áætlað er að þær olíulindir sem unnið er við í dag verði gengnar til þurrðar í fyrirsjáanlegri framtíð og því eru birgðir jarðeldsneytis þessa heims takmörkuð auðlind. Talið er að árlega sé tekið miljón sinnum meira af hráolíu úr jörðu en til verður í jarðskorpunni úr leifum af lífmassa dýra og jurta. Þó að talið sé að á vissum svæðum jarðar megi finna nýjar olíulindir

ber að hafa í huga að notkunin vex hraðar en vinnslan og er því vart annars að vænta en að þessi vinsæli orkugjafi muni verða uppurinn áður en mjög langt um líður. Því er og við að bæta að notkun jarðolíu sem orkugjafa hefur í för með sér gífurleg mengunarvandamál sem nú þegar hafa leitt af sér mikil vandkvæði. Þjóðir heims hafa bundist samtökum um að vinna gegn þeim og er svokallað Parísarsamkomulag, sem undirritað var seint á árinu 2015, síðasti áfanginn á þeirri vegferð. Vegna hinna miklu mengunarvandamála sem notkun jarðefnaeldsneytis veldur er líklegt að hætta verði notkun þess áður en allar olíu- og gaslindir heimsins eru gengnar til þurrðar.

Einn aðalkostur jarðdísils umfram flesta umhverfisvæna orkugjafa er betri brunanýtni í dísilvélum. Hvað varðar dreifingu og sölu eldsneytis þá hefur jarðeldsneyti algera sérstöðu eins og nú er ástatt. Það sem dregið getur úr þessari sérstöðu er vitræn umhverfisvernd þar sem áhersla er lögð á heilsufarsáhrif, sjálfbærni og að draga úr losun efna sem valda gróðurhúsaáhrifum og skaða umhverfið með ýmsum öðrum hætti.[37]

Ef skoðuð er sú staðreynd að framleiðsla jarðefnaeldsneyti muni innan nokkurra áratuga dragast verulega saman þá þarf að huga að því, fyrr en síðar, hvað kemur í staðinn fyrir jarðdísilinn og hvort hægt sé af framleiða hinn nýja orkugjafa hér á landi og að orkugjafinn verði endurnýjanlegur og einnig umhverfisvænn. Eitthvað verður að koma í staðinn fyrir jarðdísilinn.

Þegar skoðaðar eru þær rannsóknir sem fram hafa farið á ræktun umhverfisvænna orkugjafa á Íslandi og sú staðreynd að bíódísill úr repjuolíu geti fullkomlega komið í staðinn fyrir jarðdísilinn þá er ekkert annað eftir en að fara af stað með verkefni um orkuskipti þessara orkugjafa.

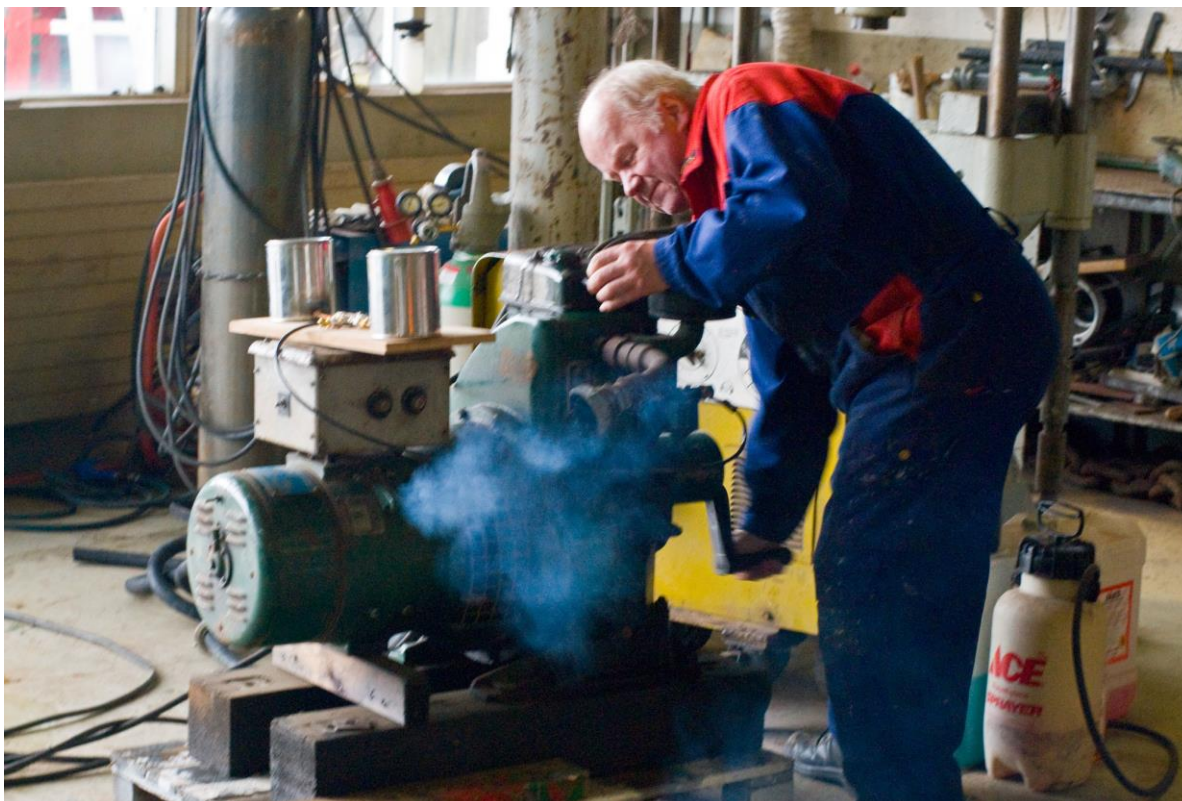
Þær athuganir og rannsóknir sem gerðar hafa verið með aðra umhverfisvæna orkugjafa en bíódísil eins orkuberarnir vetni, metanól, DME og rafmagn eru góð innkoma í þessa umræðu sem jákvæð og þörf verkefni. Þess ber þó að geta að enn eiga þessir orkuberar langt í land með að uppfylla skilyrði um orkuþéttleika og og kostnaður við framleiðslu þeirra er enn tiltölulega dýr. En tíminn verður að leiða í ljós hversu langan tíma það muni taka að aðlaga orkuberana þeim skipavélum sem eru um borð í íslenska flotanum í dag eða hvort framleiða þurfi nýjar skipavélar sem geta snurðulaust keyrt á þessum orkuberum.

Mjög líklegt er að innan fárra áratuga verði jarðdísill og aðrir orkugjafar úr jarðefnum horfnir af markaði eða á hröðu undanhaldi. Bíódísill úr repjuolíu er meðal þeirra úrræða sem koma í stað jarðefnaeldsneytisins. Sökum þess að bíódísillinn fellur vel að þeirri tækni sem nú er beitt við orkunýtingu – dísilvélunum – og einnig að dreifikerfum sem þegar eru starfrækt er fullt tilefni til að líta svo á að framtíðarhorfur fyrir þennan umhverfisvæna og endurnýjanlega orkugjafa séu góðar, ekki síst þegar litið er til þess að aukafurðir ræktunar og vinnslu á repjuolíu gefa af sér verðmætt dýrafóður og áburð.

Lausnin er fyrir hendi.



Umestrúnarbúnaður í eigu Samgöngustofu



Lítill vél keyrð á bíódísil framleiddum úr íslenski repjuólú

**Ford Econoline 1988 7,3L IDI V8 444 cub ince**



Þessi bíll getur keyrt bæði á bíódísil og hreinni repjuölfu



Bíódísill hentar vel þegar farið er um óbyggðir landsins



Íslenskur bíódísill sem íblöndun í jarðdísil á bíl Samgönguráðherra

## 4 Ræktun á repju

### 4.1 Almennt um ræktun á repju

Á Íslandi hafa meðal annars Landbúnaðarháskóli Íslands, Siglingastofnun og Samgöngustofa gert ræktunartilraunir með fjögur afbrigði repju. Um er að ræða vor- og vetrarafbrigði af repju (*Brassica napus var. oleifera*) og einnig vor- og vetrarafbrigði af nepju (*Brassica rapa var. oleifera*). Í upphafi tilrauna voru vetrarafbrigði repju og nepju ræktuð og síðar voru gerðar tilraunir með ræktun vorafbrigða sömu tegunda. Repja og nepja eru náskyldar káltegundir og eru einnig líkar í útliti. Báðar tegundir hafa öfluga stólparót sem bera uppi greinotta en teinréttu blómstöngla sem geta náð 50 til 250 cm hæð en hæðin fer eftir ræktunarskilyrðum.

Vetrarafbrigðinu er sáð um miðjan júlí og fer það strax í blað- og rótarvöxt fyrir veturinn. Vöxturinn hefst að nýju að vorlagi þegar frost er farið úr jörðu og hefur þá plantan legið í dvala á meðan kuldatímabil vetrarins gekk yfir. Vaxtartímabil vetrarafbrigðisins er um 450 dagar og þarf því tvö almanaksár undir ræktunina. Vorafbrigðinu er aftur á móti sáð að vori til og vaxtartímabil þess er einungis um 200 dagar og þar með innan almanaksársins. Vaxtartímabilið hefur áhrif á uppskeruna og því gefa vetrarafbrigðin í flestum tilfellum um 50% meiri uppskeru en vorafbrigðin.[60]

Vegna þess hve fræ repju og nepju eru olíurík hefur ræktun þeirra aukist mikið á heimsvísu hin síðari ár. Þegar fræið hefur verið pressað nýtist það sem fóðurmjöl og olía. Fóðurmjölið er notað í dýrafóður enda ríkt af nauðsynlegum próteinum fyrir húsdýr. Olíurnar eru notaðar sem matarolíur og í margs konar iðnaðarframleiðslu eins og sápur, nuddolíur, smurolíur, sleipiefni, bragðefni, lyf og hin síðari ár í auknum mæli sem lífdísill (repjudísill).

Til að ræktun repju og nepju takist vel þá er nauðsynlegt að gera sér grein fyrir staðarvali, sáðmagni og áburði. Einnig skiptir tækni við sáðningu og uppskeru miklu máli sem og fagmennska þess sem að ræktuninni stendur. Sams kona tækjabúnaði og aðferðum er beitt við ræktun allra repjuafbrigðanna.

Bæði vor- og vetrarafbrigði nepjunnar eru mun fljótari til þroska en repjuafbrigðin og hafa vetrarafbrigðin yfirleitt meira vetrarþol en vorafbrigði repjunnar. Hins vegar gefur nepjan minni fræuppskeru og einnig er hlutfall olíunnar í fræinu lægra.

Ræktun nepju sem nytjajurtar hófst um líkt leyti og tímatal okkar. Ræktunin tekur þó ekki við sér í alvöru fyrr en á miðöldum þegar repjuolía varð eftirsótt sem smurefni og ljósgjafi á lampa. Repjuolían hélt þessari stöðu þar til jarðefnaolía tók við hlutverki hennar upp úr miðri 19. öld. Frá miðri síðustu öld jókst eftirspurn eftir repjuolíu sem matarolíu og þá sérstaklega eftir að tekist hafði að rækta afbrigði af repju og nepju með mjög lágt eruca-sýru-innihald. Fram að því var einungis hægt að nýta olíuna til iðnaðar. Sá sem náði bestum árangri í kynbótum repjunnar var Vestur-Íslendingurinn Baldur Rósmund Stefánsson en hans framlag varð til þess að nýta mátti repjuna í hágæða matarolíur og einnig hágæða dýrafóður (fóðurmjöl).

Aukin meðvitund almennings og stjórnvalda um umhverfismál og kröfur um að draga úr notkun jarðefndaeldsneytis hafa orðið til þess að kallað er eftir hugmyndum um orkuskipti í samgöngum og að hafin verði markviss framleiðsla á nýjum orkugjöfum sem eru bæði

endurnýjanlegir og umhverfisvænir. Og við það vaknar spurningin um það hver geti verið sá orkugjafi.

Sá orkugjafi sem er einna líkastur jarðefnaeldsneyti í orkugildi og jafnframt bæði endurnýjanlegur og umhverfisvænn er lífdísill sem framleiddur er meðal annars úr repju- eða nepjuolíu. Rannsóknir á repjuræktun hérlendis hafa sýnt að repja og nepja gefa ekki síðri olíuuppskeru en sömu olíujurtir sem ræktaðar eru í hlýrra loftslagi sunnar í Evrópu. Á heimsvísu er repjuolía næstmest framleidda jurtaolían í dag og helstu og stærstu ræktunarsvæðin eru í Kanada, Kína og löndum Evrópusambandsins.[30]

Kostir þess að rækta repju og nepju sem endurnýjanlegt og umhverfisvænt eldsneyti eru fyrst og fremst þeir hve auðvelt og hagkvæmt er að nýta aukaafurðir ræktunarinnar og að framleiðsla og nýting auka ekki útblástur koltvísýrings. Olían er í heild sinni einungis 15% af lífmassanum. Stönglar og fóðurmjöl eru 85% af lífmassanum og nýtast beint og óbeint til fæðuöflunar fyrir menn og búfénað. Annar mikilvægur kostur er kolefnisjöfnun ræktunarinnar en við vöxt tekur repjan í sig tvöfalt meira af koltvísýringi (CO<sub>2</sub>) en hún skilar til baka í brennslu á lífdíslinum. Enn fremur er lífdísill úr repjuolíu skaðlaust og óeitrað eldsneyti sem brotnar niður í náttúrunni á innan við þremur vikum.

Einnig má nota lífdísilinn sem íblöndunarefni í jarðdísil og þá í hvaða hlutföllum sem er. Til dæmis gera lög um endurnýjanlegt eldsneyti í samgöngum á Íslandi, nr. 40/2013, ráð fyrir 5% íblöndun í jarðeldsneyti. Bæði íblöndun lífdísils í jarðdísil og einnig íblöndun á sjálfri repjuolíunni í jarðdísilinn hefur engin neikvæð áhrif á vélarnar sem brenna olíuna.[10][61]

## **4.2 Staðarval**

Með hlýnandi loftslagi hafa ræktunarsvæði fyrir vor- og vetrarafbrigði repju og nepju færst stöðugt norðar í Evrópu og alla leið til Íslands. Þegar umhverfishiti og sólarstundir standast kröfur repjunnar þá þarf sérstaklega að huga að heppilegum ræktunarsvæðum og hvað jarðvegur er hentugastur til góðrar uppskeru.

Í þessu verkefni er sérstaklega hugsað um staðarval á Suðurlandi og þá einna helst í Landeyjum, Fljótshlíðinni, við Vík í Mýrdal og í Meðallandi austan megin við Kúðafljót. Á þessum stöðum hefur jarðvegur reynst vel til ræktunarinnar.

