

Nýsköpun & neytendur
Innovation & Consumers

Vinnsla, virðisaukning & eldi
Value Chain, Processing
& Aquaculture

Mælingar & miðlun
Analysis & Consulting

Líftækni & lífefni
Biotechnology & Biomolecules

Öryggi, umhverfi & erfðir
Food Safety, Environment
& Genetics



Nýting hráefna úr jurta- og dýraríkinu í fiskafóður

Ásbjörn Jónsson
Jón Árnason
Ragnheiður Þórarinsdóttir
Sjöfn Sigurgísladóttir

Vinnsla, virðisaukning og eldi

Skýrsla Matís 23-11
Júlí 2011

ISSN 1670-7192

Nýting hráefna úr jurta- og dýraríkinu í fiskafóður

Júlí 2011

Ásbjörn Jónsson¹

Jón Árnason¹

Ragnheiður Þórarinsdóttir²

Sjöfn Sigurgísladóttir²

¹Matís ohf

²Íslensk Matorka ehf



Report summary

<i>Titill / Title</i>	Nýting hráefna úr jurta- og dýraríkinu í fiskafóður		
<i>Höfundar / Authors</i>	Ásbjörn Jónsson ¹ , Jón Árnason ¹ , Ragnheiður Þórarinsdóttir ² og Sjöfn Sigurgísladóttir ² ¹ Matís ohf, ² Íslensk Matorka ehf		
<i>Skýrsla / Report no.</i>	23-11	<i>Útgáfudagur / Date:</i>	10.07.2011
<i>Verknr. / project no.</i>	2001		
<i>Styrktaraðilar / funding:</i>	Starfsmenntasjóður félags- og tryggingamálaráðuneytisins		
<i>Ágríp á íslensku:</i>	<p>Fóðurstofnaður í fiskeldi er almennt um 50-70% af rekstrarkostnaði og er mikill hluti af hráefni í fóður innfluttur.</p> <p>Tilgangur þessarar skýrslu er að taka saman upplýsingar um möguleika á að nýta í fiskeldisfóður innlent hráefni sem fellur til í landbúnaði og sjávarútvegi. Horft er til þess að hráefnin nýtist almennt til fiskeldis og er samantektin ekki bundin við einstakar tegundir.</p> <p>Mögulegt er að nota aukaafurðir frá sjávarútvegi sem fóður í fiskeldi en hliðarafurðir úr jurtaríkinu þarf helst að meðhöndla til að lækka/eyða háu hlutfalli trefja og hækka próteininnihald. Hugsanlega má nota hliðarafurðir úr jurtaríkinu sem æti fyrir hryggleysingja, bakteríur og sveppi og framleiða þannig próteinríka afurð sem hentar í fiskafóður.</p>		
<i>Lykilorð á íslensku:</i>	<i>Fiskeldi, fiskafóður, grænmeti, hryggleysingjar</i>		
<i>Summary in English:</i>	<p>Feed cost in aquaculture is about 50-70% of the total cost, and most of the feed is imported.</p> <p>The aim of this report is to gather information about utilizing by-products from agriculture and fishing industry as a feed in aquaculture.</p> <p>By-products from the fishing industry can be used as feed in aquaculture but it is necessary to lower the level of fibre and increase protein in by-products from agriculture. This can possibly be done by using the by-products as feed for invertebrates, bacteria and mushrooms and produce protein rich feed for aquaculture.</p>		
<i>English keywords:</i>	<i>Aquaculture, fish feed, vegetable, invertebrate</i>		

FNISYFIRLIT

INNGANGUR.....	1
NÝTING Á HLIÐARAFURÐUM Á LÁÐI OG LEGI Í FÓÐUR FYRIR FISKELDI.....	1
Nýting á grænmetisafskurði í fiskafóður.....	1
Nýting á korni og afskurði í fiskafóður.....	4
Bygg	4
Gras.....	5
Repja og nepja	5
Inkakorn.....	7
Sykurmaís.....	7
Nýting á aukafurðum búfjár- og alifuglaslátrunar	8
Nýting á fiskslógi frá sjávarútvegi og landbúnaði.....	10
Slóg frá sjávarútvegi.....	10
Slóg frá fiskeldi.....	10
Notkun hryggleysingja í fiskafóður.....	10
MEÐFERÐ Á JARÐARGRÓÐA TIL AÐ GERA HANN AÐ HÆFU HRÁEFNI Í FISKAFÓÐUR.....	12
Fræ:	12
Blöð og stönglar:	12
MEÐFERÐ Á HLIÐARAFURÐUM DÝRA SEM HRÁEFNI Í FISKAFÓÐUR.....	13
Aukaafurðir frá vinnslu sjávarafurða.....	13
Aukaafurðir frá slátrun og vinnslu landdýra	13
NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐUR	13
ÞAKKIR.....	15
HEIMILDIR.....	16

