
Jón Bernóðusson,
Fagstjóri rannsóknar, þróunar og greiningar
Samgöngustofa

Repjuræktun á Íslandi til skipaeldsneytis



Samgöngustofa 

2018



2018

Repjuræktun á Íslandi – til skipaeldsneytis

Höfundur:

Jón Bernóðusson, verkfræðingur
Fagstjóri rannsóknar, þróunar og greiningar
Samgöngustofa

Meðhöfundar:

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

Ljósmynd á forsíðu:

Einar Magnús Magnússon (www.emm.is)

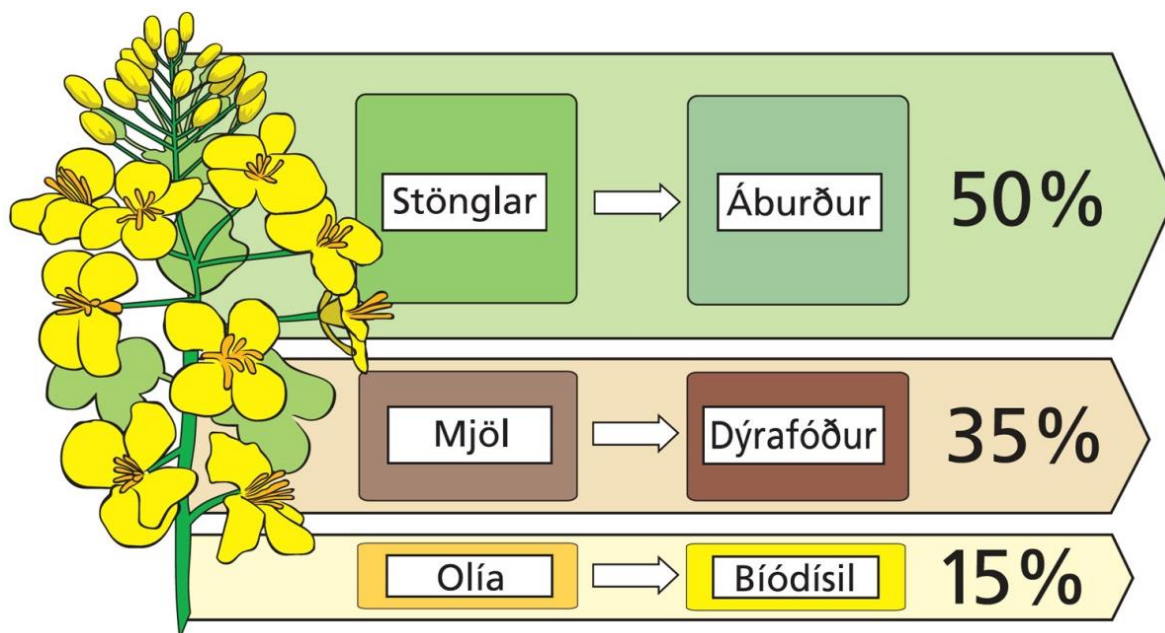
Teikningar:

Jóhann Jónsson Listó (www.listo.123.is)

Repja er orkujurt

Við ræktun á orkujurtinni repju er annar hluti lífmassans fræin og hinn hlutinn stönglar. Fræjunum má breyta með pressun í fóðurmjöl og olíu en stönglarnir eru yfirleitt nýttir í áburð. Fóðurmjölið er í heildina um 35% lífmassans og nýtist það sem dýrafóður fyrir nautgripi, svín, sauðfé og í fiskeldi. Olían úr fræjunum er um 15% af lífmassa repjunnar. 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 orkugjafi, fæða eða áburður. Allt tal um að repjuræktun til eldsneytis sé brennsla á matvælum er því rangt og villandi.

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



Stönglar (hálmur), sem nýtast sem áburður, eru 50% af lífmassa repjunnar. Fóðurmjölið, sem nýtist sem dýrafóður, er 35% af lífmassa repjunnar og olían, sem nýta má sem lífdísil, er einungis 15% af lífmassanum.

Ísland hefur þá sérstöðu að ekki þarf að taka undir ræktunina land sem almennt er í ræktun fyrir matjurtir. Nauðsynlegt er því að nýta það landsvæði sem almennt er ekki í ræktun hjá bændum til að rækta orkujurtir eins og repju.

Heildarflatarmál Íslands er 103.125 ferkílómetrar (km²). Samkvæmt upplýsingum frá Ráðgjafarmiðstöð landbúnaðarins er gott ræktunarland hér á Íslandi um 600.000 hektarar (6.000 km²) eða einungis 6% af flatarmáli landsins. Þar af eru þegar í ræktun um 120.000 hektarar og enn ónotað og tiltækt ræktunarland er því um 480.000 hektarar. Hér er því um töluvert akurland að ræða sem með sérstöku átaki mætti nota til að framleiða alla þá olíu sem íslenski skipaflotinn notar. Slík ræktun myndi á engan hátt raska framleiðslu á matvælum því þessi landsvæði eru ekki í notkun í dag.[71]

Því er nóg land til ræktunar hérlendis og alls ekki þörf á að taka ræktunar- og nytjaland undir repjuræktun. Þess vegna er repjurækt nýr möguleiki í landbúnaði á Íslandi og þá samhliða annarri ræktun. Það er nóg land fyrir alla og því þarf ekki að koma til árekstra á milli nýtingarsjónarmiða.

Ár hvert notar fiskiskipafloti Íslendinga um 160.000 tonn af innfluttri dísilolíu sem unnin er úr jarðolíu. Þetta eldsneyti er flutt inn á heimsmarkaðsverði og útgerðirnar eru algerlega háðar því að það berist hingað til lands. Orkuöryggi fiskiskipaflotans er þannig undir því komið að ekki verði truflanir á afhendingu þessa innflutta orkugjafa.

Brennsla jarðefnaeldsneytis er ein af meginorsökum þess að gróðurhúsalofttegundir berast út í andrúmsloftið. Við bruna á einu tonni af jarðdísil losna um 3,18 tonn af koltvísýringi (CO₂) þannig að heildarnotkun íslenska fiskiskipaflotans veldur losun á um hálfri milljón tonna af þessari gróðurhúsalofttegund. Það væri því í senn í þágu markmiða um samdrátt í útblæstri gróðurhúsalofttegunda og aukins orkuöryggis ef takast mætti að finna „heimaræktaðan“ valkost sem þjónaði þessum markmiðum. Rannsóknir hafa gefið til kynna að repjuræktun og framleiðsla á eldsneyti úr repjuolíu kunni að vera sjálfbær leið til að sjá fiskiskipaflotanum fyrir eldsneyti sem ekki veldur koltvísýringsútbæstri.[37]

Ræktun repju skilar um 6 tonnum af lífmassa á hvern hektara. Þar af eru um 3 tonn af fræjum og úr þeim fæst 1 tonn af repjuolíu, gróflega reiknað. Það þyrfti því um 160.000 hektara ræktarlands til að framleiða nægilega mikið af repjuolíu innanlands til að hún nægði fyrir fiskiskipaflotann eins og notkunin er nú.[74]

Við repjurækt bindast rúmlega 6 tonn af koltvísýringi í plöntunum og jarðveginum. Alls myndu því um 960.000 tonn CO₂ úr andrúmsloftinu bindast við repjurækt á 160.000 hekturum. Við bruna á einu tonni af repjuolíu losna um 2,8 tonn af CO₂ og ætla má að um 0,35 tonn falli til vegna bruna í vélum sem notaðar eru við ræktunina. Er þá miðað við að þær brenni jarðdísil. Heildarlosun á CO₂ vegna ræktunar og notkunar á einu tonni af repjueldsneyti væri þá um 3,15 tonn. En þar sem binding við ræktunina er um 6 tonn standa 2,85 tonn eftir í jarðvegi, afurðum og plöntuleyfum. Nettó samdráttur í losun á CO₂ við að nota repjueldsneyti í stað jarðolíu á vélar íslenskra fiskiskipa væri því um 460.000 tonn. Því má segja að framleiðsla og notkun repjueldsneytis í stað jarðefnaeldsneytis sé dæmi um aðferð sem skilar *tvöfaldri kolefnisjöfnun*. Það munar um minna.