Staðarval þarf að taka tillit til þess að jarðvegur sé moldríkur, frjósamur, loftræstur og vatnsleiðandi. Í sandjarðvegi geta tegundirnar átt erfitt uppdráttar en með réttri áburðargjöf og jarðvinnslu má ná þar mjög góðum árangri. Rætur bæði vor- og vetrarafbrigða repjunnar þurfa að ná djúpt ofan í jarðveginn. Þetta er sérstaklega mikilvægt fyrir vetrarafbrigðin svo þau geti náð góðum þroska og forða fyrir veturinn og hámarkað vetrarþol og blómsprotamyndum um vorið. Frostþolið er umtalsvert en svell- og vatnsþol er mjög takmarkað. Allar tegundirnar eru mjög góðar í skiptiræktun og þá helst við gras og korn. Þannig ræktunarkerfi, sem hvílir akrana í skiptiræktun, getur skilað áþreifanlegum uppskeruauka þegar akurinn er aftur nýttur undir repjuræktunina.[30][60]

## **4.3 Jarðvinnsla**

Ræktun á plöntum eins og repju og nepju krefst góðs jarðvegs og á það við bæði vor- og vetrarafbrigðin. Mismikið þarf að vinna tún og akra eftir ástandi þeirra. Ef um gamalt grastún er að ræða þarf að plægja túnið þannig að efstu 30 cm jarðvegsins sé snúið við þannig að



grasrótin snúi niður. Slíkt kemur í veg fyrir að grasið kæfi repjuna á fyrstu vaxtarstigum hennar. Plægt túnið er því næst tætt með kefla- eða pinnatætara, en þeir eru algengustu útfærslurnar við tætingu. Herfi eru svo notuð eftir þörfum sem ráðast af grófleika jarðvegsins. Að lokum er fræið sett niður, annað hvort er ráðsáð með sáðvél eða dreifsáð með áburðardreifara. Í vel brotnu landi má sleppa plægingunni þar sem það nægir að herfa það. Sé sáð í sendinn jarðveg þarf hann sérstaka meðferð hvað varðar ræktunarundirbúning og áburðargjöf.[30][37]

#### **4.4 Sáning**

Við ræktunina eru notuð tvö vorafbrigði og tvö vetrarafbrigði káljurtar af Brassica-ættkvíslinni sem eru repja og nepja. Repja og nepja eru nokkuð líkar í útliti en greina má tegundirnar auðveldlega í sundur á því að repjufræin eru talsvert stærri. Vetrarafbrigðum er sáð í kringum miðjan júlí. Vorafbrigðunum er sáð þegar frost er svo til farið úr jöðu í kringum miðjan apríl. Þó má sá vorafbrigðinu fyrr og það í frosna jörð því sáðkornið tekur ekki við sér fyrir en það finnur sjálft að spírun skuli hefjast. Einnig eru voryrkin á margan hátt harðgerðari og geta skilað ásættanlegri uppskeru í rýrum jarðvegi.[32][60]

Tilraunir hérlendis hafa sýnt að of seint er að sá vetrarafbrigðunum eftir að júlímánuði lýkur. Plantan tekur þá reyndar vel við sér en á erfitt með að lifa af veturinn og vorleysingar vegna þess að rötin hefur ekki náð að festa sig nógu vel í jarðveginum og því deyr plantan og þá sérstaklega við þær aðstæður þegar frost og þíða koma og fara á vorin.

Best er að ráðsá fræinu með 12-25 cm millibili en einnig er hægt að dreifsá því með áburðardreifara. Sáðmagnið er frá 2-10 kg/ha en að meðaltali um 7 kg/ha. Spírun fræja er talin eðlileg í kringum 60-80%. Sænskar og þýskar rannsóknir sýna að lítið sáðmagn (2-3 kg/ha) getur gefið meiri uppskeru en meira sáðmagn. Á það sérstaklega við vetrarafbrigðin þar sem lítið sáðmagn skilar sér í fáum en kröftugum plöntum með mikið vetrarþol og góða og mikla blómsprotamyndun að vorinu. Í rauninni þarf ekki endilega að vera beint samhengi milli þéttleika plantna og væntanlegrar uppskeru. Ef plöntur standa þétt verður hver þeirra smá. Ef þær standa gisið hefur hver og ein tækifæri til að þróa fleiri greinar en ella hefði verið. Það getur að vísu seinkað þroska en hefur áhrif á uppskerumagn.[30][31][33][60]

Þær yrki sem notuð hafa verið hér á landi eru eftirfarandi:

Repja, vetrarafbrigði:	<b>Galileo og Falstaff (einungis árið 2009).</b>
Repja, vorafbrigði:	<b>Ability, Clipper og Marie</b>
Nepja, vetrarafbrigði:	<b>Largo</b>
Nepja, vorafbrigði:	<b>Cordelia og Juliet</b>

Hvað varðar frægæði og spírunarmátt eru frætegundir breytilegar frá ári til árs. Hvert yrki endist að jafnaði einungis fá ár á markaði og ný og betri koma fram. Afbrigði með yfir 45% olíuinnihaldi eru afar nauðsynleg fyrir íslenskar aðstæður og einnig er mikilvægt að þau spíri snemma og að vetrarafbrigðin hafi gott vetrarþol.

#### **4.5 Áburður**

Repja og nepja þurfa frekar mikinn áburð en sjálft magnið fer eftir uppskeruvæntingum, jarðvegi og hvernig skipulagi sáðskipta er hátað. Áburði er dreift við sáningu og aftur að

vorinu fyrir vetrarafbrigðin. Tegundirnar eru viðkvæmar fyrir bór- og brennisteinsskort og þessi næringarefni þarf oftast að tryggja með áburðargjöf. Sérstaklega þarf að huga að bór í móajarðvegi og í sendnum jarðvegi. Á úrkomusömum svæðum þarf að hyggja að brennisteinsgjöf. Köfnunarefni (N) hefur mikil áhrif á olíumagn fræsins og uppskeru. Með auknu köfnunarefni minnkar olíuhlutfallið í fræinu en heildaruppskera á flatareiningu eykst. Varast ber því að nota of mikið af köfnunarefni (N). Köfnunarefnisþarfir má áætla út frá uppskeruvæntingum eða um 60 kg köfnunarefni á hvert tonn (N/tonn) fræuppskeru en hluti þess fæst úr jarðvegi. Kalíþörf (K) vetrarafbrigða er mikil, sérstaklega að vorlagi þegar blómstönglar fara að vaxa en einnig þarf að tryggja nægilegt aðgengi að kalí að haustinu til að tryggja vetrarþol. Heildarkalíþörf er 100-160 kg af kalí á hvern hektara (K/ha) sem að hluta til getur komið úr jarðvegsforðanum. Fosfórþörf (P) er á bilinu 20-40 kg P/ha, brennisteinsþörf (S) er 30-40 kg S/ha og bórþörf (B) er 1-2 kg B/ha.[30]

Áburðargjöf á repju og nepju er af tvennum toga. Annars vegar er efnaáburður, sem er tilbúinn áburður (áburðarsölt) og er oftast plægður niður með frækorninu, og hins vegar lífrænn áburður sem samanstendur af húsdýramykju eða afgangsgróðri sem plægja má í jörðu.

Tilbúni áburðurinn er í flestum tilfellum með rétta og nauðsynlega samsetningu á þeim efnum sem akurinn þarf til repjuræktunarinnar. Sá efnaáburður fyrir repju- og nepjurækt hérlendis sem hefur einna helst verið mælt með er tiltölulega steinefnaríkur áburður eins og tíðkast hefur að nota í ræktun á repju til grænfóðurs. Nöfnin á áburðartegundunum eru breytileg eftir framleiðendum og innflytjendum en til viðmiðunar má nefna áburð sem gekk undir nafninu „Græðir 5“.

Fyrir vetrarafbrigðin eru notuð mest 900 kg af tilbúna áburðinum á hektara og eru 400 kg af því borin á akurinn við sáningu og 500 kg þegar repjan tekur við sér eftir vetrardvalann í byrjun maí. Varast ber að nota of mikið af áburði við sáningu til að tryggja að jurtin búi sig á réttum tíma undir veturinn. Fyrir vorafrbrigðin eru yfirleitt ekki notað meira en 350-500 kg af tilbúna áburðinum á hektara og það einungis við sáningu.

Hvað lífræna áburðinn varðar þá má auðveldlega setja hann þannig saman að hann uppfylli að mestu þær kröfur sem ræktunin gerir. Hér er kostnaður mismikill en tilbúinn áburður getur verið afar dýr í innkaupum fyrir ræktendur. Því er yfirleitt mælt með því að ræktendur reyni að nota eins mikið af húsdýraáburði og hægt er og að tilbúni áburðurinn komi inn sem uppbót á þau næringarefni sem kynni að vanta í jarðveginn.

Einn algengasti húsdýraáburðurinn í repjuræktina er mykjulögur frá svínnum og nautgripum. Við meðalaðstæður er samsetning hans eftirfarandi og þá miðað við 1.000 kg:

4,4 kg köfnunarefni (N)  
2,5 kg fosfór ( $P_2O_5$ )  
3,0 kg kalíum ( $K_2O$ )

Hvað varðar gróðurafgang er bláa lúpínan (Alaskalúpínan) bæði rík af köfnunarefni, fosfór og kalíum. Til þess að nýta lúpínuna sem áburð er gert ráð fyrir að lúpínu sé sáð á akurinn og hún látin þroskast fram yfir blómgun og síðan tætt og plægð niður í akurinn áður en hún fellir fræið. Mikilvægt er að frækorn lúpíunnar nái ekki að þroskast svo unglöntur lúpínu keppi ekki við repjuplöntuna um næringu, vatn og ljós. Við meðalaðstæður er samsetning áburðar frá lúpínu miðað við einn hektara eftirfarandi:

40 kg köfnunarefni (N)  
 30 kg fosfór ( $P_2O_5$ )  
 80 kg kalíum ( $K_2O$ )

Sem dæmi um notkun húsdýraáburðar úr mykjulegi frá svínum og lúpínu er gert ráð fyrir að um 20 tonn af mykjulegi þurfi á hvern hektara akurs. Hvað lúpínuna varðar er gert ráð fyrir meðalþéttri breiðu.[63]

Vetrarafrbrigði repju þarf ekki eins mikinn áburð við sáningu og vorið eftir. Því myndi lúpínan ein og sér í raun nægja sem áburður fyrir sáningu en rétt er þó að dreifa um tíu tonnum af mykjulegi frá svínum eða 10 til 15 tonnum af mykjulegi frá nautgripum. Kjúklingamykja og sláturúrgangur koma einnig til greina í litlum mæli. Sé lúpínan ekki fyrir hendi má auka magnið af mykjulegi í samræmi við það sem uppá vantar.[33][37][63]



Vetrarrepja á Skógasandi 4. september 2008

Hér sést að vetrarrepjan hefur tekið vel við sér í sandjarðveginum við Skógasand.  
 Árni Matthissen, fyrrverandi fjármálaráðherra, var dyggur stuðningsmaður repjuverkefnisins



Vetrarrepja á Þorvaldseyri 22. febrúar 2009



Vetrarrepja á Þorvaldseyri 30. apríl 2009



Vetrarreppja í blóma á Þorvaldseyri 1. júní 2009



Vetrarreppja á Þorvaldseyri 7. september 2009



Teigur III, vorneppja eftir sáningu 30. apríl 2016



Teigur III, vorneppja 11. júní 2016



Teigur III, vorneppja 16. júlí 2016



Teigur III, vorneppja 16. ágúst 2016



Teigur III, vorneppja 16. september 2016



Teigur III, vorneppja 26. september 2016

## 5 Uppskeyra repjunnar

### 5.1 Almennt um uppskeyru

Vegna þess að fræ repjunnar er smátt og oft misjafnlega þroskað og skálpar, sem halda fræinu, eru brotgjarnir þegar fullnaðarþroski nálgast eru uppskeyrustörfin vandasöm og þá sérstaklega ákvörðunin um hvenær skuli skera og þreskja. Því er afar mikilvægt er að fylgjast vel með þroska fræjanna á lokastigum ræktunarinnar.

Neðstu skálparnir í blómklösunum þroskast fyrst en þeir efstu síðast. Þegar fræið í efstu skálpunum fer það að roðna breytir um lit eða úr grænu yfir í rautt en þá er tímabært að skera og þreskja uppskeyruna.

Ef uppskeyra dregst eftir að fullum fræþroska er náð eykur það mjög líkur á að hluti fræsins hrynji úr skálpum áður en skorið er. Einnig er mikilvægt að velja góðan þurrviðrisdag til að auðvelda þreskingu og þurrkun. Algengt er að 15-25% uppskeyrunnar tapist, bæði vegna þess að plönturnar hafa fell fræin fyrir skurð og einnig getur fræið tapast í skurðar- og þreskingarferlinu

Hefðbundnar og stórvirkar kornþreskivélar eru í flestum tilfellum notaðar við skurðinn en vanda þarf vel stillingar á ristum, blæstri, skurðarborði og sópvindu. Hægt er að kaupa aukabúnað á sumar þreskivélar sem tengdur er á skurðarborðið og á hann að lágmarka tap við skurðinn.[30][33][37][60]

### 5.2 Þresking

Við uppskeyru með stórvirkum vinnuvélum er fræið skilið frá stönglunum sem verða eftir á akrinum. Fræin safnast fyrir inni í vinnuvélunum og eru síðan sett á vagna eða í stóra sekki og færð í hús til þurrkunar.

Uppskeyra og þresking vetrarrepjunnar á sér stað í september og þá annað hvert ár. Uppskeyra og þresking vorrepjunnar er árleg og þá í októbermánuði. Það er þó fræþroski repjunnar sem ræður því hvenær í mánuðinum þresking fer fram. Þreskja þarf repjuna áður en skálparnir, sem geyma frækornin, fara að springa að marki en við það fellur fræið á jörðina og glatast. Hér þarf því að finna besta tímann þegar þroski fræjanna er mestur og belgirnir svo til ósprungnir. Gerðar hafa verið margar rannsóknir til að finna besta uppskeyrutímann og þá með því að taka áhættuna er varðar sprungna fræbelgi og betri fræþroska með í reikninginn. Einnig ber að huga vel að stillingu þreskivélarinnar til að koma í veg fyrir að hluti fræjanna falli í jörðu og ónýtist.

Líklegt er að skurðurinn muni ávallt verða vandasamasti þáttur nytjaræktunar á repju og nepju. Hinn skammti uppskeyrutími mun geta valdið vandamálum við nýtingu þessara plöntutegunda ef stór landsvæði verða tekin undir ræktunina. Samkvæmt upplýsingum frá bændum, sem hafa ræktað repju og nepju hérlendis, þá tekur það rúma hálf klukkustund að þreskja einn hektara akurs með stórvirkri þreskivél. Þar sem mikilvægt er að þreskingin fari fram um það leyti sem fræbelgirnir byrja að springa þarf hún að ganga hratt og vel fyrir sig. Veðurfar skiptir einnig miklu máli við þreskinguna. Ef hvasst er þarf að ljúka henni eins fljótt og auðið er. Stórvirk þreskivél kemst vart yfir meira en 15 til 20 hektara á dag. Þar sem þreskingin er svo háð tíma og aðstæðum má búast við því að upp geti komið vandamál við

þreskingu. Á það sérstaklega við þar sem ræktun verður umfangsmikil og mikilvægt er að forgangsraða uppskerustörfunum með tilliti til fræþroskans á ökrunum.

Til að koma í veg fyrir að belgir repjujurtarinnar springi við fullþroska fræjanna eru mest notaðar tvær aðferðir. Önnur aðferðin er að skurðfella repjuna í um miðjan stöngul rétt áður en hún nær fullum þroska þannig að þroski fræjanna fullgerist ekki fyrir en næstu daga efir skurðinn. Þegar þessari aðferð er beitt hefur jurttin hvorki kraft né getu til að sprengja skálpana og dreifa fræinu. Við þessar aðstæður getur jurttin legið á akrinum í um viku tíma og beðið þreskingar. Nú hefur vindur minni áhrif því jurttin liggur niðri og þreskja má sjö sinnum stærra landsvæði. En vandamálið við þessa aðferð er að nota þarf sérstaka skurðarvél við að skurðfella repjuna en slíkar vélar finnast varla hér á landi. Annað vandamál, og það sem kannski kemur í veg fyrir að unnt sé að beita þessari aðferð á raunhæfan hátt, er að ekki má rigna á akurinn frá skurðfellingunni að þreskingu. Sjö dagar án rigningar á Íslandi - og það í september eða október mánuði - eru afar sjaldgæft fyrirbæri og því alls ekkert til að treysta á. Í mesta lagi væri hér hægt að reikna með tveimur dögum til viðbótar í þreskingu væri þessi aðferð notuð.

Hin aðferðin er að úða yfir akurinn efnablöndu, einnig rétt áður en fræin verða fullþroska, sem dregur það mikið úr vexti jurttarinnar að belgirnir ná ekki að springa en fræið fullþroskast. Þessi aðferð gerir það að verkum að bóndinn hefur eina til tvær vikur aukalega til að þreskja repjuna. Ýmsar aðferðir má nota til að dreifa efnablöndunni yfir akurinn, en á hvern hektara er údað um 400 til 800 lítrum þar sem efnið sjálft er um 2 lítrar í því magni. Samkvæmt upplýsingum frá þýska búnaðarfélaginu í Slésvík-Holsetalandi (Landwirtschaftskammer Schleswig - Hostein) hefur efnablöndan, sem þeir mæla með að nota, engin skaðleg áhrif á repjuna, frækorn hennar né þær afurðir sem frá repjunni koma. Þar í landi eru bændur í auknu mæli farnir að nota flygildi (dróna) til úðunarinnar.