INNGANGUR

Íslensk matorka ehf hefur hafið eldi á hvítfiskinum Nílar-tilapia í Fiskeldisstöðinni að Fellsmúla í Landssveit. Nílar-tilapia er hraðvaxta hlývatnsfiskur sem vex við kjörhitastig 27-28°C og nær sláturstærð á u.þ.b. níu mánuðum. Nú er unnið að nýsköpun í fóðurgerð í samstarfi við Matis, bændur, fóðurframleiðendur, háskólasamfélagið og fleiri aðila með ræktun á innlendu hráefni, nýtingu afskurðar frá ylækt og framleiðslu á hryggleysingjum. Gagnrýnt hefur verið hversu mikið magn fiskafurða er almennt notað í fóður og hefur verið lagður grunnur að því að minnka það hlutfall með aukinni notkun á hráefni úr korni og grænmeti. Tilapia er alæta (omnivorous) og getur lifað nær eingöngu á grænmeti og korni. Auk þess er tegundin mjög þolin gagnvart breytingum á fóðri. Hér skapast því kjörið tækifæri fyrir bændur og ylæktendur til tilrauna og nýsköpunar í fóðurgerð.

Fóðurstofnaður í fiskeldi er almennt um 50-70% af rekstrarkostnaði og er mikill hluti af hráefni í fóður innfluttur til Íslands. Til að gera fiskeldi sjálfbært er mikilvægt að efla innlenda framleiðslu á fóðurhráefnum og leggja grunn að því að lágmarka fiskhráefni í fóður til framtíðar og styrkja þannig stoðir undir rekstur fiskeldisstöðva og tengdra greina. Tilgangur þessarar skýrslu er að taka saman upplýsingar um möguleika á að nýta í fiskeldisfóður innlent hráefni sem fellur til í landbúnaði og sjávarútvegi og er illa nýtt eða jafnvel urðað. Auk þess er stefnt að því að efla þverfaglegt samstarf atvinnugreina og rannsóknastofnana sem getur leitt til þess að hægt sé að stórauka fiskeldi með áherslu á notkun staðbundinna hráefna til fóðurgerðar. Við það mun verðmætasköpun í landbúnaði aukast með bættri nýtingu á ræktunarlandi og atvinnusköpun í sveitum landsins. Lögð er áhersla á að greina næringarefnainnihald í ýmsum aukaafurðum sem falla til í landbúnaði og sjávarútvegi og möguleika á nýtingu þeirra til fóðurgerðar fyrir fiskeldi. Einnig er horft til möguleika á að rækta hráefni sérstaklega fyrir fóður og þannig nýta land og vinnuafli til sveita á Íslandi. Horft er til þess að hráefnin nýtist almennt til fiskeldis og er samantektin ekki bundin við einstakar tegundir.

NÝTING Á HLIÐARAFURÐUM Á LÁÐI OG LEGI Í FÓÐUR FYRIR FISKELDI

Nýting á grænmetisafskurði í fiskafóður

Í dag er um 1000 hektara lands á Íslandi notað til ræktunar á grænmeti. Kartöflurækt er langstærsti hlutinn eða um 75%, síðan kemur hvítkál og gulrófur með um 40 hektara, gulrætur með 25 hektara og kínakál, blómkál og spergilkál með um 15 hektara hver tegund¹. Skv. sömu heimildum voru

¹ Hagtölur landbúnaðarins 2010.

173.543 m² af gróðurhúsum skráðir árið 2006. Fyrir utan ræktun á grænmeti fer umtalsvert flatarmál í ræktun á rósum, pottaplöntum og garð- og skógarplöntum.

Tafla 1. Magn af innlendu og innfluttu grænmeti 2009.

Tegund	Innlend framleiðsla (tonn)	Innflutt magn (tonn)	Heildarmagn (tonn)
Kartöflur	9.500	2.300	11.800
Rófur	939	34	973
Gulrætur	720	463	1.183
Blómkál	102	299	401
Hvítkál	473	385	858
Spergilkál	88	190	207
Kínakál	222	178	400
Salat	98	1.058	1.156
Tómatar	1.481	692	2.173
Agúrkur	1.452	159	1.611
Paprika	177	1.083	1.260
Sveppir	553	55	608
Samtals	15.805	6.825	22.630

(Heimild: Samband garðyrkjubænda og Hagstofa Íslands 2010)

Heildarmagn grænmetis á íslenskum markaði árið 2009 var um 22.600 tonn. Um 70% af því var innlend framleiðsla og 30% innflutt. Samkvæmt heimildum frá Sölufélagi garðyrkjumanna er umtalsvert magn af afskurði frá íslenskri grænmetisframleiðslu sem fellur til og eru það aðallega frá rófum, gulrótum og kartöflum. Sem dæmi má nefna að um 1.000 tonn af kartöflum fara í gegnum Sölufélagið árlega og magnið sem er fargað er um 40-50 tonn á ári eða að meðaltali um 4,5 %.

Tafla 2. Nýtanlegt grænmeti í fiskifóður 2009 og hlutfall næringarefna. Miðað við 2% nýtni.