Koltvíoxíðlosun íslenska fiskiskipaflotans vegna notkunar jarðefna- og repjueldsneytis		
	<i>Jarðefnaeldsneyti</i>	<i>Repjueldsneyti</i>
Jarðefna- og repjueldsneyti: 160.000 tonn	-500.000 tonn	-500.000 tonn
Binding CO ₂ við ræktun: 160.000 hektarar repju	0	960.000 tonn
Nettó binding umfram bruna:		460.000 tonn
TVÖFÖLD KOLEFNISBINDING		

Ræktun á orkujurtum og kostir bíódísils

Ef skoðaðar eru hugmyndir og aðferðir til að draga úr losun á koldíoxíð (CO_2) þá kemur hér helst til greina að nota einfaldlega minna eldsneyti (eyðslugrannar vélar eða fækka ferðum), hreinsa afgasið eða nota repjuolíu og bíódísil.

Um allnokkurt skeið hafa menn verið að leita að endurnýjanlegum orkugjöfum sem komið gætu í stað jarðefnaeldsneytis. Fyrir því eru ýmsar ástæður en sú mikilvægasta er að hratt gengur á forða jarðefnaeldsneytis sem nýtanlegur er með viðráðanlegum kostnaði. Önnur mikilvæg ástæða er að endurnýjanlegir orkugjafar menga að jafnaði minna en jarðefnaeldsneyti og sérstaklega hvað varðar útblástur á koldíoxíð (CO_2) og öðrum snefilefnum sem eru hættuleg heilsu manna.

Hér hafa menn litið til repjunnar sem ber orkurík og fiturík fræ sem á einfaldan hátt má umbreyta með pressun í fræolíu og henni síðan í bíódísil sem oft hefur verið kallaður fyrsta kynslóð lífefnadísils. Hér er um að ræða jurtaolíu úr pressuðu repjufræi (fitusýrumetýlestrar = FAME) og síðan bíódísilinn umestraðan úr repjuolíunni (repjumetýlestrar = RME). Líti menn á endurnýjanlega orku sem raunhæfa lausn hvað varðar umhverfisvæna orkuöflun framtíðarinnar er vert að skoða hvernig hún verður til úr repjujurtinni. Bíódísill, sem unninn er úr repjufræi, er endurnýjanlegur orkugjafi og binst gróðrinum aftur og er því 100% kolefnisvænn.[63]

Bíódísill er skaðlaust (ekki eitrað) eldsneyti sem brotnar niður í náttúrunni á fáeinum vikum. Ef jarðefnaolíu sleppur út í náttúruna þá er um stórt vandamál að ræða. Slíkt hefur orsakað langvarandi mengun og valdið stórtjóni og eyðileggingu á viðkvæmum svæðum sjávar og við strendur.

Eiturefni eins og brennisteinn er ekki í bíódísil. Koleinoxíð (CO) og sótt (PM) eru helmingi minni í afgasi frá bíódísil en jarðefnaolíu vegna betri brunanýtni og hærri brunahita í bíódísil. Í bíódísil fyrirfinnst ekki svartur reykur og óbrennt eldsneyti er allt að þremur fjórðu minna og brotnar síðan niður í náttúrunni á tveimur til þremur vikum. Hvað varðar nituroxíð (NO_x) er það örlítið herra í bíódísil vegna hærri brunahita. Nituroxíð er óháð eldsneyti og myndast þegar brunahiti í brunahólfi dísilvélar fer yfir 1760°C . Til eru margar aðferðir til að draga úr myndun á nituroxíði í afgasi.[66][73]

Þá má blanda bíódísil í jarðefnadísilólíu að vild og í hvaða hlutföllum sem er, eins og algengt er erlendis, samanber B5 (5% bíódísill og 95% jarðefnadísill). Einnig má blanda repjuolíunni allt að 20% (R20) í jarðefnadísil án þess að það hafi áhrif á vélarnar. Sé um aflmiklar dísilvélar að ræða (stærri en 1500 kW) þá má auka hlutfall repjuolíunnar í allt að 50% (R50) og vélar aflmeiri en 2500 kW geta þær án vandræða keyrt á repjuolíunni einni og sér (R100).

Vegna þess að repjuolíu og bíódísill innihalda 11% súrefni brenna þau betur en jarðefnadísill og það þarf minna brennslu loft. Súrefnið lækkar reyndar bruna- og orkugildið um níu prósent sem er varla merkjanlegt þegar vélar eru keyrðar. Vegna þess að fitusýruestrarnir í bíódísil hafa herra bræðslumark en kolvetnissambönd jarðdísils getur mikill kuldi verið vandamál og þarf því að hita upp bíódísilinn. Einnig ber að huga að því að ekki er heppilegt að geyma bíódísil

lengur en í 6 mánuði vegna þess að farið getur af stað niðurbrot af völdum örvera – lögurinn þránar. Í hvorugu þessara tilfella skapast vandamál ef rétt er að staðið. En til að koma í veg fyrir slíkt má blanda í lífolíuna efnum eins og própanóli sem lækka bræðslumarkið, útrýma örverunum og einnig lykt en hafa ekki áhrif á brunagildið.[65]

Byggja þarf upp repjuræktunina hérlendis á þeirri reynslu sem hin síðari ár hefur skapast við ræktun bæði hér á landi sem og erlendis. Mikilvægt er að hlúa að þessum hluta verkefnisins og koma í veg fyrir að góð framvinda ræktunarinnar fari út um þúfur heldur verði hún aukin og efld. Bændur á Íslandi 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 komið hafa að hinum ýmsu repjuverkefnum. Gerðar hafa verið ræktunartilraunir með vor- og vetrarafbrigði repjunnar til olíuframleiðslu á Íslandi frá árinu 2009.