Svo er annað sem ekki má gleyma að þegar fram kemur í september eða október þá er geta og kraftur jurttarinnar til að sprengja skálpana orðin minni.

Uppskeyrumagnið á hvern hektara héraðs er um þrjú til þrjú og hálf tonn af vetrarrepjufræi, tvö og hálf til þrjú tonn af vetrarrepjufræi og eitt og hálf til tvö og hálf tonn af vorrepju- og vorrepjufræi. Hvað varðar vetrarrepjufræin þá er uppskeyran fyllilega sambærileg við uppskeyruna í löndum Norður-Evrópu og jafnvel meiri.

Þótt hér á landi séu sumur stutt og með lægra meðalhitastig en í löndum sem við berum okkur saman við ber að geta þess að hér á landi er birta svo til allan sólarhringinn í tvo mánuði á sumrin en repjan og nepjan nærast meðal annars mikið á sólarljósinu.[30][31][33][37]

### **5.3 Þurrkun og hreinsun**

Eftir þreskingu þarf að hreinsa hálmleifar úr fræjunum. Venjulega eru fræin hreinsuð með blæstri, annað hvort í þar til gerðum gámum, eða á annan hátt sem kannski getur verið hentugri fyrir ræktandann. Hreinsunin er sérstaklega nauðsynleg ef miklar hálmleifar fylgja fræjunum til að tryggja sem bestu gæði fræjanna áður en þau fara í pressun. Hálmleifar geta aukið grugg í olúnni og skert gæði fóðurmjólsins.

Eftir hreinsunina eru fræin þurrkuð þar til rakainnihald þeirra er á bilinu 6% til 8%, en þurrkunin er nauðsynleg til að koma í veg fyrir sveppa- og gerlaniðurbrot sem og myglu við geymslu.

Þurrkunin á sér stað í sérstöku þurrkhúsi eins og á Þorvaldseyri og Sandhóli. Þurrstöðin á Þorvaldseyri er 48 rúmmetrar að stærð. Hún getur tekið inn 30 tonn af repju í einu og þurrkað það magn á um 10 klukkustundum því þurrktíminn er 3 tonn á klukkutímann. Eyðsla þurrkstöðvarinnar er 21,5 lítri af olíu á klukkustund.

Einnig að hægt að þurrka fræin með því að nota þar til gerðan þurrkofn eða gám við 80°C blástur í um sólarhring eða lengur. Þurrkunin í þurrkofninum getur þó tekið allt að þremur sólarhringum. Séu fræin aftur á móti pressuð fljótlega eftir þreskingu er ekki nauðsynlegt að þurrka þau jafn mikið og jafnvel má sleppa því ef rakainnihaldið er ekki yfir 10% við uppskeru.

Þegar leitað er eftir þurrefnistölu fræsins eru fræsýni yfirleitt tekin beint úr þreskivélinni og það vegið og síðan þurrkað í þurrkofni þar til allt vatn er örugglega horfið úr sýninu. Síðan er fræsýnið vegið aftur og þá fæst hlutfall þurrefnis við skurð sem gefið er upp í prósentum.

#### **5.4 Geymsla**

Þurrkað fræ má geyma árum saman í upphituðu og þurru húsnæði þar til það verður notað. Fræin má geyma í sekkjum sem stafla má í hæðina eða sílóum séu þau fyrir hendi. Einnig má geyma fræin í lokuðum gámum.[60]



Til eru litlar þreskivélar sem ætlaðar eru fyrir litla ræktun.



Vornepja á Þorvaldseyri 21. ágúst 2016



Vetrarrepja á Þorvaldseyri 17. ágúst 2009



Þurkkhúsið á Þorvaldseyri



Komið með vornepjufræ í þurkkhúsið á Þorvaldseyri



## 6 Vinnsla repjunnar

### 6.1 Almennt um vinnslu

Þegar repju- og nepjufræin hafa verið þurrkuð og hreinsuð eru þau tilbúinn vinnslu en til þess að geta nýtt olíuna og fóðurmjölið (hratið) úr repjufræinu þá þarf að aðskilja þetta tvennt. Tvær aðferðir eru aðallega notaðar til að aðskilja olíuna og fóðurmjölið (hratið). Í fyrsta lagi eru það sérstakar repju-skífupressur og hinsvegar eru það efnaaðferðir sem notaðar eru þegar um mikið framleiðslumagn er að ræða. Miðað við það magn sem ræktað verður á Íslandi hin næstu ár þá verður það aðferð skrifupressunar eða aflpressunin sem notuð verður.

Hart trefjahýði úr sellulósa (beðmi) umlykur hvert og eitt repjufræ. Innan í hýðinu eru okfruman (kímið), sem er einfrumungur, en olían er næringarforðinn sem knýr spírunina. Til að ná olíunni þarf að sprengja hýðið eða brjóta það svo olían losni. Hýðið er drjúgur hluti af fóðurmjölinu. Olían sem fæst úr repjufræinu er annað hvort nýtt sem jurtaolía eða lífdísill en fóðurmjölið nýttist sem dýrafóður í landbúnaði og fiskafóður í fiskeldi.

Við pressun fræjanna verður um þriðjungur að olíu og tveir þriðju að fóðurmjöli (hrati).[60]

### 6.2 Aflpressun og efnaútleysing

Aflpressun eða þrýstingspressun felst í því að notaðar eru við pressunina þrýsti- eða skrifupressur (screw-pressur og expeller) sem skilja olíuna frá fóðurmjölinu. Olían er pressuð úr óhituðum fræjum en haus pressunnar eða raufir hennar eru hitaðar upp við upphaf pressunar þar til flæðið í pressuninni er orðið ákjósanlegt.

Minni aflpressur henta best smærri verksmiðjum eða bændabýlum þar sem bændur kjósa að vinna olíuna og nýta fóðurmjölið af ökrum sínum sjálfir. Einnig er hægt að tengja saman margar pressur í pressukerfi og getur sú aðferð hentað vel til að koma í veg fyrir framleiðslustöðvun vegna bilana því þótt ein pressa bili er unnt að halda vinnslunni áfram með þeim sem eru starfhæfar.

Þegar aflpressun er beitt verður talsvert af olíu eftir í hratinu eða á bilinu 8-16%. Vegna þess að kostnaður við pressunina getur verið hár er aðferð aflpressunar einungis valin þegar ekki er þörf á miklum afköstum eða innan við 100 tonn af fræjum á sólarhring.

Þegar þörf er fyrir að vinna olíu úr meira en 100 tonnum af repjufræjum á sólarhring hentar vel að nota leysi. Þessi aðferð býður upp á mesta sjálfvirkni og bestu nýtinguna þar sem svo til öll olían næst úr fræjunum. Oftast er notað efnið hexan sem er ekki talið eitruð og leysist ekki upp í vatni en leysir þess í stað upp fituna og er að auki lífrænn leysir. Hexan er rokgarnt og er eimað burt og endurnýtt. Þetta efnaferli hentar vel þegar framleiða á mikið af olíu og fóðurmjöli. Með þessari aðferð þarf ekki að sía hrat úr olíunni og sparar það þannig vinnu við hreinsun úr olíunni. Hratið eða fóðurmjölið kemur allt á einn stað og er fituinnihald þess einungis 0,5% og meltanlegt próteininnihald þess er nú komið upp í 32% en getur orðið herra með efnaútleysingu.

Helsta áhættan við svona efnaferli er eld- og sprengihætta, en sé fylgt öryggis- og verklagsreglum um umgegni og vinnu með hexan er sú áhætta í lágmarki auk þess sem kerfið er lokað.[37][39]

Frá og með árinu 2014 hefur Samgöngustofa pressað fræ frá stöðum á Suðurlandi til að gera mælingar á magni jurtaolíu og fódurmjöls í fræjunum. Einnig voru gerðar mælingar ræktendum á Austurlandi sem og á Snæfellsnesi. Eftirfarandi ræktendur á Suðurlandi sendu inn fræ til pressunar:

- Ásgerði II, 845 Flúðum
- Þorvaldseyri, 861 Hvolsvelli
- Háfshjáleiga, 851 Þykkvibær
- Sandhóll, 880 Kirkjubæjarklaustri

Frá Austurlandi komu fræ frá

- Áreyjum, 730 Reyðarfirði
- og frá Snæfellsnesi frá
- Böðvarsholti, 356 Snæfellsnesi

Tekin voru sýni frá ofangreindum ræktendum allt frá 50 kg að 500 kg af bæði repju- og nepjufræjum sem og vor- og vetrarafbrigðum. Vetrarafbrigðin voru „Galileo“ sem repja og „Largo“ sem nepja. Vorafrbrigðin voru „Marie og Clipper“ sem repja og „Cordelia og Juliet“ sem nepja. Tekið var meðaltal af fræuppskeru jarðanna en uppskeran var afar mismunandi og oft háð tæknibúnaði við skurð og þeskjun sem og mismunandi jarðvegi. Út frá þessu meðaltali er olíumagn miðað við einn hektara reiknað. En eins og sjá má í töflunni hér að neðan þá er olíuinnihald fræjanna mjög ásættanlegt vegna þess að hluti fitunar situr eftir í fódurmjölinu.

Orkujurt:		Afbrigði:		Yrki:	
REPJA		VETRAR-afbrigði		GALILEO	
Ræktunarstaður	Olíuhlutfall	Fódurmjöl	Olíumagn miðað við einn hektara		
Ásgerði II	36,7%	61,8%	1.008 lítrar	918 kg	
Þorvaldseyri	38,6%	60,0%	1.060 lítrar	965 kg	
Meðaltal	37,6%	60,9%	1.034 lítrar	941 kg	
Áreyjar	35,8%	61,6%	983 lítrar	895 kg	

Áreyjar eru á Austurlandi við Reyðarfjörð

Orkujurt:		Afbrigði:		Yrki:	
REPJA		VOR-afbrigði		MARIE og CLIPPER	
Ræktunarstaður	Olíuhlutfall	Fódurmjöl	Olíumagn miðað við einn hektara		
Ásgerði II	29,9%	68,7%	673 lítrar	613 kg	
Þykkvibær	33,8%	65,0%	761 lítrar	693 kg	
Meðaltal	31,8%	66,2%	717 lítrar	653 kg	
Þykkvibær (Clipper)	31,1%	67,8%	701 lítrar	637 kg	

Orkujurt:		Afbrigði:		Yrki:	
NEPJA		VETRAR-afbrigði		LARGO	
Ræktunarstaður	Olíuhlutfall	Fódurmjöl	Olíumagn miðað við einn hektara		
Ásgerði II	31,4%	67,7%	785 lítrar	714 kg	
Þorvaldseyri	33,2%	65,9%	830 lítrar	755 kg	
Meðaltal	32,3%	66,8%	807 lítrar	735 kg	

Orkujurt:		Afbrigði:		Yrki:	
NEPJA		VOR-afbrigði		CORDELIA	
Ræktunarstaður	Olíuhlutfall	Fóðurmjöl	Olíumagn miðað við einn hektara		
Sandhóll	33,7%	64,5%	703 lítrar	640 kg	
Þorvaldseyri	34,1%	64,2%	711 lítrar	648 kg	
Meðaltal	33,9%	64,3%	707 lítrar	644 kg	
Böðvarsholt	31,1%	67,5%	649 lítrar	591 kg	

Böðvarsholt er á Snæfellsnesi

Orkujurt:		Afbrigði:		Yrki:	
NEPJA		VOR-afbrigði		JULIET	
Ræktunarstaður	Olíuhlutfall	Fóðurmjöl	Olíumagn miðað við einn hektara		
Ásgerði II	31,9%	67,2%	662 lítrar	603 kg	
Þykkvibær	33,5%	65,3%	696 lítrar	633 kg	
Meðaltal	32,7%	66,2%	679 lítrar	618 kg	

Ef skoðaðar eru niðurstöðurnar þá kemur vetrarafbrigði repjunnar best út en þar er útkoman annað hvert ár. Vorafbrigðin má rækta á hverju ári og gefa því í heildina betri uppskeru því þau má ræta tvöfalt oftar en vetrarafbrigðin. Einnig er útkoma ræktunarinnar á Suðurlandi ívið betri en á þeim stöðum sem miðað er við á Austurlandi og Snæfellsnesi. Mismunurinn er þó innan skekkjumarka.

Ef miðað væri við árlega ræktun á 500 hekturum af vetrarrepju (Galileo) þyrfti í raun 1000 hektarar. Slík ræktun gæfi af sér um 450 tonn af olíu á ári og um 1.450 tonn af fóðurmjöli. Vorafbrigðið (Cordelia) myndi skila um 325 tonnum af olíu og um 1.350 tonnum af fóðurmjöli.

Miðað við aukna reynslu og meiri þekkingu bænda á ræktuninni má reikna með auknu magni af fræjum á hvern hektara sem þýðir aukið magn af olíu. Því er ekki fjarri lagi að gera ráð fyrir um 500 tonnum af olíu og 1.500 tonnum af fóðurmjöli þegar fram í sækir með ræktunina.

### **6.3 Jurtaolía**

Þegar olían kemur úr pressunni þá fylgir alltaf fíngert hrat með í henni. Mikilvægt er því að sía olíuna til að fjarlægja þetta fíngerða hrat þannig að eftir verði sem hreinust jurtaolía sem nota má sem matarolíu eða vinna áfram í bíódísil.

Sía má olíuna í fíngerðri pokasíu (filter). Pokasíurnar þurfa að vera mjög fíngerðar eða frá 0,5 upp í 5,0 my ( $10^{-6}$  m). Matarolía er síuð með fíngerðustu síunni en nota má grófari síur fyrir malbiksíblöndun og lífdísilframleiðslu en síður fyrir steikingarolíu.

Ef um litla framleiðslu er að ræða má láta olíuna standa í ílátum í nokkurn tíma þar til fíngerða hratið hefur sest á botn ílátsins. Þessi aðferð er seinleg en þó vel nothæf ef ekki er vöð á pokasíum. Hér ber þó að gæta þess að hratið sem situr á botninum fylgi ekki olíunni þegar ílátið er tæmt. Reyndar hefur fíngerða hratið engin sérstök áhrif á olíuna sem matarolíu en það getur verið til töluverðra vandræða ef nota á olíuna sem eldsneyti.

Jurtaolíu úr repjufræjum má nota til margra hluta. Er þar fyrst og fremst um að ræða matarolíu sem þykir holl næring. Af repjuolíum eru tvær gerðir seldar af sömu olíunni en það er óunnin og unnin repjuolía en unnin olía er oft kölluð iðnaðarolía. Repjuolían gengur undir fleiri nöfnum eins og rapsolía, canolaolía, á ensku rapeseed oil, á þýsku Rapsöl en hér eftir venjulega nefnd repjuolía.

Fítan í repjuolíunni er ein af lífsnauðsynlegum orku- og byggingarefnum líkamans. Samsetning hennar og magnið þarf að vera rétt. Kaldpressuð olía úr repjufræjum er holl afurð. Má þar nefna að repjuolían inniheldur minna magn af mettuðum fitusýrum (hörð fita) og mun meira magn af fjöl-ómettuðum fitusýrum einkum línól- og línólensýrum sem eru ómega 6 og ómega 3 fitusýrur (tví- og þríómettaðar). Þessar fitusýrur eru í ákjósanlegu hlutfalli í repjuolíunni. Iðnaðar-repjuolía er aftur á móti sérstaklega hreinsuð og fremur ætluð til steikingar, sem nuddolía eða sem bætiefni í malbik en repjuolían léttir þar á dreifingu malbiksins og þéttir það betur. Með tilliti til hollustu repjuolíunnar ætti innlend framleiðsla á matarolíu að gefa bændum auknar tekjur og spara gjaldeyri og innflutning á vörunni. Töluvert magn er flutt inn til landsins af unnum jurtaolíum sem eru ódýrari og geymast betur en kaldpressaðar óunnar matarolíur.[45]

Árlega eru um 2.000 tonn af repjuolíu flutt inn til landsins. Það samsvarar nokkurn veginn ræktun á 2.000 hekturum af repju.