Tegund	Nýtanlegt í fóður (tonn)	ÞE (%)	ÞE (tonn)	ÞE prótein	ÞE fita	ÞE kolvetni	ÞE trefjar	Orka (MJ/kg)	cf/cp	Prótein (tonn)
Kartöflur	236	19,5	46	11	2	72	10	16	0,9	5,06
Rófur	19	11,1	2,2	15	1	49	32	12	2,1	0,32
Gulrætur	24	9,9	2,3	6	4	56	27	13	4,5	0,14
Blómkál	8	7,6	0,6	26	5	22	33	12	1,3	0,16
Hvítkál	17	8,5	1,5	14	2	47	26	12	1,8	0,20
Spergilkál	4	11,1	0,5	48	7	14	31	16	0,6	0,22
Kínakál	8	4,7	0,4	21	4	36	28	13	1,3	0,08

Salat	23	6,5	1,5	18	6	31	34	12	1,8	0,27
Tómatar	43	5,5	2,4	15	5	36	31	12	2,1	0,33
Agúrkur	32	4	1,3	20	2,5	45	20	13,5	1,0	0,26
Paprika	25	9,9	2,5	12	2	55	22	13	1,8	0,3
Sveppir	12	7,4	0,9	30	4	24	23	13	0,8	0,27
Samtals	451		62							7,62

Áætluð rýrnun af öllu grænmeti er um 5% og af því magni er 2% aðgengilegt² (tafla 2). Takmarkað magn er af próteinum í afskurði frá grænmeti sem fellur til á Ísland. Í ljósi þess litla magns sem er af próteinum í afskurði sem fellur til við grænmetisframleiðslu er ólíklegt að hann nýtist vel sem hráefni í fóður. Þetta væri hins vegar kærkomin viðbót sem myndi nægja í íblöndun með öðrum próteingjöfum á seinna þroskastigi hlývatnsfiska eins og tilapiu, þar sem próteinþörfin er ekki nema 30%. Tilapia meltir hins vega kolvetni mjög vel, sérstaklega flókin kolvetni eins og sterkju (Shiau og Peng, 1993). Einnig er mögulegt að nýta afskurðinn til ræktunar hryggleysingja sem hafa hátt próteininnihald og má nýta sem dýrapróteingjafa fyrir fiska á fyrstu vaxtarskeiðum. Fiskar á fyrstu æviskeiðunum þurfa hátt innihald af gæða próteini vegna hraðs vaxtar. Þeir fiskar þurfa ekki mikið magn fóðurs og því raunhæft að rækta hryggleysingja sem hráefni í fóður fyrir þá. Kanna þarf betur hvort hagkvæmt geti verið að rækta hryggleysingja fyrir fiska á seinni æviskeiðunum þegar fóðurþörfin er meiri og þá með öðrum landbúnaðarafurðum sem æti. Til að slíkt verði hagkvæmt þarf ræktunin að verða stærri í sniðum og skipulögð á annan hátt en gert er í dag.

Samkvæmt upplýsingum frá Sigurði Á. Sigurðssyni framkvæmdarstjóra BÚR, er neysla grænmetis og ávaxta um 60-80 þús. tonn á ári. Lítið er um rýrnun á grænmeti framleiddu hér á landi en áætluð rýrnun er um 5% af innfluttu grænmeti og 2% rýrnun af grænmeti sem er aðgengilegt til áframhaldandi vinnslu. Magn grænmetis og ávaxta sem fer í gegnum söluferli BÚR á ári er um 6.000 tonn af innlendu grænmeti og 7.000 tonn af innfluttu grænmeti. Grænmetisafskurður frá BÚR fer í dag að mestu í fóður fyrir nautgripa á Suðurlandi. Um er að ræða 10 tonn á viku, af grænmeti og ávöxtum, þ.e. 5 tonn af grænmeti og 5 tonn af ávöxtum. Er flutningskostnaður á viku nálægt 50 þús. kr. Aðspurður um nýjar grænmetistegundir sem bændur rækta, kvað hann lítið vera að gerast í þeim málum, það væri helst að einn eða tveir bændur væru farnir að rækta grænkál í litlu magni.

Sigurður hefur lýst yfir áhuga sínum á því að vinna með Íslenskri matorku í því að útvega þann afskurð sem fellur til hjá fyrirtækinu.

² Sigurður Á. Sigurðsson, framkvæmdarstjóri BÚR

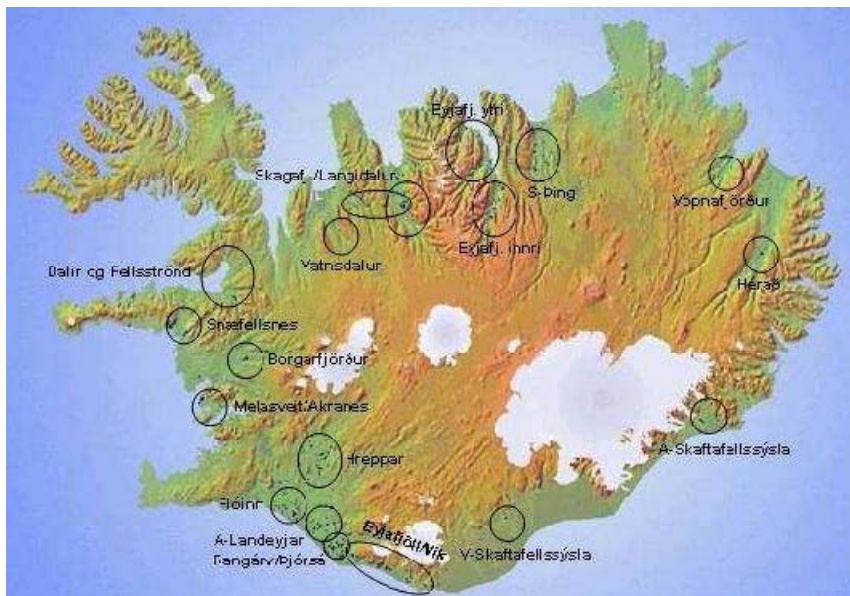
Auk þess hráefnis sem nefnt er hér að ofan er umtalsverður lífmassi í þeim hluta plantnanna sem ekki er uppskorið, sem dæmi má nefna stöngla af tómata- og agúrkuplöntum og kál af rófum, gulrótum og kartöflum. Áætla má að þessi lífmassi sé um 20% til viðbótar við það sem uppskorið er.