Vetrarafbrigði repjunnar er sáð um miðjan júlí og strax hefst blað- og rótarvöxtur 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 hérlendis og þarf því tvö almanaksár fyrir 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. Repju má rækta á norðlægum slóðum og hún gefur ekki síðri olíuuppskeru en olíujurtir sem ræktaðar eru í hlýrra loftslagi.[30]

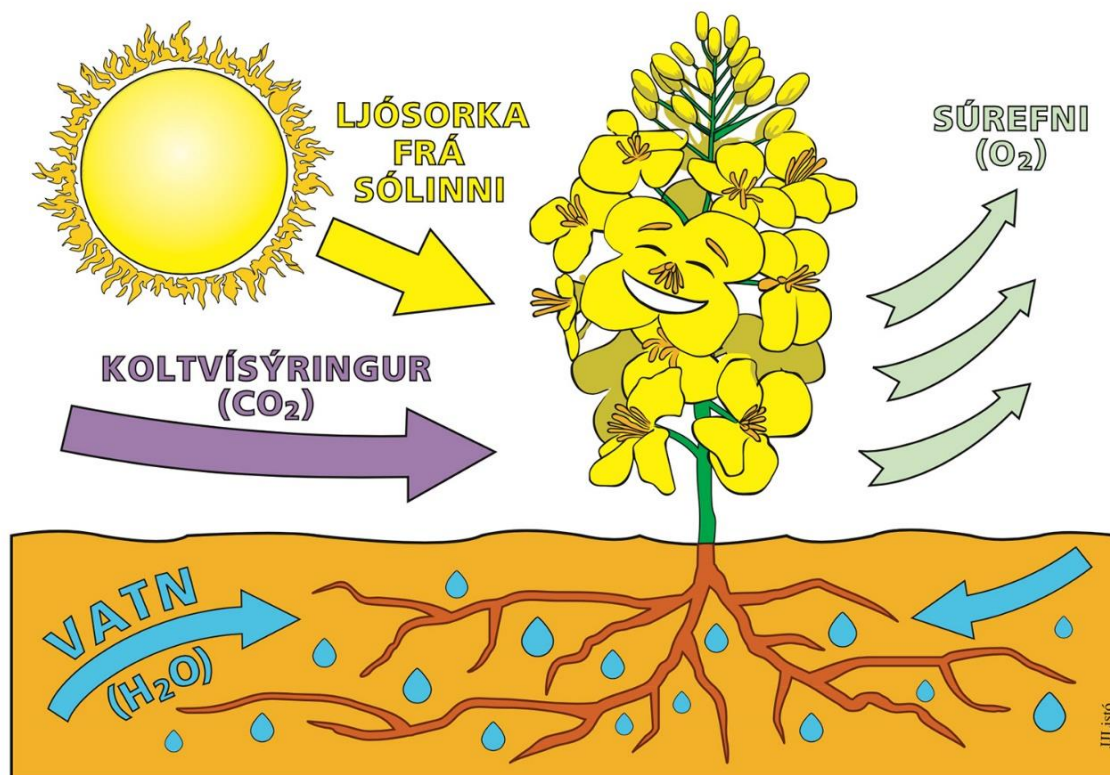
Ræktun repju í stórum stíl krefst mikils landrýmis. Repjuræktin má ekki vera í samkeppni við matvælaframleiðslu um landrými því að sjálfsögðu á matvælaframleiðslan að hafa algeran forgang. En ræktun á repju hentar vel þar sem annars engin ræktun á sér stað, til dæmis á landi í skiptiræktun sem og í tilraunareitum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

Vegna þess að ræktun á vetrarafbrigðum repju hér á landi tekur yfir lengra tímabil en ár verður að stunda skiptirækt með repjuna sem og að huga að annars konar ræktun á repjuökrunum. Hvað varðar vorafbrigðin þá hafa bændur reynt með góðum árangri að setja repjuna í sama akurinn í þrjú ár í röð, skipta síðan yfir í túnræktun og svo yfir í bygg og svo aftur yfir í vorrepjuna. Hvað varðar vetrarafbrigðin þarf akurinn hvíld eftir árið 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.

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 blómsprotamyndun 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]



Uppgræðsla

Repjan getur gegnt hlutverki við uppgræðslu 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. Þannig mætti nýta sendinn jarðveg í framtíðinni sem ræktunarland fyrir bæði vetrar- og vorafbrigðin. Aðferðafræðin felst í því að rækta þar fyrst lúpínu um tíma til að byggja upp næringu í jarðveginum.

Hvað varðar gróðurafgang þá er bláa lúpínan (Alaskalúpínan) vel til uppgræðslu fallin. Einnig bindur lúpínan um 4,7 tonn af koldíoxíð (CO_2) á hvern hektara og hvert ár.

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 lúpínunnar nái ekki að þroskast svo þau spíri ekki á móti repjunni. Einnig verður að bæta í jarðveginn húsdýraáburði.



Sendinn jarðvegur er tekinn undir lúpínu sem síðan undirbýr jarðveginn fyrir repjuræktun

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 húsdýraáburði 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 hérlendis, sem hefur einna helst verið mælt með, er tiltölulega steinefnaríkur áburður eins og tíðkast hefur í ræktun á repju til grænfóðurs. Fyrir vetrarafbrigðin eru notað 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 uppbot á þau næringarefni sem kynni að vanta í jarðveginum.

Einn algengasti og nytsamasti húsdýraáburðurinn í repjuræktina er mykjulögur frá svínunum. Sem dæmi um notkun húsdýraáburðar úr mykjulegi frá svínunum 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 sendinn 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 íslenskum söndunum. Setja þarf 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.

Afurðir repjuræktunarinnar

Vegna þess hve fræ repjunnar eru olíurík hefur ræktun þeirra aukist mikið á heimsvísu hin síðari ár. 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) og glýseról.[60]

Efnainnihald fóðurmjölsins er að meðaltali 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 hratið. 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.

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 aminosýra 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.

Næringarefni	Repjumjöl	Sojamjöl	Fiskimjöl
Prótein	28 - 33%	45 - 47%	62 - 64%

Auknar kröfur um hámarksnyt og áralangar kynbætur valda því að gróffóður dugar sjaldnast til að uppfylla þarfir nautgripa að fullu til viðhalds, mjólkur- og fósturmyndunar. Hér kemur repjumjölið að góðu gagni. Meltingarfæri jörturdýra eru í raun gerð til að melta grös og áþekkan gróður sem inniheldur gjarnan á bilinu. 3 til 5% olíu eða fitu. Best er að pressa sem allra mest af olíunni úr repjufræjum áður en jörturdýr eru fóðruð á hratinu. Það repjumjöl sem notað er í kjarnfóðurgerð á Íslandi inniheldur gjarnan 2,5 til 4% fitu eða olíu.

Flestar plöntumjölstegundir hafa helmingi lægra próteininnihald en fiskimjöl og að auki inniheldur plöntuhráefni ýmiskonar andnæringarefni sem hafa neikvæð áhrif á meltanleika fódurs 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 dýraprótein í fæðu sinni.[38][39]

Próteinríkt 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 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 byggið er blandað um 15% af fiskimjöli. Ef hér væri hægt að skipta út fiskimjölinu fyrir repjufóðurmjöl myndi það vera mikill kostur fyrir þá sem rækta repju og vinna úr henni olíu og mjöl. Ætla mætti að repjufóðurmjölið yrði um 20% af íblöndun í byggið 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.

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 héraðslendis í dag eftir slíkri vöru.

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 til 5 tonn á hektara. Þennan lífmassa má nýta á ýmsa vegu svo sem með því að plægja hann niður í jarðveginn og endurheimta þannig hluta næringarefna hans.