#### **6.4 Fóðurmjöl**

Við pressun repjufræja verður til fóðurmjöl (hrat) sem kemur út úr aflpressuninni annað hvort sem flögur, þar sem pressur hafa raufar, eða sem þræðir (pellets) þar sem pressur hafa gatasigti. Fóðurmjölið, sem margir repjubændur blanda öðru kjarnfóðri, hentar nautgripum, svínum, kjúklingum, sauðfé og hestum og telst eitthvert besta fóður sem völ er á. Þá er botnfall í tönkum og óhreinindi úr síum, sem eru 35 – 50% fita, notað til að auka orkuinnihald svínafóðurs. Við kaldpressun fer mest af fosfór í fóðurmjölið enda óæskilegt efni í repjuolíunni. Þar sem hratið úr pressun er rakt efni þarf að þurrka það áður en gerðar eru úr því pillur eða mjöl til að það gangi inn í framleiðslukerfi fóðurfyrirtækja og nýtist þannig í húsdýra- og fiskafóður.

Prótein finnst í öllum lifandi frumum en hefur mismikinn mólakúlþunga. Til er aragrúi mismunandi próteina sem sett eru saman úr mismunandi amínósýrum og fleiri efnum en mismunandi samsetning próteina greinir þau í sundur. Plöntur geta myndað amínósýrur úr ólífrænum efnasamböndum en dýr þurfa að fá amínósýrur úr fæðunni.

Repjumjöl inniheldur minna prótein en sojamjöl og trefjar eru í meira magni í repjumjölinu. Þótt prótein, orka og meltanleiki repjumjöls sé minni en í sojamjöli er mun betra jafnvægi lífsnauðsynlegra amínósýra í repjumjöli en þó er vöntun á lysíne. Góð samsvörun er á milli kalsíum og fosfórs og mun meira magn er af fosfór en í öðrum plöntum sem bera olíurík fræ.

<b>Næringarefni</b>	<b>Repjumjöl</b>	<b>Sojamjöl</b>	<b>Fiskimjöl</b>
Prótein	28 - 33%	45 - 47%	62 - 64%

Auknar kröfur um hámarksnyt og áralangar kynbætur valda því að gróffóðrið dugar sjaldnast til að uppfylla þarfir nautgripa að fullu til viðhalds, mjólkur- og fósturmyndunnar. Hér kemur repjumjölið að góðu gagni. Jórturdýr eru í raun gerð til að melta grös og áþekkan gróður sem inniheldur gjarnan á bilinu. 3-5% olíu eða fitu. Best að pressa sem allra mest af olíunni úr

repjufræjum áður en jórturdýr eru fóðruð á hratinu. Það repjumjöl sem notað er í kjarnfóðurgerð á Íslandi inniheldur gjarnan 2,5-4% fitu eða olíu.

Í heilfóður má nota repjumjöl sem inniheldur meiri olíu. Uppskriftir af heilfóðri eru misjafnar og veltur það á eiginleikum gróffóðursins hvernig hentugast er að blanda heilfóður hverju sinni. Gróffóður getur verið mjög próteinhátt eða próteínlágt, orkumikið og orkulítið, auðmelt eða tormelt og allt þar á milli. Auk þess eru ótal aðrir þættir sem hafa áhrif.

Laxá, Íslandsbleikja, MATÍS og Háskólinn á Hólum hafa gert margar tilraunir með notkun á repjuhrati í fiskafóður og allar niðurstöður eru á þá leið að repjan sé góður próteingjafi sem fiskurinn nýtir vel. Hlutfall repjumjöls er um 10% til 15% af fiskafóðrinu. Hér eru aðilar að vinna áfram að frekari rannsóknum til að auka hlutfall repju í fiskafóðri og ef það skilar jákvæðum niðurstöðum þá gæti hlutfall repjumjöls farið í 20% til 25% heilfóðurs og þar með tvöfaldað núverandi notkun. Þá hafa niðurstöður Háskólans á Hólum sýnt að bleikja virðist þola ágætlega umtalsvert hlutfall repjumjöls í fóðri. Það kann að vera einhver munur á bleikju og öðrum laxfiskum enda virðist til dæmis lax ekki nýta hátt hlutfall repjumjöls í fóðri eins vel. Það kann að skýrast af háu hlutfalli trefja á móti próteínhlutfalli og hugsanlega einnig öðrum þáttum. Að auki er þetta spurning um sjálfbærni og að breyta plöntupróteínum í dýrmætt og næringarlega mikilvægt fiskapróteín til mannelis sem auðvitað er gríðarlega mikilvægt á þeim svæðum þar sem fólk hefur afar takmarkað dýrapróteín í sínum kosti.[37][38][39]

Að því gefnu að próteíninnihald og gæði íslensks repjufóðurmjöls séu sambærileg við innfluttar repjupillur þá eru aðilar eins og Laxá sem nota fiskeldisfóður tilbúnir til að gera samning um innkaup sem samsvarar ársnotkun þess fyrirtækis og þá miðað við markaðsverð hvers tíma. Verð á repjupillum og öðrum próteingjöfum hérlendis verður alltaf háð heimsmarkaðsverði og miðast við verð á próteíneiningu. [38]

Hefja þarf rannsóknir á notkun repjumjöls í heilfóður fyrir nautgripi, svín og fleiri húsdýr eins og gert hefur verið í fiskifóðri. Vitað er að olíumagn í fóðri húsdýra má helst ekki fara yfir 8%.

Samkvæmt upplýsingum frá bændum sem nota bygg í heilfóður er gert ráð fyrir að byggnotkun sé um eitt tonn á ári fyrir hvern nautgrip. Í byggid er blandað um 15% af fiskimjöli. Ef hér væri hægt að skipta út fiskimjölinu fyrir repjufóðurmjöl (hrat) myndi það vera mikill kostur fyrir þá sem rækta repju og vinna úr henni olíu og fóðurmjöl. Ætla mætti að repjufóðurmjölið yrði um 20% íblandað í byggid í stað um 15% af fiskimjölinu. Með ofangreint í huga mætti þá gera ráð fyrir að um 200 kg af repjumjöli þyrfti árlega fyrir hvern nautgrip. Ef að meðaltali koma um 2 tonn af hrati af hverjum hektara mætti ætla að hektarinn gefi af sér repjufóðurmjöl fyrir 10 nautgripi á ári.

Próteínríkt fóður eins og fiskimjöl er dýr vara. Ef fóðurmjöl úr repju getur komið sem blöndun í kjarnfóður í stað fiskimjöls yrði það mikil hagræðing fyrir bændur því hér gætu þeir ræktað eigin próteínríkt fóður sem þeir þurfa annars að kaupa erlendis frá.[37]

Árlega eru flutt inn til landsins um 1.500 tonn af fóðurmjöli úr repju og gefur það magn nokkuð góða mynd af þeirri eftirspurn sem er hérlendis í dag eftir slíkri vöru.

## **6.5 Stönglar**

Þegar olíufræ eða korn hafa verið skorin verður stór hluti plöntunnar eftir á akrinum sem lífmassi í formi hálms. Magn hálms fer eftir plöntum og frjósemi jarðvegs en hægt er að áætla 3-5 tonn á hektara. Þennan lífmassa má nýta á ýmsa vegu eins og að plægja hann niður í jarðveginn og endurheimta þannig hluta næringarefna eða nota hann eða selja sem áburð í svepparæktun.

Annar möguleiki er að safna hálminum saman á akrinum og flytja hann burtu til frekari nýtingar. Dæmi um nýtingu hálmsins hér á landi er að köggla hann og nota sem undirburð undir hesta. Einnig má umbreyta honum yfir í metanól með gösun og svo er möguleiki að brenna lífmassann beint og nýta hann þannig sem iðnaðareldsneyti. Þá er hálmurinn pressaður saman í misstórar rúllur en brennsla á 3 kg af hálmi við slíkar aðstæður samsvarar brennslu á einu kg af olíu.[33]

## **6.6 Annað**

Ýmsar aðrar afurðir verða til við vinnslu á repju og nepju. Má þar nefna glýseról ( $C_3H_8O_3$ ) en það losnar við umestrun olíunnar yfir í bíódísil. Þá er glýserólið skilið frá fitusýrunum með hjálp metanóls og sóða og fellur það út sem aukaafurð framleiðslunnar. Það sest á botn tanksins sem seigur vökví vegna þess að það er þyngra en olían og er síðan tappað undan.

Glýseról er óeitrad og brotnar niður á 2-3 vikum í náttúrunni. Það er uppleysanlegt í vatni, í öllum hlutföllum, auk þess sem það er rakadrægt og bindur því raka úr andrúmslofti. Þá má einnig dreifa því á akra eða tún sem áburði, brenna það og nýta orkuinnihaldið. Að lokum mætti blanda því í mold og nýta sem gróðurmold (molta).[39]

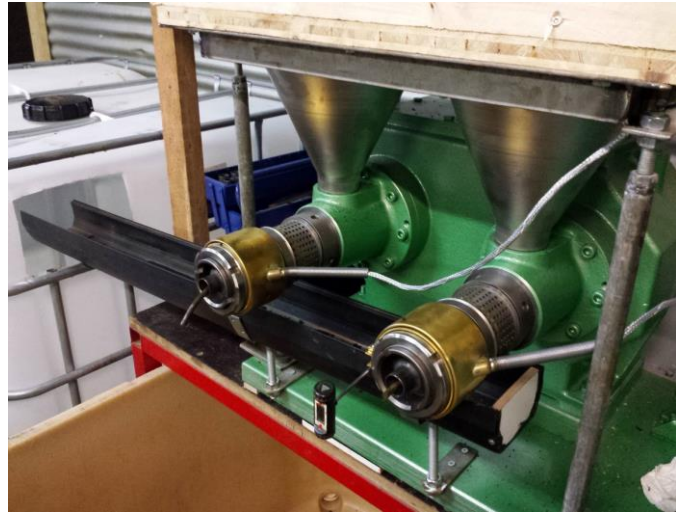
Brenna má glýserólinu í kötlum og nýta það þannig sem orkugjafa fyrir iðnað og kannaðir hafa verið möguleikar á notkun glýseróls á efnarafala en efnarafall nýtir þá orku sem til verður þegar glýserólið binst súrefni og oxast. Ef glýserólið yrði nýtt sem eldsneyti á farartæki verður framleiðsla lífdísils ennþá áhugaverðari því þá eru tvær gerðir eldsneytis framleiddar í einu framleiðsluþrepi og bæði fengin úr umhverfisvænni og endurnýjanlegri jurtaolíu úr repjufræjum.[33]

Hreinsað glýseról er verðmæt vara en óhreinsað er það alls ekki verðmætt. Hreinsað glýseról er notað til iðnaðar- og matvælaframleiðslu. Hreint eða blandað glýseról er notað í ýmsar vörur eins og raka- og sætuefni í matvælum og mýkingar- og rakakrem í snyrti- og húðvörum. Það er einnig notað í lyfjaframleiðslu, í heilsuvörur, við pappírframleiðslu, í sápur og sem náttúruvænn frostlögur. Glýseról má finna í vörum eins og hóstasafti, tannkremi, munnskoli, handáburði, raksápu og hárvörum. Glýseról er einnig notað við framleiðslu á sprengiefninu nítróglýseríni. Þessir miklu notkunarmöguleikar glýseróls eru þó háðir því að það sé hreint og laust við öll aukaefni því hreinsun á glýseróli er flókin og dýr. Sala á glýseróli er alltaf óvissu háð.[33][35][37]

Þegar repjuakurinn er í blóma um miðjan júní bera stönglarnir skær gul blóm. Erlendis hafa bændur rekið býflugnabú innan um repjuna og þannig getað nýtt sér framleiðslu á hunangi. Repjuhunang er milt og sætt og ljósgult á lit. Hunang má nota til margra hluta sem sætuefni og í matreiðslu. Hunang er jafnvel talið fæðubótarefni vegna hollustu. Repjuhunang er í dag mest selda hunangið til dæmis í Þýskalandi.



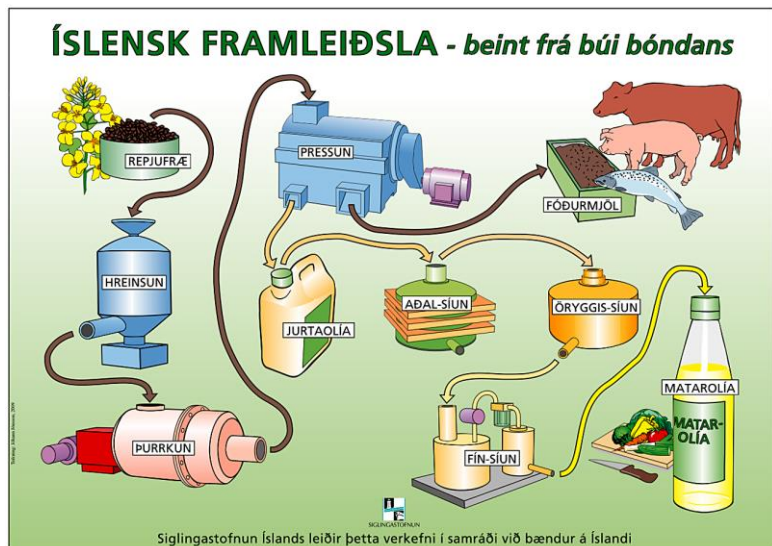
Afpressa fyrir repjufræ



Afpressa í vinnslu



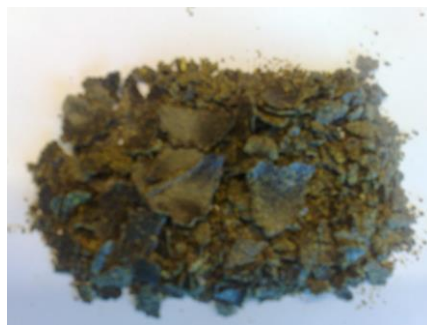
Tilraunafræ pressuð



Repjuolía úr akri bóndans á Þorvaldseyri



Fóðurmjöl (hrat). Eins og þræðir í laginu



Fóðurmjöl (hrat). Eins og flögur í laginu



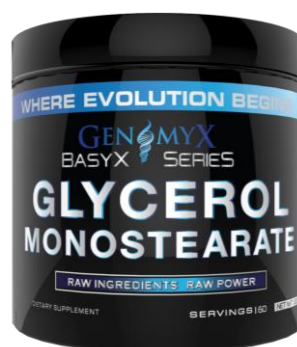
Pressaður hálmur tilbúinn til brennslu



Sérsmíðaður ofn til brennslu á hálmi til húshitunar



Repjuhunang



Glýseról sem fegrunarkrem



## 7. Hagkvæmni ræktunar orkujurta á Suðurlandi

### 7.1 Verkefni ræktunar á Suðurlandi

Lög nr. 40/2013, um endurnýjanlegt eldsneyti í samgöngum á landi, tóku gildi í byrjun árs 2014. Í 3. gr. laganna eru ákvæði þar sem gert er ráð fyrir í minnst 3,5% íblöndun endurnýjanlegs eldsneytis af orkugildi eldsneytis og frá byrjun árs 2015 hækkaði íblöndunargildið í 5%. Ekki er ólíklegt að svipuð ákvæði muni í nálægðri framtíð eiga við um íslenska skipaflotann. Ef heildarnotkun jarðdísils í samgöngum á sjó hérlendis er í kringum 250 þúsund tonn á ári þá er um að ræða milli 12 og 13 þúsund tonn af lífdísil árlega sem íblöndunarefni í jarðdísil skipa.[10]

Lífdísilinn má framleiða hér á landi. Aðferðafræðin er þekkt og spurningin er einungis um að setja af stað verkefni til að framleiða lífdísilinn. Til að byrja með má skoða ræktun á 500 hekturum lands undir repju og nepju á Suðurlandi. Með það að leiðarljósi voru könnuð tvö sunnlensk býli, sem höfðu yfir góðu ræktunarlandi að ráða, með tilliti til þátttöku í ræktun til að skoða hver gæti verið hagkvæminn í ræktun orkujurta á Suðurlandi. Ræktunin fór fram á býlunum Þorvaldseyri í Landeyjum og Teigi III í Fljótshlíðinni með það að markmiði að bera saman ræktun og uppskeru á vetrarrepju, vorrepju og vornepju.