Nýting á korni og afskurði í fiskafóður

Þær tegundir sem ræktaðar eru hér á landi í dag til fræsetningar eru bygg, repja, nepja og lítilsháttar af hveiti og verður hér farið yfir möguleika þess að nota afurðir úr þessum tegundum til fóðurgerðar.

Bygg

Þegar talað er um kornrækt á Íslandi er aðallega átt við ræktun byggs enda er það allsráðandi tegund í ræktun hér á landi. Eitthvað er ræktað af hveiti (vetrarhveiti), en það er ennþá á tilraunastigi. Stærð kornakra hér á landi árið 2009 var um 4.770 ha. Stærstu kornræktarsvæðin eru Suðurlandsundirlendið með um 2.385 ha, Skagafjörður (ásamt Langadal og Svartárdal) og Eyjafjörður með um 1432 ha. lands (mynd 1). Mesta byggframleiðslan er aðallega á tveimur stöðum á landinu, á Þorvaldseyri og Vallarnesi á Fljótshlí á Fljótshlí.



Mynd 1. Helstu kornræktarsvæði á Íslandi. 45% kornræktar er á Suðurlandi, 35% á Norðurlandi, 15% á Vesturlandi og 5% á Austurlandi. (Heimild. Hagtölur landbúnaðarins 2010; Kornrækt á Íslandi 2009).

Árið 2007 var fjöldi kornbænda á Íslandi 430 og ræktuðu þeir korn (bygg) á um 3.600 ha., uppskeran var um 11.500 tonn af 85% þurrkuðu korni (Intellecta, 2009). Á sama tíma var flutt inn 11.600 tonn af byggi til fóðurs. Aðalnotkun byggs í dag er í fóður fyrir húsdýr og kemur í stað fóðurbætis eða innflutts byggs. Árið 2010 er áætlað að byggframleiðsla innanlands verði um 16.500 tonn (Ólafur Reykdal, 2010). Innan við 100 tonn fara til manneldis. Í dag er talið vera svigrúm til að auka kornrækt

um 20.000 tonn á þremur stærstu kornræktarsvæðum á landinu, eða um 5.700 ha. Þetta þýðir að úr 20.000 tonnum fengjust um 2.000 tonn af próteini og 12.900 tonn af kolvetni (tafla 3).

Tafla 3. Framleiðsla á byggi 2010 og aukning á framleiðslu á byggi miðað við 20.000 tonn.

Framleiðsla (tonn)	ÞE (%)	Magn ÞE (tonn)	prótein (%ÞE)	fita (%ÞE)	kolvetni (% ÞE)	trefjar (%ÞE)	Orka MJ/kgÞE	Magn próteins í ÞE (tonn)
16.880	86,4	14.516	12,3	2,4	75,5	6,9	15	1.785
20.000	86,4	17.280	12,3	2,4	75,5	6,9	15	2.125
								3.910

Hveiti er æskilegasta korntegundin í fiskafóður, en einnig má nota bygg í nokkrum mæli sérstaklega ef yrki eru valin með tilliti til sterkjuþenslu og bindieiginleika. Nauðsynlegt er að hitameðhöndla (klístrun sterkju) korn til að auka meltanleika þess og auka bindieiginleika.

Í hefðbundnu fiskafóðri er notað u.þ.b. 10 - 20% korn. Miðað við 50.000 tonna fóðurframleiðslu (þurrt fóður) væri þörf fyrir 5.000 – 10.000 tonn af korni í það fóður. Í dag er heildarframleiðslan á fóðri hérlandis um það bil 100.000 tonn (fiskafóður og annað fóður).

Það ætti ekki að vera vandkvæðum bundið að rækta það korn sem þarf til fóðurframleiðslu í fiskeldi á Íslandi, jafnvel þótt fiskeldi tífaldaðist í magni. Möguleikar þess að auka magn af korni í fóðri er einnig áhugaverðir sérstaklega ef horft er til fisktegunda sem eru alætur eins og sumar hlývatnstegundir en þær geta nýtt kolvetni sem orkugjafa í meira mæli en kjötætuþiskar eins og laxfiskarnir.

Gras

Ræktuð tún á Íslandi ná yfir 130-140 þúsund hektara. Próteininnihald í heyi fer eftir árstíðum. Snemmsumars er það um 10%, hásumars upp úr miðjum júlí nær það hámarki eða um 18-19%, síðan minnkar það er líður á sumarið (tafla 4).