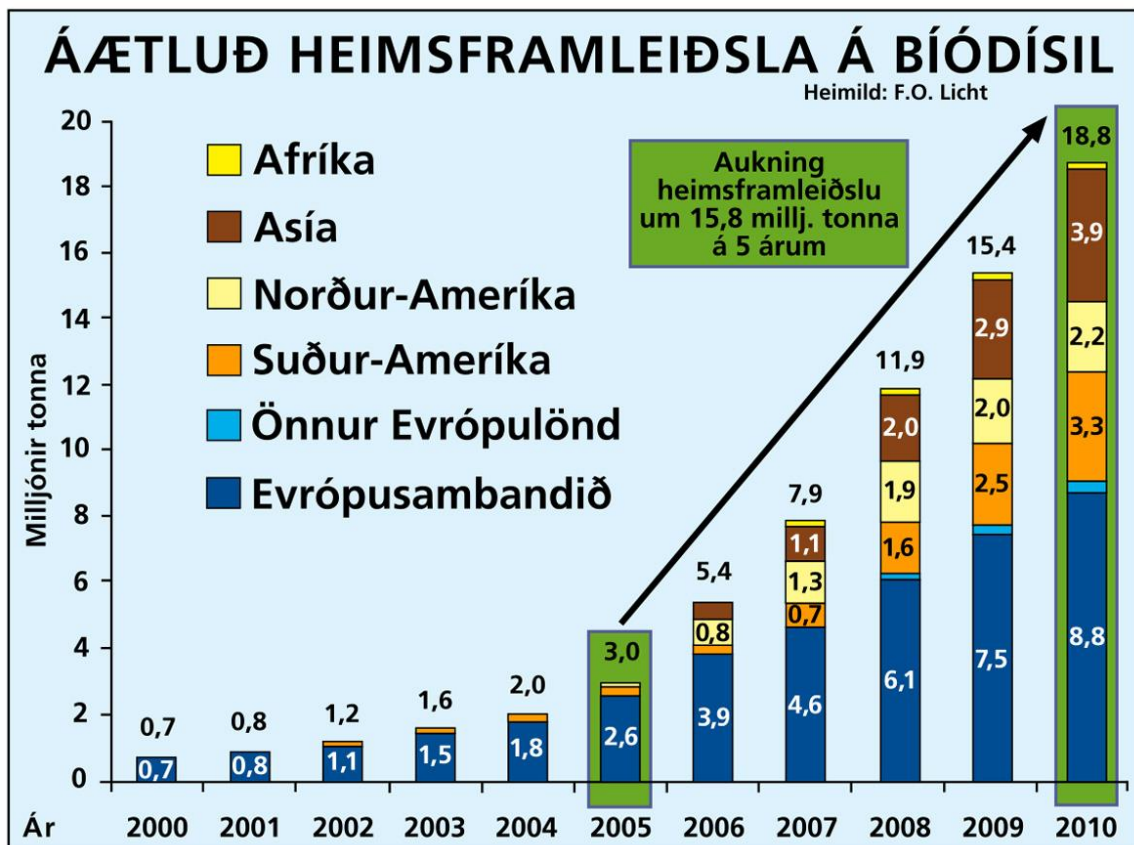
Einn möguleiki er að safna hálminum saman á akrinum og flytja hann burtu til frekari nýtingar. Dæmi um nýtingu hálmsins er að köggla hann og nota sem undirburð í hesthúsum. Annar væri að umbreyta honum yfir í metanól með gösun en hinn möguleikinn er að brenna lífmassann beint og nýta hann þannig sem 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 dísilólíu.[33]

Bíódísill (RME-lífdísill) úr repjuolíu er lífræn dísilólía og endurnýjanlegur orkugjafi og telst einn umhverfishlutlausasti orkugjafinn sem getur komið í stað jarðdísilólíu á bíla, skip og flugvélar. Einn repjuhektari fullnægir vel meðalþörf fólksbíls á einu ári, þ.e. rúmlega 1000 lítrar af 100% RME (B100). Bíódísill er óeitraður og flokkast ekki undir hættulegan farm við flutning því blossamarkið er tiltölulega hátt. Bíódísil er umstrað með blöndu af metanóli og sóða sem skilur glýserólíð frá olíunni. Síðan eru umfram-metanólíð og sódinn hreinsuð úr olíunni með eimingu og vöskun. Bíódísill skal vera tær og hafa eðlismassann 883 kg/m³. Það er metanólíð sem er tærandi og því óæskilegt í bíódísil og er það því hreinsað úr.[21]

Bíódísil má nota í olíubrennurum og á allar dísilvélar farartækja og varla þarf að breyta vélunum ef skipta skal yfir á bíódísil. Bíódísill virkar eins og dísilolía nema hvað hann er óeitraður, veldur lágmarks mengun og 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 hreinum bíódísil. Þar sem útfellingarhitastigið er nálægt frostmarki (háð hráolíu eða hráfeiti) þarf að gera viðeigandi ráðstafanir þegar hitastig fer niður fyrir frostmark. Því er blöndun með jarðdísilolíu eða sérstökum efnum (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 nema í hann sé blandað nauðsynlegum andoxunarefnum.[61]

Notkun og framleiðsla á bíódísil á heimsvísu hefur aukist mjög mikið hin síðari ár. Frá árinu 2005 er aukningin úr 3 milljónum tonna í rúmar 18 milljónir tonna árið 2010. Þessa miklu aukningu má að hluta til skýra með aukinni framleiðslu Asíuríkja þar sem hún var lítil fyrir. Í heiminum í dag eru framleidd milli 25 og 30 milljón tonn af bíódísil árlega.[72]



Glýseról ($C_3H_8O_3$) 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 umestrunar. Glýserólið sest á botn tanksins sem seigur vökvi vegna þess að það er þyngra en olían og er síðan tappað undan. Glýseról er óeitrað 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. Einnig mætti blanda því í mold og nýta sem gróðurmold (moltu).[39]

Hreinsað glýseról afar verðmætt og er notað til iðnaðar- og matvælaframleiðslu meðal annars sem raka- og sætuefni í matvæli, sem og mýkingar- og rakakrem í snyrti- og húðvörum. Það er einnig notað í lyfjaframleiðslu, í heilsuvörur, við pappírsframleiðslu, 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 nítróglýserín. 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 eitthvað í verði.[33][35]

Svo má geta þess að býflugur sækja í gulu blóm repjunnar 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.

Umhverfisleg og hagræn sjálfbærni

Í samgönguáætlun íslenskra stjórnvalda 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.[13]

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 takt við nýtinguna. 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 máta. Með ofangreint í huga fellur repjuræktun sem orkuöflun sérstaklega vel að hugtakinu umhverfisleg sjálfbærni sem innlend og endurnýjanleg orka því ræktunina má endurtaka án þess að ganga á auðlindaforða náttúrunnar. Að auki sparar íslensk framleiðsla á bíódísil og repjuolíu innflutningi á þessum afurðum. Vinnsla þeirra hérlendis skapar atvinnu og eykur þar með þjóðartekjur sem og orkuöryggi þjóðarinnar.[41]

Repjuræktun felur einnig í sér tvöfalda kolefnisjöfnun með tilliti til útblásturs á koltvísýringi (CO₂). 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 almennri 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 koldíoxíð (CO₂), 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 (SO₂) sem varla er mælanlegt þegar bíódísill er brenndur.[62]

Í sérfræðingaskýrslu um möguleika á að draga úr nettóútstreymi gróðurhúsalofttegunda á Íslandi og tillögum stjórnvalda um aðgerðaráætlun um orkuskipti í skipum er lögð sérstök áhersla á að auka notkun lífoldsneytis á fiskiskipafлотann 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 innlends endurnýjanlegs eldsneytis sem stuðli að gjaldeyrissparnaði, fjölgun starfa og auknu orkuöryggi.[15][16][42]