Margir bændur hérlendis hafa komið að ræktun orkujurta eins og repju og nepju. Hefur Ólafur Eggertsson á Þorvaldseyri verið þar fremstur í flokki. Á þeim bæ hafa menn skilið að það er þjóðhagslega hagkvæmt og eftirsóknarvert að framleiða eigin orku ekki síst þar sem hún er algjörlega vistvæn og endurnýjanleg. Frá árinu 2009 hefur Ólafur verið í forystu um ræktun orkujurta á Suðurlandi.

Þegar sett var af stað verkefni um hagkvæmni ræktunar á orkujurtum á Suðurlandi voru sett framsækin og vel mælanleg markmið. Helstu markmiðin með verkefninu eru að:

- auka repjuræktun á Suðurlandi og síðan á landinu öllu
- nýta raforku sem er fyrir hendi á svæðinu
- efla atvinnulíf og byggðaþróun á Suðurlandi
- bæta nýtingu á góðu sunnlensku landbúnaðarlandi ásamt uppgræðslu
- hámarka nýtingu þeirra auðlinda sem landbúnaðarsvæðin bjóða uppá án þess að ganga á aðrar náttúruauðlindir
- koma til móts við lög nr. 40/2013 um endurnýjanlegt eldsneyti í samgöngum á landi því álíka ákvæði munu í framtíðinni eiga við skip
- framleiða endurnýjanlegt og umhverfisvænt eldsneyti fyrir skip og seinna bifreiðar og flugvélar
- afla orku og fódurmjòls úr íslensku hráefni sem sparar gjaldeyri
- tryggja orkuöryggi landsins
- tryggja hagræna og samfélags- og umhverfislegs sjálfbærni

Landbúnaður er hér verulega háður innfluttu eldsneyti, fòðri og áburði. Framleiðsla á eldsneyti úr jurtaolíu, dýrafóðri úr fòðurmjòli og áburði frá stönglum (hálm) gerir innlendan landbúnað sjálfbæran gagnvart framleiðslu og skilar að auki inn í samfélagið nauðsynlegum afurðum til að viðhalda sjálfbærni orku- og fæðuöryggis samfélagsins.

Með síbreytilegu eldsneytisverði á heimsmarkaði, fyrirsjáanlegri minnkun á framboði þess og aukinni meðvitund um hlýnun jarðar og nauðsyn þess að bregðast við umhverfisáhrifum af manna völdum þá hefur orðið mikil gróska í alls konar orkuvinnslu bæði úr lífrænum orkugjöfum og öðrum uppsprettum. Því er innlend framleiðsla á eldsneyti mjög merkilegt og áhugavert fyrirbrigði sem fellur vel að kröfum tímans um ný úrræði á þessu sviði. Þar er verið að tengja saman framleiðslu á eldsneyti fyrir skipaflotann úr orkujurtum og nýtungu hjáafurða þeirrar framleiðslu fyrir landbúnaðinn. Hér koma bændur sterkt inn sem frumkvöðlar nýsköpunar og þekkingar.

Með þessu verkefni var stuðlað að aukinni sjálfbærni samfélagsins á Suðurlandi með ræktun orkujurta sem skapar margháttaðan grundvöll fyrir nýsköpun í landbúnaði og gjaldeyrisparnað. Verkefnið getur eflaust undið utan á sig en með niðurstöðum rannsóknarinnar má fá upplýsingar um það hvort þessi framleiðsla eða vinnsla sé rétta leiðin við ræktun og nýtingu orkujurta eða hvort aðrar leiðir komi til með að reynast hagkvæmari. Með öðrum orðum þá er einfaldlega verið að leita nýrra leiða til að hámarka afköst, bæta atvinnuskilyrði og búa betur í haginn fyrir komandi kynslóðir á sjálfbæran og umhverfisvænan hátt.

## **7.2 Greining kostnaðar og innkomu ræktunar, uppskeru og vinnslu verkefnis**

Til að fá yfirlit yfir kostnaðarliði, innkomu og hagnað við framleiðslu á repjuolíu, fórdurmjöli úr repju og stönglum er nauðsynlegt að vera vel meðvitaður um það hvernig þessir liðir myndast og hvernig hægt er að hafa áhrif á þá. Með aukinni reynslu bænda í ræktun þá eru það þeir sem yfirlétt koma með bestu leiðirnar til að hámarka arðinn af ræktuninni. Það tekur tíma að finna út bestu leiðirnar í ræktuninni og hvernig best er að samræma verkhluta til að nýta tímann sem best.

Býlin Þorvaldseyri og Teigur III tóku að sér ræktun á þremur mismunandi yrkjum. Á Þorvaldseyri stjórnáði Ólafur Eggertsson ræktuninni og á Teigi III hjónin Hlín Hólm og Guðbjörn Árnason.

Á Þorvaldseyri var árið 2015 farið af stað með vetrarrepju á 5 hektara svæði. Vetrarrepjan þarf minnst 14 mánuði í ræktun og var uppskeran í september 2016. Þorvaldseyri var einnig með í ræktun á 4 hektara undir vorrepju þar sem uppskeran gat hafist eftir tæpa 6 mánuði. Teigur III lagði til 1,25 hektara undir vorrepju sem rætuð var einungis í 5 mánuði og var útkoman þar á bæ mjög merkileg og lofar góðu til framtíðar þegar sáning getur farið fyrr af stað á vorin.

Við greiningu á einstökum kostnaðarliðum ræktunarinnar var tekið tillit til jarðvinnslu, sáningu og dreifingar, kostnað við fræ og áburð, þreskingu, þurrkun og hreinsun fræjanna og einnig bindingu hálmsins (stönglar) og síðan pressun fræjanna. Margvís lengur annar kostnaður getur fallið til og er hann metinn sem 2% af heildarkostnaði ræktunarinnar. Kostnaður við laun og brennsluolíu á vinnuvélar er innifalinn í einingarverði starfsmanns og tækis. Eflaust má finna marga aðra kostnaðarliði en hér var gengið út frá reynslu bóndans á Þorvaldseyri ásamt upplýsingum erlendis frá.[60][62]

Kostnaðurinn er reiknaður út fyrir bæði býlin, Þorvaldseyri og Teig III, og þá miðað við hvert yrki fyrir sig. Einnig er reiknaður út meðalkostnaður miðað við ræktun á einum hektara ásamt magntölum. Það er gert til að skoða áhrif þess þegar stærri landsvæði fara undir ræktun og hvort hagkvæmni stærðarinnar skili sér í minni kostnaði miðað við hvern ræktaðan hektara.

Búrekstur er mismunandi en hér á landi er akuryrkja yfirleitt ekki stór þáttur samanborið við kvikfjárrækt sem er aðalverkefni á flestum íslenskum búum. Akuryrkja og ræktun grænmetis og rótarávaxta er þó nokkur þannig að talsverð þekking er tiltæk á þessum sviðum. Tækjabúnaður til jarðvinnslu og sáningar er víða til í sveitum en öðru gegnir um búnað til að hirða og vinna reypjuafurðir. Þreskivélar eru til dæmis ekki á hverju strái né aðstaða til að þurrka fræin. Það getur reynst kostnaðarsamt að útvega þau tæki og aðstöðu sem til þarf. Á Þorvaldseyri eru öll nauðsynleg tæki til kornræktar fyrir hendi. Bóndinn þar þreskti og þurrkaði sín eigin fræ og einnig fræin frá Teigi III. Einnig sá hann um að pressa öll fræin svo úr yrði olía og fóðurmjöl.

### Greining kostnaðar vegna ræktunar á vetrarrepju í rannsóknarverkefni 2015–2016

Ræktunarstaður:	Orkujurt		Hektarar	Vaxtartímabil		
<i>Þorvaldseyri</i>	<i>Vetrarrepja</i>		<i>5,00</i>	<i>júlí 2015 – september 2016</i>		
				miðað við 1 hektara		
Aðgerð við vinnslu	Magn	Eining	kr./eining	Alls kr.	Alls kr.	Magn
Jarðvinnsla	8,0	klst.	18.500	148.000	29.600	1,6 klst.
Sáning/dreifing	4,0	klst.	8.900	35.600	7.120	0,8 klst.
Fræ	40,0	kg	995	39.800	7.960	8,00 kg
Áburður	1.200	kg	75,00	90.000	18.000	240 kg
Þresking	6,0	klst.	18.500	111.000	22.200	1,2 klst.
Þurrkun/hreinsun	10.550	kg	5,00	52.750	10.550	2.110
Binding hálmis	15,0	rúllur	1.000	15.000	3.000	3 rúllur
Pressun fræja	10.550	kg	15,00	158.250	31.650	2.110 kg
Annar kostnaður	2,0	%	650.400	13.000	2.600	2.600 kr.
<b>Alls kostnaður</b>				<b>663.400</b>	<b>132.680</b>	

Taflan sýnir kostnaðargreiningu vetrarrepju sem ræktuð var á 5 hekturum á Þorvaldseyri.

### Greining kostnaðar vegna ræktunar á vorrepju í rannsóknarverkefni 2016

Ræktunarstaður	Orkujurt		Hektarar	Vaxtartímabil		
<i>Þorvaldseyri</i>	<i>Vorrepja</i>		<i>4,00</i>	<i>apríl – september 2016</i>		
				miðað við 1 hektara		
Aðgerð við vinnslu	Magn	Eining	kr./eining	Alls kr.	Alls kr.	Magn
Jarðvinnsla	7,0	klst.	18.500	129.500	32.375	1,7 klst.
Sáning/dreifing	3,5	klst.	8.900	31.150	7.788	0,9 klst.
Fræ	30,0	kg	950	28.500	7.125	7,50 kg
Áburður	1.000	kg	75,00	75.000	18.750	250 kg
Þresking	5,5	klst.	18.500	101.750	25.438	1,4 klst.
Þurrkun/hreinsun	7.020	kg	5,00	35.100	8.775	1.755
Binding hálmis	12,0	rúllur	1.000	12.000	3.000	3 rúllur
Pressun fræja	7.020	kg	15,00	105.300	26.325	1.755 kg
Annar kostnaður	2,0	%	518.300	10.300	2.600	2.600 kr.
<b>Alls kostnaður</b>				<b>528.600</b>	<b>132.175</b>	

Taflan sýnir kostnaðargreiningu vorrepju sem ræktuð var á 4 hekturum á Þorvaldseyri.

Ábúendur á Teigi III stunda svo til engan landbúnað í venjulegri merkingu þess orðs. Því var spennandi að skoða hvernig ábúendur þar kæmst í gegnum ræktunina. En á þeim bæ hafa menn auga fyrir því að undirbúa akurinn fyrir sáningu, sá og dreifa fræjunum og sjá um

árburðargjöf. Allt það tókst mjög vel og var fagmannlega gert. Einnig var hægt að kalla til nágranna sem gátu aðstoðað bæði með ráðleggingum og tækjabúnaði.

Á Teigi III var sáð í lok apríl og uppskeran þreskt í lok september. Hér er einungis um 5 mánaða ræktun að ræða og uppskeran kemur skemmtilega á óvart. Ef á þessum stað tækist að sá örliðu fyrr og kannski uppskera örlítið seinna þannig að vaxtartímabilið færi í 6 til 7 mánuði þá yrði uppskeran fullkomlega sambærileg við það sem gerist annars staðar í Norður-Evrópu. Einnig þarf að huga vel að áburðargjöf og gæta þess að áburðargjöf sé hvorki of né van.

### Greining kostnaðar vegna ræktunar á vornefju í rannsóknarverkefni 2016

Ræktunarstaður:	Orkujurt		Hektarar		Vaxtartímabil	
<i>Teigur III</i>	<i>Vornefja</i>		<i>1,25</i>		<i>apríl – september 2016</i>	
					<b>miðað við 1 hektara</b>	
Aðgerð við vinnslu	Magn	Eining	kr./eining	Alls kr.	Alls kr.	Magn
Jarðvinnsla	1,5	klst.	6.500	9.750	7.800	1,2 klst.
Sáning/dreifing	4,0	klst.	6.500	26.000	20.800	3,2 klst.
Fræ	10,0	kg	950	9.500	7.600	8,00 kg
Áburður	600	kg	75,00	45.000	36.000	480 kg
Þresking	1,5	klst.	18.500	27.750	22.200	1,2 klst.
Þurrkun/hreinsun	1.680	kg	5,00	8.400	7.720	1.344
Binding hálms	0	rúllur	0	0	0	0 rúllur
Pressun fræja	1.680	kg	15,00	25.200	20.160	1.344 kg
Annar kostnaður				3.500	2.800	2.800 kr.
<b>Alls kostnaður</b>				<b>155.100</b>	<b>124.080</b>	

Taflan sýnir kostnaðargreiningu vornefju sem ræktuð var á 1,25 hektara á Teigi III.

Samantekt á kostnaði við ræktun á báðum býlunum leiðir í ljós að meðalkostnaður miðað við einn hektara er rúmlega 130 þúsund krónur. Minna býlið nær meðalkostnaði hektarans niður í tæp 125 þúsund. Það skýrist kannski af því hve lágur kostnaður við þreskingu varð þar sem þreskivél frá Þorvaldseyri var send til þreskingar og kostnaður bóndans við flutning tækisins var innifalinn í þreskivinnunni.

### Samantekt kostnaður á Þorvaldseyri og Teigi III í rannsóknarverkefni 2015– 2016

			Alls	1 hektari	Kostn. kr.	Kostn. kr..
Kostnaður	Magn	Eining	Kostn. kr.	Kostn. kr.	Þorvaldseyri	Teigur III
Vetrarrepja	5,00	hektarar	663.400	132.680	663.400	
Vorrepja	4,00	hektarar	528.600	132.175	528.600	
Vornefja	1,25	hektarar	155.100	124.080		155.100
<b>Alls:</b>	<b>10,25</b>	<b>hektarar</b>	<b>1.347.100</b>		<b>1.192.000</b>	<b>155.100</b>
<i>Meðaltal</i>			<i>131.425</i>		<i>132.445</i>	<i>124.080</i>

Taflan sýnir samantekt kostnaðar við ræktun á vetrarrepju, vorrepju og vornefju á Þorvaldseyri og Teigi III.

Hvað innkomu varðar þarf að skoða sölu afurða frá tveimur hliðum. Annars vegar þegar bóndinn pressar sjálfur fræin og býr til sínar eigin tekjur með olíunni og fóðurmjölínu. Í þeim tilfellum þar sem bændur hafa ekki aðstöðu til að pressa fræin má selja þau til bændna sem eiga pressubúnað eða í verksmiðju sem kannski myndi verða sett á laggirnar þegar ræktunin eykst.

Einnig má selja hluta fræjanna frá sér og halda eftir hluta þeirra til að framleiða olíu og fóðurmjöl. Greining á slíku fyrirkomulagi er ekki sett fram hér því slíkt er háð því hvernig

bændur sjálfir á vilja standa að ræktuninni en ætla má að það geti orðið með mismunandi hætti. Í tekjugreiningunni má mætti sjá hvernig best væri að dreifa fræjunum milli eigin framleiðslu og framleiðslu annars staðar.

Hvað varðar söluverð afurða er gengið út frá því að rúllan af hálminum (stönglar) seljist á 5000 krónur stykkið. Olían er verðlöð á 150 kr./kg eða 132 kr./lítri. Fóðurmjölið eða hratið er verðlagt á 75 kr./kg.

Í því tilfalli þegar einungis fræin eru seld frá býli er gengið út frá þeim verðum sem kalla má heimsmarkaðsverð en þau fylgja gjarnan jarðolíuverði og í dag má ganga út frá því að fræin séu verðlögd á 65 kr./kg.