Repja og nepja

Repja (*Brassica napus var. oleifera*) og nepja (*Brassica rapa var. oleifera*) eru þekktar grænófóðurstegundir hér á landi, og á jaðar landbúnaðarsvæðum heimsins þar sem þær þykja góðar beitarjurtir. Repjan er aðallega ræktuð vegna fræsins, þar sem það er mjög olúríkt. Repjuolían er notuð sem matarolía, í ýmsan iðnað og sem eldsneyti. Hún kemur næstum fullbúin úr pressunni. Fyrir matarolíuna þarf einungis að sía olíuna. Fyrir notkun á vélar þarf aðeins að fella út glyserólhluta olíunnar með metanóli.

Tafla 4. Framleiðsla á hveiti, repju og grasi.

Tegund	Framleiðsla (tonn)	PE (%)	PE (tonn)	Cp (%PE)	Cl (%PE)	Ch (%PE)	Cf (%PE)	Orka MJ/kg	Magn próteina í PE (tonn)
Hveiti korn	100	86	86	14,5	2,1	80,1	2,6	16	13
Repja fræ	100	92,8	93	22,2	44,9	17,9	10,5	25	21
Repjumjöl	70	89,8	63	37,3	2,2	38,8	14,3	16	23.5
Gras	846.7	25	211.7	19,1	3,4	37,5	27	11,6	40.
Samtals									

Nepjan er mun fljótari til þroska en repjan og öruggari í ræktun, en gefur aftur á móti minni uppskeru. Báðar tegundir eru til bæði sem vor- og haustafbrigði. Þau síðarnefndu hafa reynst nýtanleg hérlendis. Repja og nepja þola hvorki svellalög, vatnsaga né frost að vetri og þurfa hlýtt sumar. Því má ætla að ræktun þeirra muni einskorðast við góðsveitir um miðbik Suður- og Norðurlands.

Árin 2008 hófust tilraunir með repju- og nepjurækt að frumkvæði Siglingastofnunar Íslands í samvinnu við Landbúnaðarháskóla Íslands, á um 5.000 m² spildum á níu stöðum víðsvegar um landið. Þar sem uppskeran tókst vel án áfalla varð fræuupskeran (við 92% þe) frá 3.750 kg/ha (nepja, Möðruvöllum) til 4.150 kg/ha (repja, Þorvaldseyri) (Þóroddur Sveinsson og Jónatan Hermannson 2011). Með þeim tækjabúnaði sem notaður var á þeim tíma var olían sem náðist um 33% af heildarþunga fræs. Miðað við þetta getur afraksturinn af hektara numið 1.200-1.500 lítrar af dieselolíu, 120 lítrar af glyseróli, 2.000 kg af repjumjöli (hrati) og 3.000 kg af hálmi (Þóroddur Sveinsson og Jónatan Hermannson 2011).

Siglingastofnun Íslands og Ólafur Eggertsson bóndi á Þorvaldseyri hafa nú tekið upp samstarf um ræktun á repju til olíuframleiðslu á iðnaðarskala. Verið er að koma upp nauðsynlegum tækjabúnaði til pressunar og vinnslu olíunnar á Þorvaldseyri (Þóroddur Sveinsson og Jónatan Hermannson, Fræðaping landbúnaðarins 2011).

Varlega áætlað má reikna með meðalupskeru af repju fræjum sem nemur um 3.500 kg/ha hér á landi til frambúðar. Þriðjungur af hráefninu er repjuolía (1.100 kg) og 2/3 er repjuhrat (2.400 kg).

Hægt er að nota ópressuð möluð repjufræ í fiskafóður. Algengara er þó að nota repjuhrat sem próteingjafa og repjuolíu að hluta (allt að 50% af fitu) í fiskafóður. Tilraunir hafa sýnt að fóður fyrir bleikju má innihalda 30% repjuhrat án þess að það komi niður á vexti eða fóðurnýtingu. Löng reynsla er einnig fyrir notkun repjuolíu sem fitugjafa enda er hún auðug af omega-3 fitusýrum, eða um 11,6%

(Møller, 1996). Það getur verið jákvætt fyrir markaðssetningu á fiski þar sem neikvætt er orðið á flestum mörkuðum að nota fiskolíu í fóður því neytendur telja að verið sé að stefna villtum fiskistofnum í hættu. Þannig er hægt að minnka magn af fiskolíu í fóðri og nota í stað repjuolíu.

Í repjuhálminum er umtalsvert lífrænt efni sem mætti nýta á sama hátt og blöð og stöngla sem grunnhráefni til fóðurgerðar með umbreytingum t.d. sem fóður fyrir hryggleysingja.