Tilskipun Evrópuþingsins og ráðsins 2015/1513/ESB fjallar um óbeina landnotkun þar sem m.a. er sett 7% hámark á leyfilegt magn af lífoldsneyti af fyrstu kynslóð og finna má í markmiði tilskipunar 2009/28/ESB fyrir samgöngur. Tilgangur tilskipunarinnar er draga úr þeim áhrifum sem framleiðsla lífoldsneytis af fyrstu kynslóð hefur á aðra landnotkun, til að mynda vegna matvælaframleiðslu. Tilskipun þessi 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 (CO₂). Þetta á sjaldnast við um óræktað land á Íslandi enda það land ekki í notkun og gróður 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 lífoldsneytishráefni sem framleitt er í tilteknu verkefni raski ekki framleiðslu í öðrum tilgangi. Þetta getur til dæmis verið raunin þegar framleiðsla á lífoldsneyti 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 lífoldsneyti 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 lífoldsneytishráefni sem framleitt er í tilteknu verkefni raski ekki framleiðslu í öðrum tilgangi en þeim að framleiða slíkt lífoldsneytishráefni og að slíkt lífoldsneytishráefni hafi verið framleitt í samræmi við viðmiðanirnar Evrópusambandsins um sjálfbærni fyrir lífoldsneyti. Aðeins er hægt að taka til greina það magn af hráefni sem svarar til þeirrar minnkunar á raunverulegri röskun sem fæst með kerfinu.[20][47]

Olían og skipavélar

Bíódísill sem framleiddur er úr repjufræjum hefur svo til sömu eiginleika og venjulegur jarðdísill sem almennt er notaður 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 í því magni sem hagstætt er talið að framleiða til að fullnægja innanlandseftirspurn.[37][61]

Orkuinnihald eldsneytisgjafa

Samanburður á orkuinnihaldi nokkurra eldsneytisgjafa

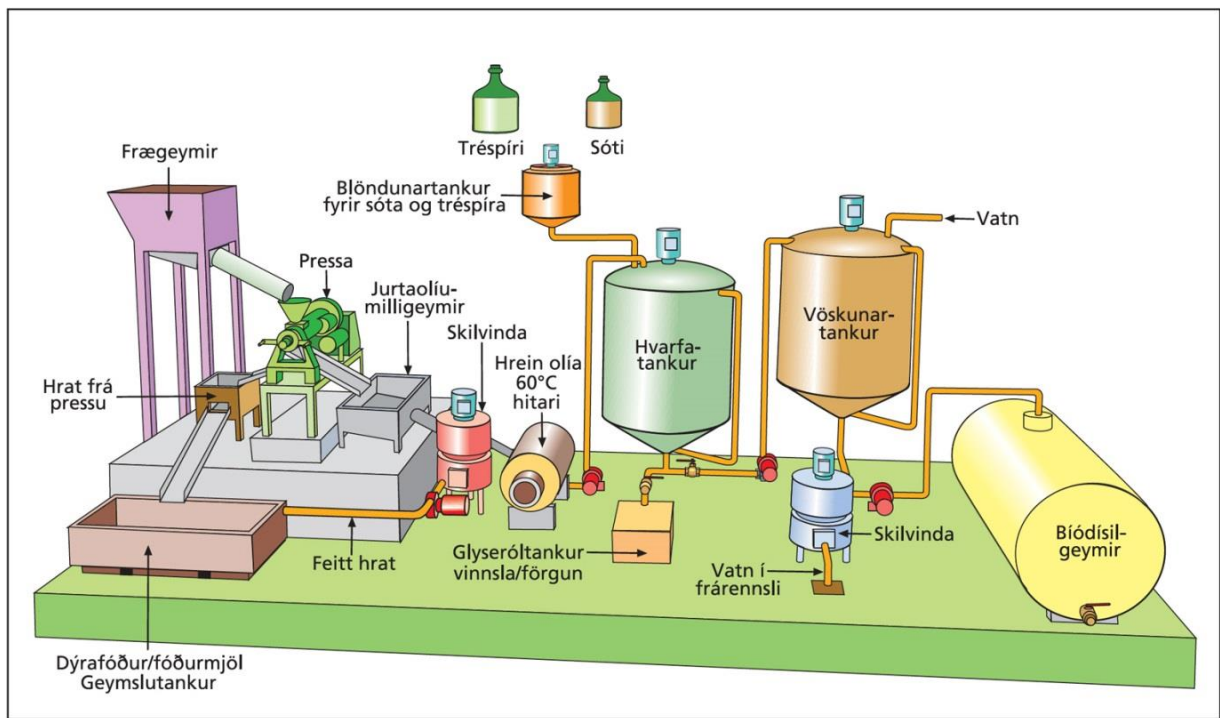
	=> eldsneyti		=> orkuberi	
Orkugjafi	MJ/lítri	Orkuviðmið	CO ₂ -útblástur	Heilsuáhrif
Jarðefnadsíll	38,6	100%	3,160 kg	eitrað
Repjuolía	37,1	96%	2,797 kg	skaðlaust
BioLiq	36,3	94%	3,140 kg	eitrað
Bíódísill (repja)	35,1	91%	2,797 kg	skaðlaust
Bensín	34,8	90%	3,160 kg	eitrað
Bútanól	31,8	82%	2,378 kg	eitrað
Etanól	23,5	61%	1,913 kg	eitrað ??
Metanól	17,9	46%	1,375 kg	baneitrað
Metangas	25,3	66%	2,750 kg	skaðlaust
DME	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. Orkuberar 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 repjuolía, metanól og vítissóði (NaOH). Sódinn er settur í metanólið í sérstökum blöndunartanki og 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 til 60°C og er vökvanum í blöndunartankinum nú dælt yfir í hvarfatankinn með repjuólíunni þar sem hrært er í henni til að blanda vökvunum saman og þá hefst umestrunarhræfið. 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 fersku vatni (30% af magni olíunnar) yfir olíuna. Vöskunarferlið getur tekið um átta klukkustundir og er það lokastig framleiðslunnar á bíódísilinum. Þegar búið er að fjarlægja skolvatnið af botni tanksins er bíódísillinn tilbúinn til notkunar og setja má hann á eldsneytisgeyma og á allar skipavélar sem annars 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.

Skolvatnið má síðan „huttleysa“ 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]



Einföld bíodísilverksmiðja þar sem allir nauðsynlegir íhlutir eru sýndir

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 bíodísil.[10][11]

Bíodísill sem eldsneyti fyrir skipavélar

Hin síðari ár hefur íslenski fiskiskipaflotinn notað að meðaltali um 160 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 160 til 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 má 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 hafa í huga 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 fyrirhugað, 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 lífildsneyti og fylgjast með reynslu af notkun lífdísils í skipum erlendis.

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.[61]

Ef repjuolíu 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 hálfri ári. Í bátum og skipum þarf sérstaklega að huga að 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 íblöndunarefnum í hann. Með því að blanda 20% af jarðdísil í bíódísilinn (B80) má einnig komast hjá kuldavandamálum á veturna.[36][37][39]

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 hæstu og lægstu leyfileg gildi fyrir til dæmis orkubéttleika, blossomark og innihald efna í afgasi. Við framleiðslu á bíódísil eru meðal annars notuð eitruð og hættuleg efni eins og til dæmis metanól sem notað er til að framleiða bíódísil. Í hvatann er notaður vítissóði (NaOH) sem er einnig eitruður. Ef þessi efni eru ekki vel hreinsuð eða vöskuð úr bíódíslinum þá getur hann skaðað vélarnar sem nota hann sem eldsneyti. Því er mikilvægt að staðlinum sé fylgt í hvívetna 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]

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 afgasi 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. 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]

Evrópusambandið hefur sett 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.