#### Greining innkomu vegna ræktunar á vetrarrepju í rannsóknarverkefni 2015–2016

Ræktunarstaður		Orkujurt			Hektarar		Vaxtartímabil		
<i>Þorvaldseyri</i>		<i>Vetrarrepja</i>			<i>5,00</i>		<i>júlí 2015– september 2016</i>		
Innkoma	Fræ kg	Stönglar rúllur	Olía kg	Hrat kg	Stönglar kr..	Olía kr..	Hrat kr..	Alls kr..	
Vetrarrepja	10.550	15,0	3.350	7.195	75.000	502.500	539.625	<b>1.117.125</b>	
m.v. 1 ha	2.110	3,0	670	1.439	15.000	100.500	107.925	<b>223.425</b>	

Taflan sýnir innkomugreiningu vetrarrepju sem ræktuð var á 5 hekturum á Þorvaldseyri.

#### Greining innkomu vegna ræktunar á vorrepju í rannsóknarverkefni 2016

Ræktunarstaður		Orkujurt			Hektarar		Vaxtartímabil		
<i>Þorvaldseyri</i>		<i>Vorrepja</i>			<i>4,00</i>		<i>apríl– september 2016</i>		
Innkoma	Fræ kg	Stönglar rúllur	Olía kg	Hrat kg	Stönglar kr.	Olía kr.	Hrat kr.	Alls kr.	
Vorrepja	7.020	12,0	2.030	4.985	60.000	304.500	373.875	<b>738.375</b>	
m.v. 1 ha	1.755	3,0	508	1.246	15.000	76.125	93.470	<b>184.595</b>	

Söluverð: Rúllur 5000 kr./stk., olía 150 kr./kg (132 kr./ltr.), hratið 75 kr./kg

<b>Alls:</b>	17.570	27,0	5.380	12.180	135.000	807.000	913.500	<b>1.855.500</b>
<b>m.v. 1 ha</b>	1.952	3,0	598	1.353	15.000	89.670	101.500	<b>206.670</b>

Taflan sýnir innkomugreiningu vorrepju sem ræktuð var á 4 hekturum á Þorvaldseyri.

#### Greining innkomu vegna ræktunar í rannsóknarverkefni 2015-2016

Ræktunarstaður		Orkujurt		Hektarar		Vaxtartímabil	
<i>Þorvaldseyri</i>		<i>Vetrar- og vorrepja</i>		<i>9,00</i>		<i>júlí–september 2015– 2016 og apríl– september 2016</i>	
Einungis Fræsala	Fræ kg	Stönglar kg	Fræ kr.	Stönglar kr.	Alls kr.		
Vetrarrepja	10.550	15,0	685.750	75.000	<b>760.750</b>		
Vorrepja	7.020	12,0	456.300	60.000	<b>516.300</b>		
Alls:	17.570	27,0	1.142.050	135.000	<b>1.277.050</b>		

Sala einungis á fræjum. Söluverð: Fræ 65 kr./kg.

Taflan sýnir innkomugreiningu vetrar- og vorrepju sem ræktuð er til sölu á fræjum á 9 hekturum á Þorvaldseyri.

Töflurnar hér að ofan sýna góða innkomu frá Þorvaldseyri í repjuræktinni og er það meðal annars vegna magnsins sem er framleitt og einnig sökum þess að fræuppskera var frekar góð. Hér sést munurinn á innkomunni ef menn framleiða sjálfir eða selja fræin frá sér.

Einnig má geta þess að á Þorvaldseyri er pressubúnaður til að breyta fræjunum í olíu og fódurmjöl. Þar hefur einnig verið komið upp aðstöðu til að setja olíuna á flöskur og selja afurðina sem matarolíu sem hækkar verðgildið á olíunni talsvert. Hér er einnig möguleiki fyrir bændur í ræpjurækt sem geta nýtt hluta af olíunni í matarolíu, hluta í bíódísil og jafnvel selt afganginn af fræjunum til þeirra sem geta pressað þau og unnið úr þeim áfram.

Bóndinn á Þorvaldseyri rekur kúabú og þar má nýta fódurmjölið sem íblöndun í heilfóður fyrir nautgripina. Í raun sparar hann meir en uppgefið söluverð á fódurmjölinu vegna þess að hann nýtir repjufódurmjölið í stað fiskimjöls sem er mjög dýrt í innkaupum.

Á Teigi III er meðaltals innkoma minni en á Þorvaldseyri. Að auki var hálmurinn skilinn eftir á akrinum sem áburður fyrir frekari ræktun. Það mun koma sér vel á næsta ári og spara innkaup á áburði. Sá sparnaður reiknast ekki nú inn í innkomuna enda erfitt að sjá nákvæmlega hvernig reikna mætti sparnaðinn inn í tölurnar. Þetta sýnir þó að skoða þarf ræktunina yfir lengri tíma og taka meðaltal út frá því.

Greinilega má sjá á innkomunni hvað það getur verið óhagkvæmt að eiga við lítið landssvæði í ræktun. Þó má segja að útkoman sé mjög góð miðað við stuttan ræktunartíma og þann tækjabúnað sem bændur á býlinu höfðu aðgang að.

Til stendur að nota olíuna frá Teigi III í skipaeldsneyti þar sem eigendum smábáta verður boðið upp á að nýta sér 5% íblöndunarhlutfall eins og lög segja til um að skuli nota í samgöngutækjum á landi. Í framhaldinu má auka íblöndunarhlutfallið. Fódurmjölið verður selt bændum miðað við það verð sem hér gengið er út frá.

Ekki er vænlegt að framleiða eingöngu fræ til sölu við þessar aðstæður enda er innkoman ekki mikil.

Ræktunarstaður		Orkujurt			Hektarar		Vaxtartímabil		
Teigur III		Vornepja			1,25		apríl–september 2016		
Innkoma	Fræ kg	Stönglar rúllur	Olía kg	Hrat kg	Stönglar kr.	Olía kr.	Hrat kr.	Alls kr.	
Vornepja	1.680	0,0	510	1.165	0	76.500	87.375	<b>163.875</b>	
m.v. 1 ha	1.344	0,0	408	932	0	61.200	69.900	<b>131.100</b>	

Söluverð: Rúllur 5000 kr./stk., olía 150 kr./kg (132 kr./ltr.), hrat 75 kr./kg

Taflan sýnir innkomugreiningu vornepju sem ræktuð var á 1,25 hektara á Teigi III.

Ræktunarstaður:		Orkujurt		Hektarar		Vaxtartímabil	
Teigur III		Vornepja		1,25		apríl–september 2016	
Einungis Fræsala	Fræ kg	Stönglar kg	Fræ kr.	Stönglar kr.	Alls kr.		
Vornepja	1.680	0,0	109.200	0	<b>109.200</b>		
Alls:	1.680	0,0	109.200	0	<b>109.200</b>		

Sala einungis á fræjum. Söluverð: Fræ 65 kr./kg.

Taflan sýnir innkomugreiningu vornepju sem ræktuð er til sölu á fræjum á 1,25 hekturum á Teigi III.

Í samantekt á innkomu beggja búanna eru sýndar tekjur af olíuframleiðslu annars vegar og af fræsölu hins vegar. Hér sést að olíuframleiðslan kemur mun betur út en að framleiðsla fræja fyrir aðra. Þetta gæti aftur á móti breytst ef menn fara út í það að rækta mun meira af repju og nepju þegar ræktendur ráða ekki við alla olíu- og fódurmjölsframleiðsluna sjálfir.

Samantektin sýnir líka að innkoman er vel ásættanleg.

### Samantekt á innkomu á Þorvaldseyri og Teigi III - olíuframleiðsa

			Alls	1 hektari	Innk. kr.	Innk. kr.
Innkoma	Magn	Eining	Innk. kr.	Innk. kr.	Þorvaldseyri	Teigur III
Vetrarrepja	5,00	hektarar	1.117.125	223.425	1.117.125	
Vorrepja	4,00	hektarar	738.375	132.175	738.375	
Vornepja	1,25	hektarar	163.875	131.100		163.875
<b>Alls:</b>	<b>10,25</b>	<b>hektarar</b>	<b>2.019.375</b>		<b>1.855.500</b>	<b>163.875</b>
<i>Meðaltal</i>			<i>197.012</i>		<i>206.670</i>	<i>131.100</i>

Söluverð: Rúllur 5000 kr./stk., olía 150 kr./kg (132 kr./ltr.), hrat 75 kr./kg

### Samantekt á innkomu á Þorvaldseyri og Teigi III - fræsala

			Alls	1 hektari	Innk. kr.	Innk. kr.
Innkoma	Magn	Eining	Innk. kr.	Innk. kr.	Þorvaldseyri	Teigur III
Vetrarrepja	5,00	hektarar	760.750	152.150	760.750	
Vorrepja	4,00	hektarar	516.300	129.075	516.300	
Vornepja	1,25	hektarar	109.200	87.360		109.200
<b>Alls:</b>	<b>10,25</b>	<b>hektarar</b>	<b>1.386.250</b>		<b>1.277.050</b>	<b>109.200</b>
<i>Meðaltal</i>			<i>135.243</i>		<i>141.894</i>	<i>109.200</i>

Söluverð: Fræ 65 kr./kg

### 7.3 Arðsemisgreining ræktunar, uppskeru og vinnslu verkefnis

Í heildina voru í verkefninu framleidd 19,25 tonn af fræjum, tæp 6 tonn af olíu og um 13,5 tonn af fóðurmjöli. Olían er að hlutfalli miðað við fræin að meðaltali rúmlega 30%.

### Framleiðsla fræja, olíu og hrats í rannsóknarverkefni 2015–2016

Heildarframleiðsla			Fræ	Olía	Hrat	Hlutfall
Samanburður	Magn	Eining	kg	kg	kg	olíu/fræ
Vetrarrepja	5,00	hektarar	10.550	3.350	7.195	31,8%
Vorrepja	4,00	hektarar	7.020	2.030	4.985	28,9%
Vornepja	1,25	hektarar	1.680	510	1.165	30,4%
<b>Alls:</b>	<b>10,25</b>	<b>hektarar</b>	<b>19.250</b>	<b>5.890</b>	<b>13.345</b>	<b>30,6%</b>

Innkoman á hratinu ein og sér vegur upp um þrjá fjórðu af heildarkostnaðnum við framleiðsluna og olían er þar um tveir þriðju af kostnaðinum. Hér er innkoman samanlagt 40% hærri en heildarkostnaðurinn.

### Viðmiðun á olíu og hрати gagnvart heildarkostnaði á Þorvaldseyri og Teigi III

Miðað við 1 hektara			Kostn.	Olía	Hrat	Hlutfall
Samanburður	Magn	Eining	kr.	kr.	kr	hrat/kostn
Vetrarrepja	5,00	hektarar	132.680	100.500	107.925	81,3%
Vorrepja	4,00	hektarar	132.175	76.125	93.470	70,7%
Vornepja	1,25	hektarar	124.080	61.200	69.900	56,3%
<b>Alls:</b>	<b>10,25</b>	<b>hektarar</b>	<b>131.425</b>	<b>86.195</b>	<b>97.645</b>	<b>74,3%</b>

Arðsemi ræktunarinnar er einnig athyglisverð og þá sérstaklega hvað snýr að Þorvaldseyri sem var með meiri ræktun. Það ætti að sýna að magnið hefur jákvæð áhrif og ættu niðurstöðurnar að nýtast þegar menn hugsa um 500 hektara ræktun. Við framleiðslu á olíu og hrati á Þorvaldseyri kom fram að aðsemin fór yfir 40 prósent í ræktun og vinnslu vetrarrepju og í heildina er aðsemin 33%.

**Samanburður innkomu og kostnaðar á Þorvaldseyri og Teigi III  
miðað við framleiðslu á olíu og hrati 2015– 2016**

			Alls	1 hektari	Þorvaldseyri	Teigur III
	Magn	Eining	kr.	kr.	kr.	kr.
Vetrarrepja						
<b>Innkoma</b>	5,00	hektarar	1.117.125	223.425	1.117.125	
<b>Kostnaður</b>	5,00	hektarar	663.400	132.175	663.175	
<b>Hagnaður</b>	5,00	hektarar	<b>453.725</b>	<b>90.745</b>	<b>453.425</b>	
<b>Arðsemi</b>	5,00	hektarar	<b>40,6%</b>			
Vorrepja						
<b>Innkoma</b>	4,00	hektarar	738.375	184.594	738.375	
<b>Kostnaður</b>	4,00	hektarar	528.600	132.150	528.600	
<b>Hagnaður</b>	4,00	hektarar	<b>209.775</b>	<b>52.444</b>	<b>209.775</b>	
<b>Arðsemi</b>	4,00	hektarar	<b>28,4%</b>			
Vornepja						
<b>Innkoma</b>	1,25	hektarar	163.875	131.100		163.875
<b>Kostnaður</b>	1,25	hektarar	155.100	124.080		155.100
<b>Hagnaður</b>	1,25	hektarar	<b>8.775</b>	<b>7.020</b>		<b>8.775</b>
<b>Arðsemi</b>	1,25	hektarar	<b>5,4%</b>			
Ræktun alls						
<b>Innkoma</b>	10,25	hektarar	2.019.600	197.035	1.855.500	163.875
<b>Kostnaður</b>	10,25	hektarar	1.347.100	131.425	1.192.000	155.100
<b>Hagnaður</b>	10,25	hektarar	<b>672.500</b>	<b>65.610</b>	<b>663.500</b>	<b>8.775</b>
<b>Arðsemi</b>	10,25	hektarar	<b>33,3%</b>		<b>35,7%</b>	<b>5,4%</b>

**Samanburður innkomu og kostnaðar á Þorvaldseyri og Teigi III  
miðað við framleiðslu á fræum eingöngu 2015 - 2016**

			Alls	1 hektari	Þorvaldseyri	Teigur III
	Magn	Eining	kr.	kr.	kr.	kr.
Repja						
<b>Innkoma</b>	9,00	hektarar	1.277.050	141.895	1.277.050	
<b>Kostnaður</b>	9,00	hektarar	1.192.000	132.445	1.192.000	
<b>Hagnaður</b>	9,00	hektarar	<b>85.050</b>	<b>9.450</b>	<b>85.050</b>	
<b>Arðsemi</b>	9,00	hektarar	<b>6,7%</b>			
Nepja -vor						
<b>Innkoma</b>	1,25	hektarar	109.200	87.360		109.200
<b>Kostnaður</b>	1,25	hektarar	129.900	103.920		129.900
<b>Hagnaður</b>	1,25	hektarar	<b>-20.700</b>	<b>-16.560</b>		<b>-20.700</b>
<b>Arðsemi</b>	1,25	hektarar	<b>-19,0%</b>			
Ræktun alls						
<b>Innkoma</b>	10,25	hektarar	1.386.250	135.245	1.277.050	109.200
<b>Kostnaður</b>	10,25	hektarar	1.321.900	128.965	1.192.000	129.900
<b>Hagnaður</b>	10,25	hektarar	<b>64.350</b>	<b>6.280</b>	<b>85.050</b>	<b>-20.700</b>
<b>Arðsemi</b>	10,25	hektarar	<b>4,6%</b>		<b>6,7%</b>	<b>-19,0%</b>



Í heildina litið má segja að aðrðsemin sé vel ásættanleg og að fyrir liggja samantekt sem sýnir að aðsemin gefur ræktun 500 hektara á Suðurlandi góða von um góða afkomu.

Miðað við samantekt og meðaltal ætti 500 hektara ræktun bænda að geta staðið vel undir sér. Er þá gert ráð fyrir 1.880 kg/hektar fræ, að olía sé 33% af því og hratið 67%. Rúllur af stönglum eru að meðaltali 3 stykki á hektara. Miðað við innkomu er gert ráð fyrir að fræ sé 65 kr./kg, olía 150 kr./kg, hrat 75 kr./kg og 5.000 kr./rúlla.

Innkoma	Fræ	Olía	Hrat	Hálmur	Alls
Hektarar	kg	kg	kg	rúllur	
500	940.000	313.000	625.000	1.500	
	kr.	kr.	kr.	kr.	kr.
500	61.100.000			7.500.000	68.600.000
500		46.950.000	46.875.000	7.500.000	101.325.000

Kostnaður reiknast að meðaltali 131.425 kr./ha. Miðað við fræsölu verður að draga kostnað við pressun frá sem er 15 kr./kg. Þá er ræktunarkostnaður miðað við fulla framleiðslu 65.712.500 kr. Ef pressun er dregin frá en hún er þá 14.100.000 kr og kostnaður miðað við að selja fræin fer þá niður í 51.612.500.