Inkakorn

Plantan Inkakorn (*Chenopodium quinoa*) á uppruna sinn í Suður-Ameríku, nánar tiltekið í Andesfjöllum, þar sem hún hefur gegnt mikilvægu hlutverki sem fæðuplanta í um sex þúsund ár. Þetta er harðger planta auk þess sem næringargildi hennar er ákjósanlegt (Jacobsen 2003). Afurðir plöntunnar eru fræið sem meðal annars er nýtt til manneldis og sem fóður fyrir skepnur. Próteinmagn í fræi er um 14% og amínósýrusamsetning er heppileg með tilliti til lífsnauðsynlegra amínósýra. Laufblöð plöntunnar eru einnig æt og hefur hún verið talin ákjósanleg sem fóðurplanta. Bláðmassi Inkakorns, uppskorinn við blómgun, inniheldur um 22% prótein og 52% kolvetni. Þá eru afurðir plöntunnar nýttar í ýmiskonar iðnaðarframleiðslu. Við þessa eiginleika plöntunnar bætist svo að mjög mikill fjöldi yrkja er þekktur sem aðlagður er fjölbreyttu umhverfi, og má nýta til kynbóta. Nú hefur til dæmis tekist að rækta Inkakorn mun norðar en sem nemur upprunalegri útbreiðslu plöntunnar, meðal annars í Danmörku og Bretlandi (Jacobsen 2001; Rojas 2003).

Í gangi eru prófanir á þessari plöntu síðan 2008, á vegum Landbúnaðarháskóla Íslands og hafa fengist vaxtarlegar plöntur og spírandi fræ. Sáð var um 10 kg/h. Niðurstöður prófana sýndu að á 94 dögum spíraði 74% af fræi, en það hlutfall jókst í 100% 25 dögum síðar, en eftir það fór spírun minnkandi. Í lok vaxtartíma var þéttleiki plantna mældur og framreiknað fræmagn samsvaraði 2,2 tonn/ha. Ekki er ljóst hvort ræktun á inkakorni á framtíð fyrir sér hér á landi.

Sykurmaís

Framleiðsla á maís í Evrópu hefur tekið gríðarlega miklum breytingum á undanförunum áratugum. Þannig hefur ræktunin færst norðar með hverju árinu, bæði vegna mikilla framfara í kynbótum, ræktun og breytinga á veðurfari. Nú er svo komið að til eru afbrigði í Skandinavíu sem hægt er að ala til fullþroska kólfs og framleiðslan notuð í tvennum tilgangi. Annarsvegar sem fóður fyrir skepnur og hinsvegar til manneldis.

Ræktun á sykurmaís í gróðurhúsum er lítið þróuð garðyrkja erlendis en er áhugaverð fyrir íslenskar aðstæður. Vorið 2009 var gerð lítil forathugun á sykurmaísræktun í gróðurhúsi Garðyrkjustöðvarinnar Sólbyrgi í Borgarfirði. Í ljósi reynslunnar af þessu verkefni bendir hún til þess að það sé vel mögulegt að framleiða söluhæfan sykurmaís hér á landi í gróðurhúsum (Sigurðsson ofl. 2010).



Mynd 2. Sykurmaís í fullri lengd og tilbúinn til sölu.

Nýting á aukafurðum búfjár- og alifuglaslátrunar

Á hverju ári fellur til um 16.000 tonn af sláturúrgangi, frá sláturhúsum, kjötvinnslufyrirtækjum og við heimaslátrun. Sláturúrgangur er skilgreindur sem afurðir sem falla til við slátrun og ekki eru nýttar til manneldis. Af þessu magni er um 6.000 tonn urðuð.

Tafla 5. Nýtanlegt magn af hráefni til fódurs frá slátrun búfjár.

Tegund sláturdýrs	Fjöldi sláturdýra	Lífþungi ² alls (tonn)	Kjötframleiðsla (tonn)	Hliðarafurðir + brottkast (tonn)
Sauðfé ¹	542.276	22.233	8.841	13.392
Nautgripir	20.357	7.125	3.761	3.364
Svín	83.867	9.225	6.375	2.850
Alifuglar	4.596.637	13.789	7.146	6.643
Samtals				26.249

¹ Sauðfé skilgreint sem lömb og ær.

² Lífþungi; Sauðfé=41 kg; Nautgripir=350 kg; Svín=110 kg; Alifuglar=3 kg.

Heildarmagn hliðarafurða (annað en kjöt og gærur) sem féll til við slátrun og brottkast við kjötframleiðslu var rúmlega 26.000 tonn árið 2009 (tafla 5). Brottkast nær yfir allan þann innmat og sláturúrgang frá slátrun sem ekki er nýttur. Á undanförunum árum hefur nýting á innmat til manneldis

aukist verulega. Á það sérstaklega við um sauðfjárslátrun. Heildarmagn af hliðarafurðum og brottkasti við sauðfjárslátrun 2009 var um 13.300 tonn. Erfitt er að segja nákvæmlega til um hversu mikið er nýtt en lauslegt mat er að brottkastið nemi um 6.500 tonnum og 6.500 tonn séu nýtt til mannelis eða í fóður.

Af hliðarafurðum er falla til við framleiðslu á nautakjöti er brottkast um 40% af lífbunga skepnunnar eða um 2.850 tonn³.

Helstu hliðarafurðir úr svínaslátrun sem nýttar eru til mannelis eru lifur og hausar. Árið 2009 féll til um 637 tonn af hausum og 109 tonn af lifur. Af þessu magni er brottkast um 89 tonn af hausum og 46 tonn af lifur⁴. Í heildina áætlað gróflega er þá heildarbrottkast um 2.200 tonn (sbr. tafla 5).