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.

Bæði í samgönguáætlun og þingsályktunartillögum hérlendis eru markmiðin að skýrast og í náninni 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 neþju.

Hinar alþjóðlegu og 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 þáttur í orkuskiptum í skipum.

Kostur bíódísils sem skipaeldsneytis

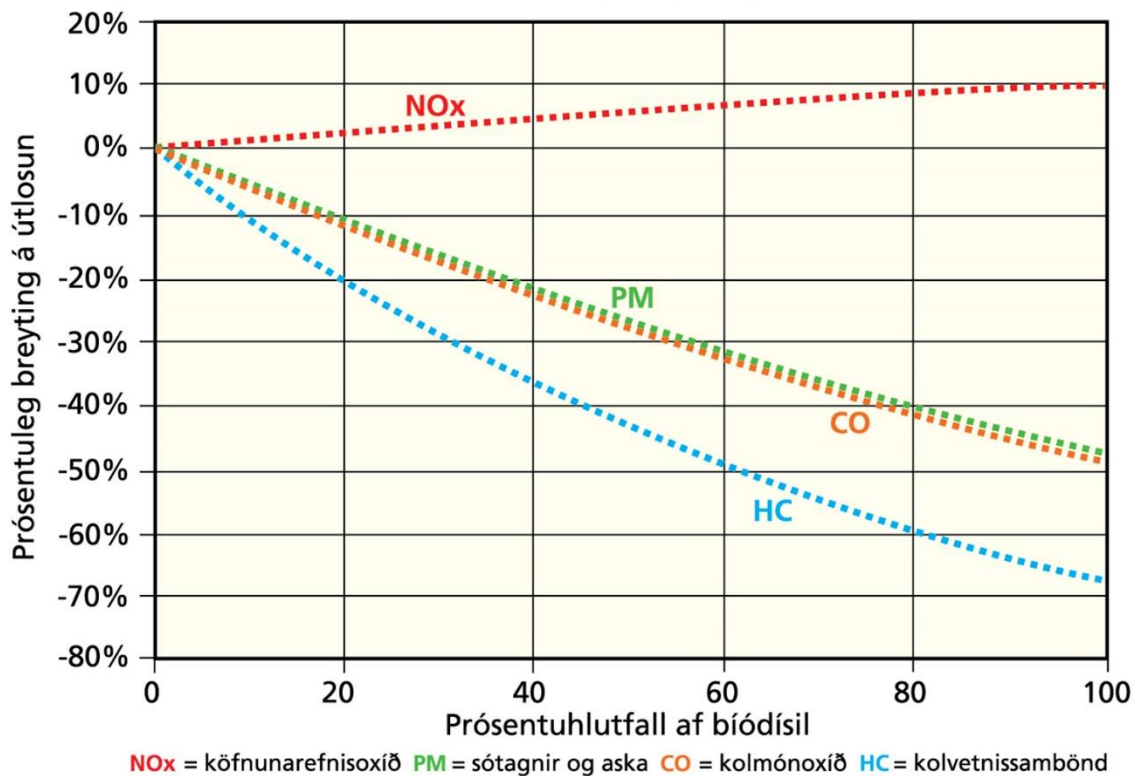
Helsti kostur bíódísils sem eldsneytis í skipum er fyrst og fremst sá að hann er innlendur orkugjafi, framleiddur úr íslenskri repjuolíu, hefur sama orkumagn og jarðdísill, svo til engar breytingar þarf að gera á núverandi vélbúnaði skipa og bíódísillinn getur strax komið inn sem orkugjafi fyrir íslensk skip. Að auki eru allir innviðir til að tryggja framboð á bíódísil fyrir hendi því eldsneytið passar vel inn í dreifikerfi olúfélaganna.

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 [36][39]			
Mengandi efni í afgasi	Bíódísill	Jarðdísill	Bensín
Gróðurhúsalofttegundir (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O) ^{*)}	1,00	3,35	4,50
Sótagnir (PM)	1,00	2,25	0,65
Köfnunarefnisoxíð (NO _x)	1,00	0,95	0,45
Rokgjörn lífræn efnasambönd	1,00	2,20	6,00
Koleinoxíð (CO)	1,00	1,80	9,35

^{*)} CO₂ er koltvíoxíð (77%), CH₄ er metan (15%) og H₂O er hláturgas (7%).

ÍBLÖNDUN Á BÍÓDÍSIL Í JARÐDÍSIL

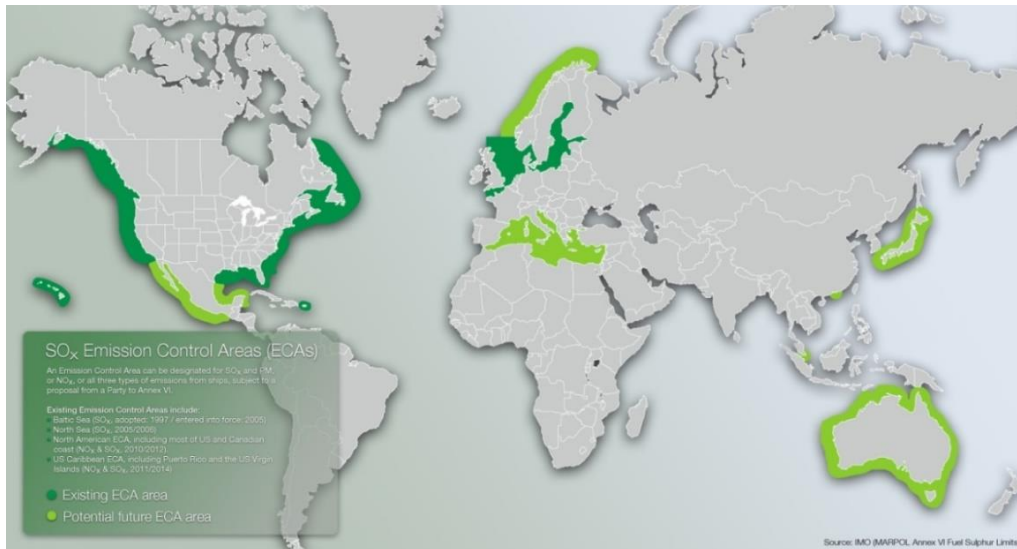


Engin brennisteinsefni eins og brennisteinsdíoxíð (SO_x) eða brennisteinsvetni (H₂S) er að finna í bíódísil. Brennisteinsdíoxíð hefur neikvæð áhrif á heilsu manna og hár styrkur brennisteinsdíoxíðs getur hindrað öndun, ert augu, nef og háls, valdið köfnun, hósta, öndunarsjúkdómum og óþægindum í brjósti. 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 tilgreind séu 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_x). Þessi svæði eru nú Eystrasaltið og

Norðursjórin samt 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 eru takmörk á brennisteinsefnum í eldsneyti 3,5% til ársins 2020 og þaðan í frá 0,5%. Bíódísill inniheldur ekki þessi brennisteinsefni og því er notkun hans afar jákvæð að þessu leyti.[16]

Ísland fullgilti viðauka VI í MARPOL 22. nóvember 2017. Viðaukinn mun öðlast gildi hér á landi 22. febrúar 2018.