Hagnaðurinn af því að selja öll fræin er 68.6 mill.kr. að frádegnum kostnaðinum upp á 51.6 mill.kr. er því 17,0 mill.kr. Arðsemin er rétt undir 25%.

Hagnaðurinn, ef bóndi sem á bæði húsnæði og pressur, yrði 101,3 mill.kr. að frádegnum 65,7 mill.kr. kostnaði er 35,6 mill.kr. Arðsemin er um 35%.

Reyndar á hér eftir að taka allmargt með í reikninginn eins og fasteign, rafmagn, vatn, laun og margt fleira.

Kannski að maður skoði aðeins nánar hver arðsemi 500 tonna verksmiðja, sem keypti fræ af bændum, yrði. Hér gerði maður ráð fyrir að 500 hektararnir myndu gefa 500 tonn af olíu í stað 313 tonna þegar um meiri ræktun er að ræða. Einnig þarf að huga að því að flytja inn fræ þar til Suðurlandið er í stakk búið að rækta það magn sem verksmiðjan þyrfti.

Skodum málið.

#### **7.4 Framleiðsla olíu og fódurmjöls út frá 500 hektara ræktun**

Árlega eru flutt inn til landsins um 2.000 tonn af repjuolíu og 1.500 tonn af repjumjöli. Repjuolían er svo til eingöngu notuð til steikingar og repjumjölið fer aðallega í fóður fyrir búfénað og fiskeldi. Hér ætti því að vera markaður fyrir 500 tonn af olíu og 1.000 tonn af repjumjöli (hrati).[44]

Fyrir hvert tonn af bíódísil þarf um 3 tonn af repjufræjum. Fyrir verksmiðju sem framleiðir árlega 500 tonn af bíódísil þarf því um 1.500 tonn af repjufræjum en þau gefa einnig eitt þúsund tonn af repjuhrati sem nýtist til dýrafóðurs (húsdýr og eldisfiskur) sem er afar próteinríkt og verðmætt. Til að breyta repjuolíunni í bíódísil er metanóli (tréspíra) og vítissóða (NaOH) blandað í repjuolíuna. Metanólið þarf að vera um 12% af magni repjuolíunnar og vítissóðinn um 0,5%. Miðað við fimm hundruð tonna framleiðslu á bíódísil þyrfti því um 60 tonn af metanóli og um 2,5 tonn af vítissóða. Vítissóðann og metanólið má flytja inn erlendis

frá eða framleiða það hérlandis, en framleiðsla metanóls úr koltvísýringi er þegar hafin hér á landi á vegum Carbon Recycling International (CRI) og er verksmiðja á þeirra vegum í Svartsengi við Grindavík.

Gert er ráð fyrir að ræktunin verði á Suðurlandi eða í Fljótshlíðinni og í Landeyjum. Bændur þar telja að 1.500 hektarar af góðu landi séu þar til staðar. Því þarf að nýta það landssvæði sem almennt er ekki í ræktun hjá bændum á Suðurlandi til ræktunar á repju/nepju. Byggja þarf upp ræktunina á þeirri reynslu sem skapast hefur við ræktunina. Gera verður ráð fyrir að verksmiðjan taki til sín repjufræ frá íslenskum bændum í þeim mæli sem mögulegt er. Það sem uppá vantar af repjufræjum má flytja inn til landsins og þá frá Danmörku, Svíþjóð, Þýskalandi eða Úkraínu.

Hagkvæmiskönnunin verður að gera ráð fyrir árlegri framleiðslu á 500 tonnum af repjuolíu. Stofnfé fyrir þessa verksmiðju er áætlað sem 190 milljónir króna. Í því er innifalið húsnæðið, allar aflpressur, tankar, lagnir og dælur ásamt ýmsum öðrum nauðsynlegum búnaði. Þessi stærð yrði svo til óbreytt ef framleiðslan myndi tvöfaldast en óraunhæft er að gera ráð fyrir slíku í byrjun þessa verkefnis.

<b>REPJUOLÍUFRAMLEIÐSLA</b>	<b>Magn</b>	<b>Eining</b>	<b>Hráefni</b>	<b>Hlutfall</b>	<b>Magn</b>	<b>Eining</b>
Repjuolía	<b>500</b>	<b>tonn/ár</b>	Lífdísill	95%	475	tonn/ár
Stofnfé	190,0	mill.kr.	Matarolía	5%	25	tonn/ár
Vextir af stofnfé	3,0	prósent	Hrat	200%	1.000	tonn/ár
Afskriftartími stofnfés	25	ár	Glýseról	6%	30	tonn/ár
Rafmagn (olíupressur)	150	kWh/tonn	Metanól	12%	60	tonn/ár
Rafmagn (dælur o. fl.)	35	kWh/tonn	Hvati	0,5%	2,5	tonn/ár
Rafmagn (hitaáhöld)	50	kWh/tonn				
<b>KOSTNAÐUR</b>	<b>Magn</b>	<b>Eining</b>	<b>Verð</b>	<b>Eining</b>	<b>Alls kr./ár</b>	<b>Hlutfall</b>
Repjufræ	1.500	tonn	65,00	kr./kg	97.500.000	68,5%
Metanól	60	tonn	125,00	kr./kg	7.500.000	5,3%
Hvati (vítissóti)	2,5	tonn	200,00	kr./kg	500.000	0,4%
Rafmagn (pressur)	75.000	kWh	13,76	kr./kWh	1.032.000	0,7%
Rafmagn (dælur)	17.500	kWh	13,76	kr./kWh	240.800	0,2%
Rafmagn (hitaáhöld)	25.000	kWh	13,76	kr./kWh	344.000	0,2%
Kalt vatn	500	tonn	29,08	kr./tonn	14.540	0,0%
Heitt vatn	1.500	tonn	75,60	kr./tonn	113.400	0,1%
Launakostnaður	3	störf	600.000	kr./mán.	21.600.000	15,2%
Ófyrirséður kostnaður	2%	af kostn.	128.844.740	kr.	2.576.895	1,8%
Afborganir og vextir	3%	af stofnfé	190.000.000	kr.	10.911.295	7,7%
<b>Alls kostnaður</b>					<b>142.332.930</b>	<b>100%</b>
<b>INNKOMA</b>	<b>Magn</b>	<b>Eining</b>	<b>Verð</b>	<b>Eining</b>	<b>Alls kr./ár</b>	<b>Hlutfall</b>
Lífdísill (Repjuölfudísill)	475	tonn	150,00	kr./kg	71.250.000	44,9%
Matarolía	25	tonn	650,00	kr./kg	16.250.000	10,2%
Hrat (fóðurmjöl)	1.000	tonn	70,00	kr./kg	70.000.000	44,2%
Glýseról	30	tonn	10,00	kr./kg	300.000	0,2%
Metanól (endurunnið)	6	tonn	125,00	kr./kg	750.000	0,5%
<b>150 kr./kg samsvarar 132 kr./lítra</b>	<b>Alls innkoma:</b>				<b>158.550.000</b>	<b>100,0%</b>
	<b>Alls hagnaður</b>				<b>16.217.070</b>	<b>10,2%</b>
	<b>18% skattar af hagnaði:</b>				<b>2.919.073</b>	<b>1,8%</b>
	<b>Hagnaður eftir skatta</b>				<b>13.297.997</b>	<b>8,4%</b>

Útreikningur á hugmynd fyrir 500 tonna bíódísilverksmiðju á Suðurlandi

Áætlað er að kaupa repjufræin á 65 kr./kg og selja bíódísilinn á 150 kr./kg sem samsvarar um 132 kr./lítra. Auk þess verður um 5% olíunnar seldur sem matarolía á 650 kr./kg. Einnig er gert ráð fyrir að nýta glýserólíð að hluta og eima metanólíð í glýserólinu til að nota það aftur.

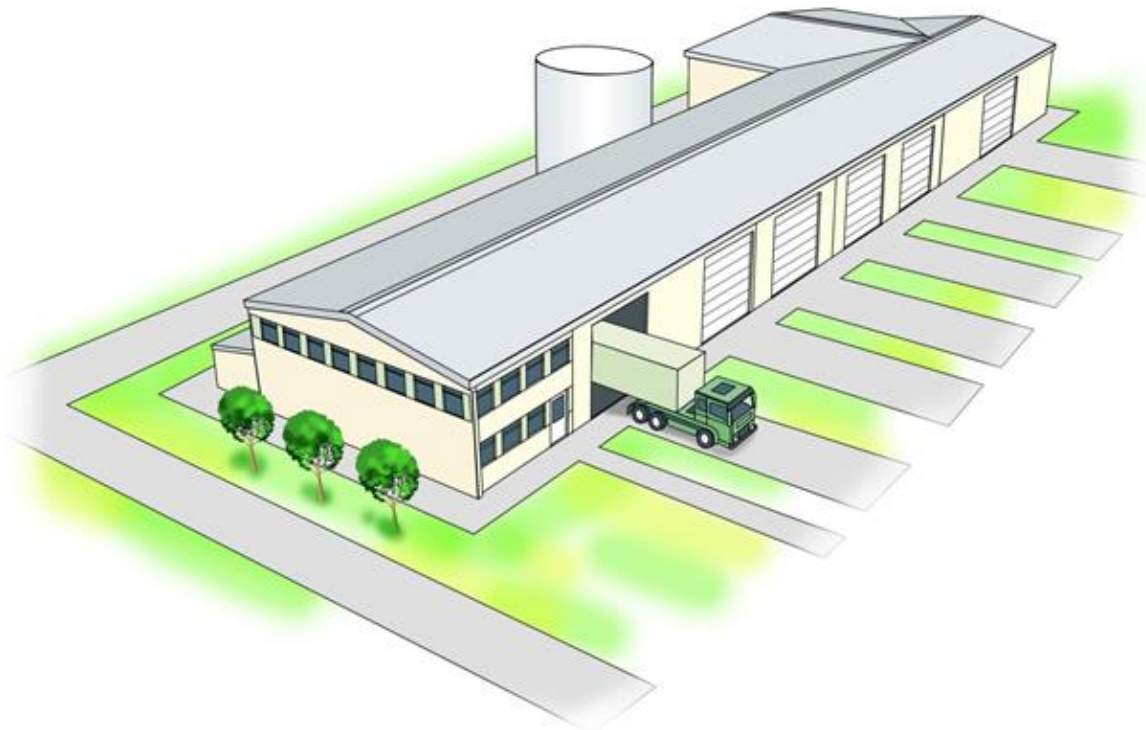
Gert er ráð fyrir að afskriftartími stofnfés sé 25 ár, vextir eru áætlaðir 3%. Kostnaður við rafmagn er 13,76 kr./kWh að meðaltali. Þessar stærðir koma til vegna umfangs verkefnisins og má því gera ráð fyrir lægri upphæðum en annars. Rafmagnsnotkun er áætluð fyrir pressur (150 kWh/tonn), dælur og blöndun (35 kWh/tonn), hitaáhöld (50 kWh/tonn). Starfsmenn verða 3 og ófyrirséður kostnaður er 2% af kostnaði.

Bíódísillinn einn og sér stendur ekki undir framleiðslunni ef miðað er við að hvert kg hans seljist á 150 kg sem samsvarar 132 kr. á hvern lítra en þegar fóðurmjöl og matarolía bætast við skilar reksturinn hagnaði.

Miðað við gefnar forsendur er hagnaður af framleiðslunni um 8,4%. Sala á afurðum er tæpar 160 mill.kr. og kostnaður rúmar 140 mill.kr. Eftir skatta sætu eftir tæpar 14 mill.kr, sem hagnaður.

Hagkvæmni verksmiðjunnar má skoða bæði út frá umhverfislegum sjónarmiðum sem og viðskiptalegum. Stjórnvöld hafa að markmiði að framleiðslan falli að kröfum um sjálfbærni og standist umhverfiskröfur en rekstur verksmiðjunnar miðast einnig við að hann skili hagnaði.

Þessa hluti þarf að skoða mikið betur og gefa sér góðan tíma til þess.



Hugsanlegt húsnæði fyrir bíódísilverksmiðju.

## **7.5 Hagræn sjálfbærni**

Notkun jarðefnaeldsneytis hefur haft alvarlegar hnattrænar afleiðingar. Hlýnun andrúmsloftsins er ein alvarlegasta ógnunin sem mannkynið stendur frami fyrir í dag og má að verulegu leyti rekja hana til brennslu jarðefnaeldsneytis. Landbúnaður á Íslandi hefur, eins og aðrir atvinnuvegir, gengið í gegnum byltingu vélvæðingar og afkastaaukningar. Stórar og þungar vélar hafa tekið við af mannshendinni og ganga þær að verulegu leyti fyrir jarðefnaeldsneyti. Landbúnaður hér á landi er því verulega háður innfluttu eldsneyti og áburði.

Með þessu verkefni er verið að leita leiða til að hámarka nýtingu á nýsköpun og með því móti að auka sjálfbærni landbúnaðarsvæða á Suðurlandi. Verkefnið getur undið upp á sig með niðurstöðum rannsókna á ræktun orkujurta og frekari athugunum á hagkvæmum leiðum.

Með öðrum orðum þá er einfaldlega verið að leita nýrra leiða til að hámarka afköst, bæta atvinnuskilyrði og búa betur í haginn fyrir komandi kynslóðir með því að nýta innlendar auðlindir á sjálfbæran hátt.

## 8 Samantekt og niðurstöður ræktunarinnar

### 8.1 Almennt um niðurstöður ræktunarinnar

Niðurstöður hagkvæmnisathugunar á 500 hektara repjurækt á Suðurlandi eru afar jákvæðar. Samfélagslega séð felur verkefnið í sér áskorun um að fara af stað í repjurækt sem myndi tryggja bændum aukin umsvif í ræktun og ýta undir betri afkomu. Samfélagið í heild myndi njóta góðs af afrakstrinum í formi orku úr olíu sem bændur sjálfir framleiða eða aðilar þeim tengdir.

Áherslur stjórnvalda hafa löngum verið í þá átt að hvetja til aukinnar framleiðslu og notkunar innlands endurnýjanlegs eldsneytis sem stuðlar að gjaldeyrissparnaði, fjölgun starfa og auknu orkuöryggi.[15] Repjuræktun til framleiðslu á orkugjafa, dýrafóðri og fleiri afurðum sem nýtast til hagsbóta fyrir samfélagið fellur einkar vel að þessum markmiðum.

Hér er fjallað um ræktun repju á Íslandi og vinnslu á afurð hennar yfir í bíódísil (lífódísilólíu) sem nota má á aðal- og hjálpa vélar íslenskra skipa í staði innfluttrar jarðefnaolíu. Bíódísillinn er innlend afurð en jarðdísillinn er innfluttur frá fjarlægum stöðum með ærnum tilkostnaði og notkun hans sem eldsneytis skapar ærin vandamál.

Unnt er að rækta repju í góðu landi, í meðal góðu landi og einnig á annars ónýttu landi eins og söndum. Jurtin nýtir sólarorku til að binda CO<sub>2</sub> úr lofti og skilar til baka súrefni út í andrúmsloftið. Þegar hún er að vaxa tekur hún til sín tvöfalt meira CO<sub>2</sub> en losnar við brennslu þess bíódísils sem vinna má úr repjuolíu. Það er tvöföld kolefnisjöfnun.

Repjuræktunin kemur fjárhagslega jákvætt út fyrir bændur og kemur einnig jákvætt út fyrir áherslur stjórnvalda í loftlagsmálum. Ræktun repjunnar er tækifæri fyrir bændur til að auka tekjur sínar með sölu afurða ræktunarinnar. Ræktunin býður samfélaginu einnig upp á tvöfalda kolefnisjöfnun, umhverfisvæna orkugjafa og fóður fyrir húsdýr og eldisfiska.

### 8.2 Ræktun orkujurta

Megin afurðir repjunnar eru fræ, olía og fóðurmjöl ásamt stönglum (hálmi). Allar þessar afurðir nýtast mönnum og dýrum enda fer ekkert til spillis og allt er nýtanlegt.