Í alifuglarækt er um 52-58% nýting á hliðarafurðum og er þá miðað við lífbunga. 53% af hliðarafurðum er urðað eða um 3.500 tonn og 47% fer í minkafóður eða 3.100 tonn. Varðandi kjúklingaframleiðslu má áætla að meginhluti brottkasts séu innfyli um 30% af lífbunga hvers fugls. Gerir það um 4.100 tonn. Afgangurinn skv. töflu 5 gæti verið um 2.500 tonn sem samanstæði af grind fuglsins. Gróflega áætlað magn af brottkasti frá búfé og alifuglum, sem hægt væri að nýta sem próteingjafa væri þá um 15.000 skv. þessum útreikningum tonn. Miðað við 33% þurrefni, væri próteininnihald í þurrefni um 643 tonn og fitan væri um 940 tonn. Nýta má sláturúrgang úr búfé í fiskafóður að undanskildum vefjum og líffærum sem teljast áhættuvefir hvað varðar riðuveiki og aðra sjúkdóma. Dæmi eru heili og mæna og innihald í görnum (Evrópusambandið 2009).

Tafla 6. Nýtanlegt magn af hráefni til fóðurs frá búfjár- og alifuglaslátrun 2009, miðað við 33% þE.

Tegund sláturdýrs	Magn ¹ (tonn)	þE (tonn)	Orka MJ/kg	Magn próteins í þE (tonn)	Magn fitu í þE (tonn)
Sauðfé	13.392	4.420	10,56	574	840
Nautgripir	3.364	1.110	10,56	144	211
Svín	2.850	940	10,56	122	179
Alifuglar	6.643	2.192	10,56	285	417
Samtals	26.249	8.662		1.125	1.647

¹33% þurrefni, prótein 13%, fita 19%.

³ Munnleg heimild Hermann Árnason, Sláturfélag Suðurlands 2000.

⁴ Munnleg heimild Kristinn Gylfi, Síld og fiskur 2000.

Nýting á fiskslógi frá sjávarútvegi og landbúnaði

Slóg frá sjávarútvegi

Heildarafli sjávarfangs á Íslandi 2009 var rúmlega 1 milljón tonn, þar af gámafiskur um 62.000 tonn. Miðað við nýtingu til manneldis um 50-70% af heildarafla, þá fóru um 500 þúsund tonn í slóg og brottkast (tafla 7).

Tafla 7. Slóg og annað brottkast sem féll til við fiskveiðar 2009.

Tegund	Magn (tonn)	ÞE (%)	ÞE (tonn)	Prótein (%)	Fita (%)	Aska (%)	Orka MJ/kg	Magn próteins í ÞE (tonn)	Magn fitu í ÞE (tonn)
Bolfiskur	155.065	27	41.868	16	8,4	2,5	7,2	24.104	13.025
Uppsjávarfiskur	290.998	33	96.029	15	15	2,5	9,8	56.906	29.876
Flatfiskur	8.550	30	2.565	16	8,4	2,5	8,5	1.520	798
Samtals	454.613		140.462					83.237	43.699

Slóg frá fiskeldi

Fiskeldið sjálf getur líka verið uppspretta næringarefna fyrir fóðurgerð. Tafla 10 sýnir að miðað við 1.000 tonna framleiðslu af tilapiu og 3.500 tonn af bleikju, þá má fá um 375 tonn af próteinum miðað við 30-50% þurrefni.

Tafla 8. Úrgangur af slógi og beinagörðum úr fiskeldi

Tegund	Magn (tonn)	Flakanýting (%)	Hliðaraf. (tonn)	ÞE (%)	Prótein (%)	Fita (%)	Aska (%)	Kolvetni (%)	Orka MJ/kg	Magn Próteins í ÞE (tonn)
Tilapia	1.000	30	700	27	16,0	8,4	2,5	0,3	7,19	112
Bleikja	3.500	50	1.750	33	15	15	2,5	0,3	9,78	263
Samtals	4.500		2.450							375

Notkun hryggleysingja í fiskafóður

Maðkaveita er það kallað þegar hvítmaðkur er vísvitandi ræktaður til beitu. Gamlar sagnir úr Mývatnssveit herma að best hafi verið að nota aflóga hund seint að hausti. Hann drepinn, látinn maðka og síðan frystur. Þegar haldið var til veiða þótti hentugt að höggva bita af hundinum og hafa með sér. Var frosinn maðkurinn tekinn og þýddur á tungunni, vaknaði hann þá til lífsins og var beitt á öngul, brást ekki að vel veiddist á hvítmaðkinn (Bjarni Áskelsson, 2011).

Víða fellur til lífrænn úrgangur og grútur sem er stundum notað sem áburður eða þá fargað með tilheyrandi kostnaði. Þennan úrgang mætti nota til framleiðslu á hágæða próteinum sem nota má í fóður í fiskeldi, með því að nýta sér náttúrulegt hringferli og réttu lífverunnar.



Mynd 3. Black soldier fly (*hermetia illucens*) og lirfustig.