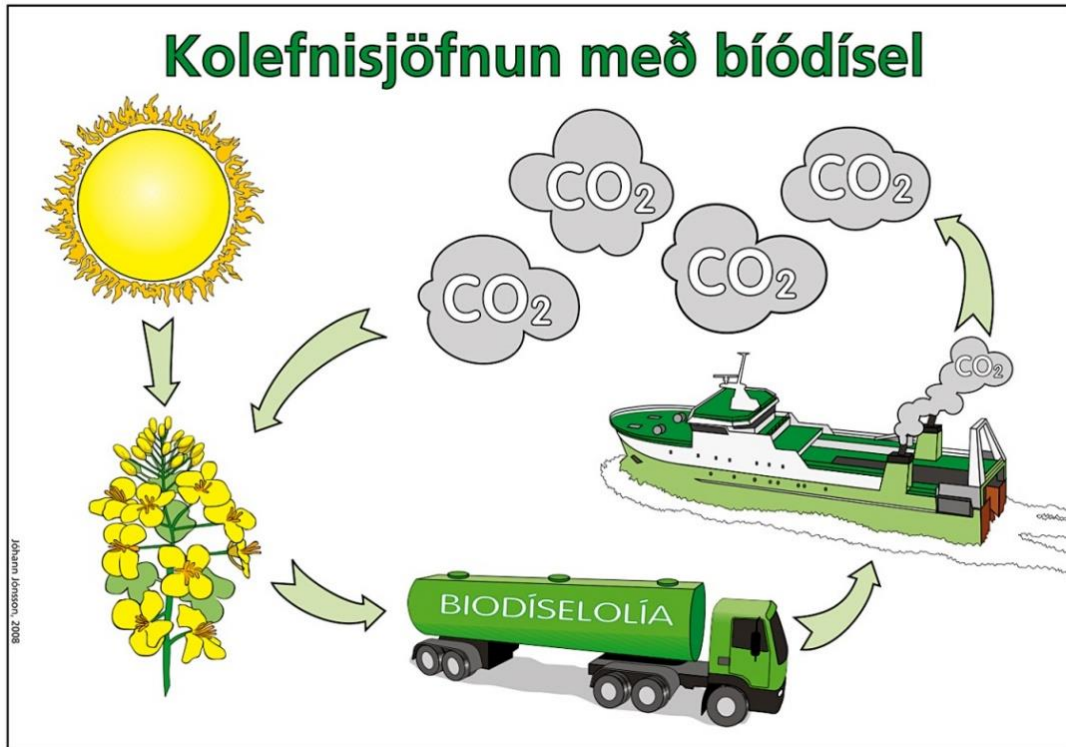
Myndin sýnir gildandi ECA svæði í dökkgrænum lit og í ljósgrænu svæði þar sem unnið er að fullgildingu (IMO 2014). Á myndina vantar Nýja Sjáland sem einnig undirbýr fullgildingu.

Það tekur jarðdísil mörg á að brotna niður í náttúrunni en bíódísillinn brotnar niður í náttúrunni á aðeins þremur vikum. Því er nauðsynlegt 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 fyrir íslenskt samfélag og umheiminn.

Umhverfislegur og hagrænn ávinningur

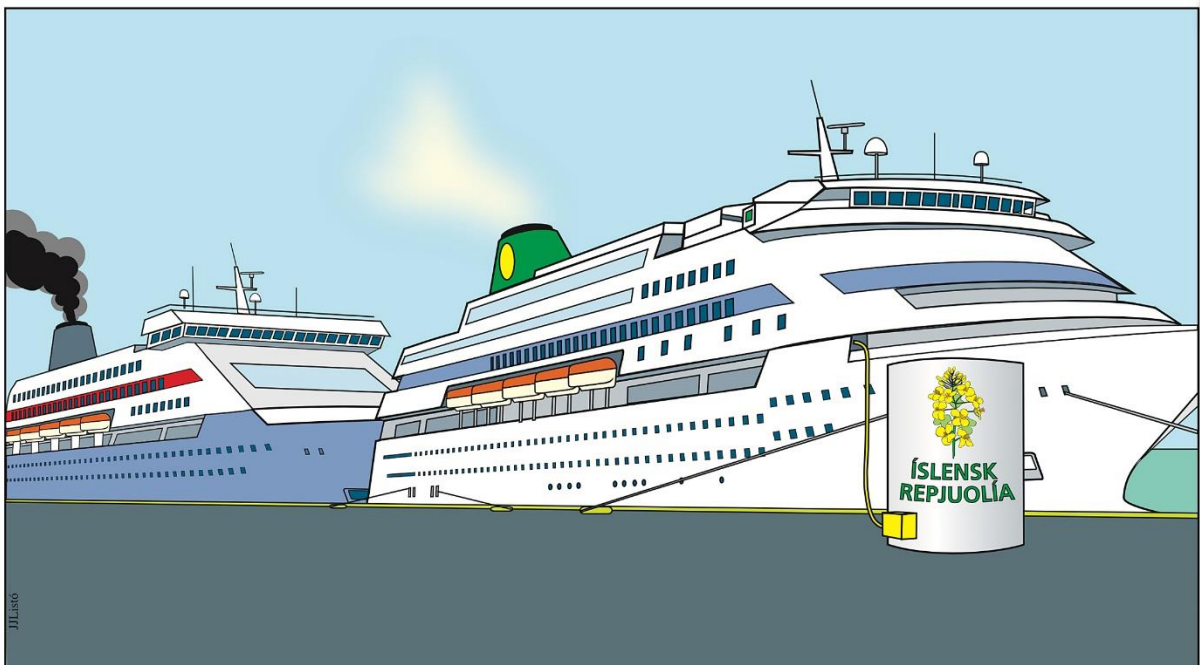
Undirbúa þarf sem fyrst og með kostgæfni notkun bíódísils á aðalvélar íslenskra skipa með hagkvæmni og umhverfislegan ávinning að leiðarljósi. Byrja mætti í minni skipum og síðan auka sviðið jafnt og þétt. Einnig mætti byrja á lágu íblöndunarhlutfalli bíódísils í jarðdísil eins og til dæmis 5% (B5) og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

Sú staðreynd að rækta má orkujurtir eins og repju 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 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, eins og áður er getið, til sín tvöfalt meiri koltvísýring en við útlosun við brennslu bíódísilsins sem framleiddur er úr repjunni.



Við vöxt tekur repjan í sig tvöfalt meira magn af CO₂ en þegar bíódísilolíunni er brennt.

Bíódísil 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 í íslenskum skipum í dag án nokkurra vandræða.



Þegar erlend og stór farþegaskip leggjast við bryggju hér á landi þurfa þau að keyra aflmiklar ljósavélar til að framleiða rafmagn á meðan viðvera þeirra stendur yfir. Þessar ljósavélar eru keyrðar á jarðdísilolíu en við brennsluna á eldsneytinu verður töluverð mengun eins og til dæmis með útblæstri á koltvíoxíð og sótögnum.

Ekki er óeðlilegt að íslensk hafnaryfirvöld vilji leita leiða til að stoppa þessa mengun og hafa helst heyrst raddir sem leggja til landtengingu rafmagns þannig að ljósavélarnar þurfi ekki að keyra þegar farþegaskipin eru í höfn.