Hin síðari ár hafa bændur á Íslandi verið að rækta repju á 50 til 100 hektara svæðum. Sú ræktun hefur svo til eingöngu verið á Suðurlandi og einkum í Fljótshlíðinni, Landeyjum, Kirkjubæjarklaustri og nálægt Höfn í Hornafirði. Ræktunin hefur ekki alltaf gengið áfallalaust en margir bændanna hafa náð ágætum tókum á ræktuninni og uppskeran verið í samræmi við það.

Til að rækta repju og nepju þurfa bændur land, aðgang að þreskivél og aðstöðu til að þurrka og hreinsa fræin. Tvær meginleiðir eru síðan til að afsetja afurðina að uppskeru lokinni og er önnur þeirra að selja fræin óunnin til vinnsluaðila og hin leiðin er að vinna úr þeim olíu og hrat á búinu og selja afurðirnar eða nýta þær til eigin starfsemi eftir atvikum.

### **8.3 Vinnsla orkujurta**

Nauðsynlegt er að bændur sem rækta repju og nepju og hafa ekki aðstöðu til að vinna úr fræjunum olíu og hrat hafi einhvern sem getur keypt af þeim fræin. Þess vegna er mikilvægt að sett verði upp verksmiðja sem í byrjun gæti tekið við fræjum af 500 hekturum. Slík verksmiðja mynd standa vel undir sér.

Ef bændur vilja vinna olíu og hrat úr fræjunum þá þurfa þeir aflpressur til að pressa fræin og úr þeim verður þá olía og hrat. Vinnsluferlið er tiltölulega einfalt og mjög vel þekkt víða um heim.

Í verkefninu tóku bændur að sér að fullvinna uppskeruna. Fræin voru pressuð með aflpressu og stönglarnir annað hvort skildir eftir á akrinum sem áburður eða safnað saman í rúllur og seldir sem áburður á aðra staði og þá aðallega í svepparækt.

Niðurstaðan vinnslunnar í verkefninu reyndist mjög jákvæð og sérstaklega þar sem öll tæki og tól til ræktunar og vinnslu eru fyrir hendi. Þeir sem ekki hafa beinan aðgang að tækjabúnaði eiga einnig þann möguleika að sameinast um eign á til dæmis sáðvél og þreskivél. Í sumum tilfellum eru eiga búnaðarsamtök slík tæki og geta leigt þau til bændu. Ekki er ólíklegt að nokkur býli muni sameinast um rekstur olíu- og fóðurvinnslu og eignist nauðsynleg tæki í sameiningu eða þá að framtakssamir einstaklingar koma sér upp slíku smáfyrirtæki á eigin spýtur til að annast þessa starfsemi.

Olíu- og fóðurvinnslan mun næstu árin verða staðbundin og í smáum stíl þar sem menn rækta fáa hektara. En öðru máli gegnir um vinnsluna þegar ræktunin verður meiri en það er ekki ólíklegt að svo verði því þetta verkefni sýnir að hagnaður er af vinnslunni.

Í framtíðinni verður að koma fram fyrirtæki sem gæti náð stærðarhagkvæmni til að standa undir arðbærum rekstri. Slíkt framleiðslufyrirtæki myndi kaupa fræin af ræktendum og vinna úr þeim bíódísil, fóðurmjöl og matarolíu til sölu á almennum markaði. Sú framleiðsla útheimtir tíma og nokkurn stofnkostnað. Ekki má gleyma gæðamálum við framleiðsluna. Eigi að framleiða eldsneyti eða olíu til sölu á almennum markaði þarf söluaðilinn að ábyrgjast gæði vörunnar gagnvart uppgefnum eiginleikum hennar og gæðum. Einnig gætu einhverjir bændur kosið að framleiða sinn bíódísil sjálfir á sín faratæki og búnað og verða þannig sjálfum sér nógir um eldsneyti. Einnig gætu þeir blandað jurtaolúnni til helminga á móti þeim jarðdísil sem þeir nota á sín farartæki. Og ekki má gleyma því að bændur hafa þann kost að framleiða matarolíu sem í dag er verðmætasta afurðin sem vinnsla repjunnar skilar.[41]

### **8.4 Samfélagsleg sjálfbærni**

Bíódísillinn er notaður í stað innfluttar jarðefnaolíu sem meðal annars er notuð á íslenska skipaflotann. Innlend framleiðsla á bíódísil dregur úr þörfinni fyrir innflutning á jarðefnaolíu og komið er í veg fyrir CO<sub>2</sub> losunina sem fylgir notkun jarðefnaolúnnar auk þess sem bruni lífdísilolúnnar er hreinni með tilliti til margra annarra mengunarþátta. Hér er kolefnissporið mjög jákvætt.

Lífdísilframleiðsla þar sem akrar eru teknir úr matvælaframleiðslu getur orðið til þess að annarsstaðar í heiminum að skógar eru felldi (sem safna upp CO<sub>2</sub>) og getur það reynst afar óheppilegt fyrir heildarlosun CO<sub>2</sub> í heiminum. Hérlandis yrði repjan fyrst og fremst ræktuð á

landi sem ekki er nýtt til annarrar ræktunar og er jafnvel lítt eða ekki gróið eins og raunin er um sandfláka og ýmis önnur útmerkursvæði. Að auki er framleitt kjarnfóður úr repjunni sem ekki þarf þá að flytja inn og við það stuðlar repjuræktun á Íslandi óbeint að verndun skóga erlendis. Einnig hentar repjujurtin vel til landgræðslu ásamt lúpínu sem ýtir undir að nýtt land verði tekið til ræktunar og þar með kolefnisjöfnunar. Lífdísilolía úr repju er innlent endurnýjanlegt eldsneyti sem stuðlar að gjaldeyrissparnaði, fjölgun starfa og auknu orkuöryggi.

Við brennslu á bíódísil, sem framleiddur hefur verið úr repjuolíu, er talið að um rúmlega 70% minni mengun sé að ræða en þegar jarðdísill er notaður. Er þá sérstaklega átt við koltvíoxíð (CO<sub>2</sub>), koleinoxíð (CO) og sótagfir (PM) sem eru hættulegar mönnum þegar þær setjast í líkamann eftir að hafa borist þangað með innöndun. Einnig ber að nefna brennisteinsoxíð (SO<sub>2</sub>) sem varla er mælanlegt þegar bíódísill er brenndur.[33]

Nú hefur veðurfar breyst og ræktun og val á tegundum sem henta loftslaginu hér á landi gert það að verkum að akuryrkja hefur náð nokkurri hylli íslenskra bænda á undanförunum árum og áratugum. Kornrækt, sem áður var talin utan seilingar fyrir Íslendinga, er nú stunduð með ágætum árangri í öllum landshlutum og verður sífellt stærri þáttur í fóðuröflun bænda. Akuryrkjan hefur þegar breytt búnaðarháttum Íslendinga og mun gera það í enn ríkari mæli þegar fram í sækir og repjuræktin hefur sannað sig.

Rannsóknir hafa sýnt fram á að matarolía, sem til verður við kaldpressun repjufræja, er holl matarvara. Olían er einungis síuð eftir pressun og er þá tilbúin til neyslu. Í repjuolíu er lítið af mettuðum fitusýrum, sem eru oft kallaðar hörð fita, og engin transfita. Ómettaðar fitusýrur eru oft skilgreindar sem mjúk fita. Þær eru að finna í miklu magni í repjuolíu og einnig ólífuolíu. Einmettaðar fitusýrur eru heppilegar til neyslu. Fjölómettaðar fitusýrur eru lífsnauðsynlegar í fæðunni þar sem líkami manna getur ekki framleitt þær. Fjölómettaðar fitusýrur eru fljótandi fita og fullyrt er að þær haldi niðri kólesteróli í blóði. Tveir hópar fjölómettaðra fitusýra kallast ómega-3 og ómega-6 fitusýrur. Repjuolía, sólblómaolía og línolía (hörolía) innihalda mest af ómega-3 fitusýrum af öllum jurtaolíum og eru því afar heppilegar á matborðið.[39]

Meginhugmyndin að baki sjálfbærri þróun, eða samfélagslega sjálfbærri nýtingu náttúruauðlinda, er einföld og alls ekki ný af nálinni. Hún er tvíþætt, í fyrsta lagi að ganga ekki óhóflega á forða náttúrunnar heldur nýta auðlindir hennar á hófsaman hátt og þá helst þannig að þær nái að endurnýja sig. Í öðru lagi felst í samfélagslegri sjálfbærri nýtingu náttúruauðlinda að þær skuli ekki nýttar á þann hátt að af hljótist mengun eða að umhverfinu sé spillt á annan hátt. Með ofangreint í huga fellur repjuræktun sem orkuöflun sérstaklega vel að hugtakinu endurnýjanleg orka því hér er um ræktun að ræða sem hægt er að endurtaka án þess að ganga á auðlindaforða náttúrunnar.

Íslensk framleiðsla á bíódísil og repjuolíu sparar innflutning á þessum afurðum. Vinnsla þeirra hérlendis skapar atvinnu og eykur þar með samfélagslega sjálfbærni og þjóðartekjur. Það er allra hagur.





## 9 Heimildir

- [10] Lög um endurnýjanlegt eldsneyti í samgöngum á Íslandi, nr. 40/2013.
- [11] Reglugerð um viðmiðanir í sjálfbærri lífildsneytisframleiðslu, nr. 750/2013.
- [12] Samgönguáætlun 2015-2018.
- [13] Tillaga til þingsályktunar um samgönguáætlun fyrir árin 2015-2026. Lögð fyrir Alþingi á 145. löggjafarþingi 2015-2016. Þingskjal 1706 – 879. mál.
- [14] Reglugerð um fljótandi eldsneyti, nr. 560/2007.
- [15] Tillaga til þings ályktunar um aðgerðaáætlun um orkuskipti. Lögð fyrir Alþingi á 145. löggjafarþingi 2015-2016. Þingskjal 1405 – 802. mál.
- [16] Möguleikar til að draga úr nettóútstreymi gróðurhúsalofttegunda á Íslandi. Niðurstöður sérfræðinganevndar. Umhverfissráðuneytið 2009.
- [17] Gerð viðskiptaáætlana. KPMG og Nýsköpunarsjóður, 2005.
- 
- [20] Directive (EU) 2015/1513 of the European Parliament and of the council of 9 September 2015 amending Directive 98/28/EC relating to the quality of petrol and diesel fuels and amending Directive 2009/28/EC on promotion of the use of energy from renewable sources.
- [21] Biodieselnorm DIN EN 14214. Petrotech. Global Trade Company.
- 
- [30] **Jónatan Hermannsson, Þóroddur Sveinsson; 2009:** „Ræktun á repju og nepju til olíuframleiðslu og uppgræðslu“. Rit LbhÍ nr. 24. Landbúnaðarháskóli Íslands, 2009.
- [31] **Þórdís Anna Kristjánsdóttir; 2016:** „Nytjaplöntur á Íslandi 2016. Yrki, sem mælt er með fyrir landbúnað, grasflatir, garðrækt og landgræðslu“. Landbúnaðarháskóli Íslands, febrúar 2016.
- [32] **Sveinn Rúnar Ragnarsson; 2013:** „Tilraunaræktun á repjufræi í Austur-Skaftafellssýslu“. Ræktunarfélag Austur-Skaftafellinga, janúar 2013.
- [33] **Kristján Finnur Sæmundsson; 2009:** „Framleiðsla lífdísils á Íslandi“. Lokaverkefni í vél- og orkutæknifræði BSc, Háskólinn í Reykjavík, 7. desember 2009.
- [34] **Ármann Halldórsson; 2010:** „Hönnun lífdísilsverksmiðju á Hvolsvelli“. Lokaverkefni í bygginga-tækni-fræði BSc, Háskólinn í Reykjavík, 8. desember 2010.
- [35] **Eiríkur Böðvar Rúnarsson, Jón Trausti Sverrisson; 2011:** „Uppsetning lífdísilsverksmiðju á Hvolsvell“. Lokaverkefni í vél- og orkutækni-fræði BSc, Háskólinn í Reykjavík, 7. desember 2011.
- [36] **Georg Rúnar Ragnarsson; 2014:** „Samanburðarrannsókn. Eyðsla og útblástur skipagasolíu, repjuolíu og bíodísil“. Lokaverkefni við Vél- og orkutækniskólann, 8. desember 2014.
- [37] **Jón Bernódusson; 2010:** „Umhverfissvænir orkugjafir. Ræktun á repju og nepju til framleiðslu á lífrænni dísilolíu fyrir íslenska fiskiskipafлотann“. Siglingastofnun Íslands, desember 2010.
- [38] **Ólafur Ingi Sigurgeirsson, Jón Árnason, Helgi Thorarensen, Aðalheiður Ólafsdóttir; 2008:** „Plöntumjöl í stað fiskimjols í fóðri fyrir bleikju af matfiskstærð“. Lokaskýrsla til AVS-rannsóknasjóðs. Verkefni nr.: R031-08, 2008.

- [39] **Pálmi Stefánsson; 2010:** „Efnafræði orkujafa“. Greinargerð samin fyrir Siglingastofnun Íslands, 9/2010. Óbirt.
- [40] **Ármann Halldórsson, Andri Þór Arinbjörnsson, Bergmundur Elvarsson, Elfar Fannar Guðjónsson; 2009:** „Líforka – viðskiptaáætlun“. Rekstur, stjórnun og nýsköpun, AT-1003. Háskólinn í Reykjavík 2009.
- [41] **Jón Benediktsson, Krístrún Lilja Júlíusdóttir, Ragnhildur Reynisdóttir, Rudkow Andrey A, Sigríður Einarsdóttir; 2010:** „Is Rapeseed oil Production feasible in Iceland?“. Master of Business Administration, Háskólinn í Reykjavík, 2010
- [42] **Samgönguráðuneytið; 2009:** „Losun koltvísýrings (CO<sub>2</sub>) í siglingum“. Áfangaskýrsla stýrihóps um losun koltvísýrings (CO<sub>2</sub>) í siglingum. Febrúar 2009.
- [43] **Sævar Birgisson; 2011:** “Feasibility Study of Converting Rapeseed to Biodiesel for use on a Fishing Vessel”. Business Department, University of Iceland, January 2011.
- [44] **Sævar Birgisson; 2011:** „Arðsemismat á mismunandi notkunarmöguleikum repjuolíu“. Lokaskýrsla Nýsköpunarsjóðs námsmanna, 23. september 2011.
- [45] **Arnar Halldórsson, Sigursteinn Hjartarson, Halldór Torfason; 2011:** „Lífolía til vegagerðar“. Lýsi hf., Vegagerðin, Höfði hf. 10. febrúar 2011.
- 
- [60] **Christen, O., Fried, W.; 2007:** „Winterraps. Das Handburch für Profis“. Verlag GLG, 2007
- [61] **Eder, Barbara, Eder Franz; 2006:** „Pflanzenöl als Kraftstoff. Autos und Verbrennungsmotoren mit Bioenergie antreiben“. Ökobuch Faktum 2004, 2006.
- [62] **Geitmann, Sven; 2005:** „Erneuerbare Energien & alternative Kraftstoffe“. Mit neuer Energie in die Zukunft. H<sub>2</sub>YDROGeit-Verlag, 2005.
- [63] **Geitmann, Sven; 2008:** „Alternative Kraftstoffe“. Erdgas & Flüssiggas, Biodiesel & Pflanzenöl, Ethanol & Wasserstoff. H<sub>2</sub>YDROGeit-Verlag, 2008.
- [64] **Holtgreve, Winfried; 2010:** „Möglichkeiten eines mineraldüngersparenden Rapsanbaus für Island“. Greinargerð samin fyrir Siglingastofnun Íslands, 7/2010. Óbirt.

# Sjálfbær ræktun orkujurta á Íslandi til skipaeldsneytis

*Rannsóknarverkefni sem hagkvæmiskönnun til að setja af stað 500 hektara repju- og nepjuræktun á Suðurlandi til framleiðslu á fóðurmjöli fyrir bændur og lífolúu fyrir skipaflotann.*