Nú eru ekki allir á eitt sáttir hvort aðgengi að rafmagni fyrir þessi skip sé mögulegt og jafnvel að innviðir séu ekki fyrir hendi eins og er og uppbygging þeirra séu til langtíma og einnig afar kostnaðarsamir.

Þá er spurningin hvort ekki megi skylda þessi farþegaskip að keyra í íslenskri eða erlendri repjuolíu eða repjudísil meðan viðvera þeirra er í íslenskum höfnum. Repjuolían hefur svo til sömu orkugetu og jarðdísill og hefur ekki skaðleg áhrif á ljósavélar farþegaskipanna. Ef íslensk framleiðsla á repjuolíu dugar ekki þá má flytja hana að hluta til inn eða að skipin sjálf bjóði upp á þennan valkost.

Markmiðum um minnkandi og ásættanlega mengun erlendra farþegaskipa í íslenskum höfnum myndu nást á þennan hátt og íslenskir bændur gætu aukið tekjur sínar á repjuræktun.



Fyrsta íslenska repjuolían sett sem eldsneyti um borð í fiskiskíp á Hornafirði 23. maí 2017

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

Framtíðarsýn endurnýjanlegra orkugjafa fyrir skipaflotann

Talið er að árlega sé tekið milljón sinnum meira af hráolíu úr jörðu en til verður í jarðskorpunni á sama tíma 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 knappur 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 hingað til. 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 skynsamleg og meðvituð 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 jarðefnaeldsneytis 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.[41]

Bíódísill úr repjuolíu er því vel að því kominn að vera meðal þeirra úrræða sem koma í stað jarðefnaeldsneytisins. Sökum þess að bíódísillinn fellur vel að þeirri tækni sem nú er beitt við orkunýtingu í dísilvélum 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 aukaafurðir ræktunar og vinnslu á repjuolíu gefa af sér verðmætt dýrafóður og áburð.

Samantekt og niðurstöður repjuræktunarinnar

Innlend framleiðsla á bíódísil dregur úr þörfinni fyrir innflutning á jarðefnaolíu og komið er í veg fyrir CO₂ losunina sem fylgir notkun jarðefnaolíunnar auk þess sem bruni lífdísilólíunnar er hreinni með tilliti til margra annarra mengunarþátta. Hér er kolefnissporið mjög jákvætt.

Lífdísilframleiðsla þar sem akkrar eru teknir úr matvælaframleiðslu getur leitt til þess að annars staðar í heiminum verði skógar felldir (sem safna upp CO₂) og þannig reynst afar óheppilegt fyrir heildarlosun CO₂ 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 jaðarsvæði. Myndi því ræktunin auka kolefnisbindingu hér á landi. 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. Bíódísilolía úr repju er innlent og endurnýjanlegt eldsneyti sem stuðlar að gjaldeyrissparnaði, fjölgun starfa og auknu orkuöryggi.

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 hérlandis skapar atvinnu og eykur þar með samfélagslega sjálfbærni og þjóðartekjur. Það er allra hagur. Gerðar hafa verið nákvæmar kostnaðargreiningar sem taka á ferlinu frá ræktun til fullframleidds lífdísils með sérstakri viðskiptaáætlun. Viðskiptaáætlunin staðfestir að framleiðsla á repju getur verið arðvæn og staðið vel undir sér.[46]

Möguleikarnir eru ótvíræðir því lausnin er fyrir hendi.

Eftir hverju er verið að bíða?

Heimildir

- [10] Lög um endurnýjanlegt eldsneyti í samgöngum á Íslandi, nr. 40/2013.
- [11] Reglugerð um viðmiðanir í sjálfbærri lífelsesneysisframléiðslu, 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 olíuframléiðslu 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:** „Framléiðsla lífdísils á Íslandi“. Lokaverkefni í vél- og orkutækniþræði BSc, Háskólinn í Reykjavík, 7. desember 2009.
- [34] **Ármann Halldórsson; 2010:** „Hönnun lífdísilsverksmiðju á Hvolsvelli“. Lokaverkefni í byggingatækniþræði BSc, Háskólinn í Reykjavík, 8. desember 2010.
- [35] **Eiríkur Böðvar Rúnarsson, Jón Trausti Sverrisson; 2011:** „Uppsetning lífdísilsverksmiðju á Hvolsvelli“. Lokaverkefni í vél- og orkutækniþræði BSc, Háskólinn í Reykjavík, 7. desember 2011.
- [36] **Georg Rúnar Ragnarsson; 2014:** „Samanburðarrannsókn. Eyðsla og útblástur skipagasolíu, repjuolíu og bíódísil“. Lokaverkefni við Véltekniskólann, 8. desember 2014.
- [37] **Jón Bernódusson; 2010:** „Umhverfissvænir orkugjafar. Ræktun á repju og nepju til framléiðslu á lífrænni dísilolíu fyrir íslenska fiskiskipaflofan“. Siglingastofnun Íslands, desember 2010.
- [38] **Ólafur Ingi Sigurgeirsson, Jón Árnason, Helgi Thorarensen, Aðalheiður Ólafsdóttir; 2008:** „Plöntumjöl í stað fiskimjöls í fódri fyrir bleikju af matfiskstærð“. Lokaskýrsla til AVS-rannsóknasjóðs. Verkefni nr.: R031-08, 2008.
- [39] **Pálmi Stefánsson; 2010:** „Efnaþræði orkugjafa“. 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, Kristrún 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 (CO₂) í siglingum“. Áfangaskýrsla stýrihóps um losun koltvísýrings (CO₂) 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.
- [46] **Vífill Karlsson, Ólöf Guðmundsdóttir, Ólafur Sveinsson, Jón Bernóðusson; 2017:** „5000 tonna lífdísilverksmiðja á Íslandi. Viðskiptaáætlun“, Samtök sveitarfélaga á Vesturlandi, mars 2017.
- [47] **Jón Bernóðusson; 2016:** „Sjálfbær ræktun orkujurta á Íslandi til skipaeldsneytis“. Samgöngustofa, 2016
- [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. H₂YDROGeit-Verlag, 2005.
- [63] **Geitmann, Sven; 2008:** „Alternative Kraftstoffe“. Erdgas & Flüssiggas, Biodiesel & Pflanzenöl, Ethanol & Wasserstoff. H₂YDROGeit-Verlag, 2008.
- [64] **Holtgreve, Winfried; 2010:** „Möglichkeiten eines mineraldüngersparenden Rapsanbaus für Island“. Greinargerð samín fyrir Siglingastofnun Íslands, 7/2010. Óbirt.
- [65] **Schümann, Ulrike, Harndorf, Horst; 2009:** „Kraftstoffe“. Skript zur Vorlesung. Grundlagen der Verbrennungsmotoren, Universität Rostock, 2009.
- [66] **Blank, Robert, Harndorf, Horst; 2009:** „Abgasnachbehandlung“. Skript zur Vorlesung. Kraft- und Arbeitsmaschinen, Universität Rostock, 2009.
- [70] www.auto-umwelt.at
- [71] <https://www.rml.is/static/files/Jardraekt/RaektunarlandIB.pdf>
- [72] <https://www.iea.org/media/omrreports/tables/2016-08-11.pdf>
- [73] <https://www2.mst.dk/udgiv/publications/2011/08/978-87-92779-30-4.pdf>
- [74] <http://www.folkecenter.dk/dk/rd/transport/Braendstoffer-og-forsyning/planteoile-til-transport/raps/balance/>