Ekki er æskilegt að nota plöntuprótein í miklum mæli í slíkum tilgangi þar sem í það vantar ýmis næringarefni sem fiskurinn þarf, svo sem nokkrar lífsnauðsynlegar amínósýrur. Æskilegt er því að geta breytt þessum vannýttu hráefnum yfir á form dýrapróteina og þar koma hryggleysingjar við söguna. Rannsóknir benda til þess að hægt sé að bæta upp skort á lífsnauðsynlegum amínósýrum með því einu að stjórna fæðu hryggleysingjanna (St-Hilaire og Cranfill 2007). Flestar rannsóknir varðandi notkun hryggleysingja til framleiðslu fæðuefna hafa einblínt á skordýr og þá sérstaklega lirfur þeirra. Skordýr geta nýtt næringarefni úr hráefnum eins og húsdýraáburði og afskurði frá gróðurhúsum. Í gegnum meltinguna minnka lirfur skordýranna bæði magn úrgangsins og næringarefnainnihalds hans. Þessar lirfur verða svo að dýrafóðri ríku af próteinum og olíum. Sem dæmi má taka lirfur af tegundinni Black soldier fly (*hermetia illucens*). Þessar lirfur geta lifað á nánast hvaða lífrænum úrgangi sem er og geta minnkað rúmmál hans um 50%. Þannig er hægt að framleiða fóðurhráefni, en lirfurnar innihalda allt að 40% prótein og 30% fitu. Rannsóknir hafa sýnt fram á að hægt sé að bæta upp skort á efnum eins og fjölómettuðum fitusýrum í lirfumjöli með því að stjórna hvernig lirfurnar eru fóðraðar, en þær endurnýta fitusýrur úr fiskúrgangi (St-Hilaire og Cranfill 2007) (Jónína Sigríður Þorláksdóttir 2011 tók saman).

Annar möguleiki til ræktunar á próteini er að rækta flugnalirfur í vatni eftir munstri náttúrunnar. Til dæmis hefur verið upplýst að framleiðsla Mývatns af mýlirfum er u.þ.b. 24 grömm á fermetra botns í vatninu. Gera má ráð fyrir því að verulegur hluti (Ca 80%) af lífmassa lirfanna sé prótein. Með því að byggja upp tjarnir með miklu lífrænu efni og hæna að flugur eins og mýflugur má væntanlega rækta jafnvel enn meira prótein á flatareiningu en í Mývatni.

MEÐFERÐ Á JARÐARGRÓÐA TIL AÐ GERA HANN AÐ HÆFU HRÁEFNI Í FISKAFÓÐUR

Fræ:

Einkenni:

Fræ einkennast af háu þurrefnis innihaldi (85 – 90%). Þau samanstanda af kími og forðanæringu sem er annað hvort á formi sterkju eða fitu/olíu. Mörg fræ geta nýst beint sem hráefni í fiskafóður og þannig er hefð fyrir því að nota heilt hveiti sem kolvetnagjafa í fóðrið eða að nota malaðar sojabaunir (Full fat soja) sem prótein- og fitugjafa. Einnig er algengt að nota fræhrat sem til fellur þegar forðanæringin er fjarlægð úr fræinu. Kímið er ríkt af próteinum og nýtist sem próteingjafi í fóður.

Vinnsla:

- Beint í fóður (Korn/ olíufræ)
- Mölun
- Hreinsun (Fjarlægja hismið)
- Úrdráttur

Afurðir: Prótein; kolvetni; fita

Blöð og stönglar:

Einkenni:

Blöð og stönglar jurta einkennast af breytilegu (oftast lágu) þurrefni og því að hlutfall trefja í þeim er hátt og ekki óalgengt að það sé mun hærra en innihaldið af próteini. Fiskar þola ekki mikið magn trefja í fóðri og því verður að umbreyta þessum grunnhráefnum áður en þau eru notuð í fiskafóður

Helstu aðferðir sem hægt er hugsa sér fyrir slíka umbreytingu eru:

- **Nota þau sem æti fyrir hryggleysingja**
 - Maðka
 - Flugnalirfur

Afurð: Dýrprótein

- **Æti fyrir bakteríur**
 - Hugsanlega formeðhöndlun með lút (Losa um cellulósa frá ligníni).
 - Framleiða bakteríumassa

Afurð: Bakteríuprótein og fita

- **Æti fyrir sveppi**
 - Moltun
 - Sveppagró

Afurð: prótein; kolvetni og fita

MEÐFERÐ Á HLIÐARAFURÐUM DÝRA SEM HRÁEFNI Í FISKAFÓÐUR

Aukaafurðir frá vinnslu sjávarafurða

Einkenni:

Lágt þurrefnisinnihald. Í þurrefni er próteininnihald hátt og hefur góða amínósýrusamsetningu. Öskuinnihald fremur hátt.

Nýtingarmöguleikar:

Má nota beint sem hráefni í votfóður fyrir fiska (frá næringarlegu sjónarmiði), en þarf að þurrka til nota í þurrfóður (kostnaðarsamt).

Aukaafurðir frá slátrun og vinnslu landdýra

Einkenni:

Lágt þurrefnisinnihald. Í þurrefni er þokkalegt próteininnihald með góðri amínósýrusamsetningu. Fituinnihald fremur hátt og bræðslumark fitu hátt (takmörkuð nýting hjá kaldvatnsfiskum).

Nýtingarmöguleikar:

Reglur Evrópusambandsins takmarka notkun á aukaafurðum í fóður fyrir eldisfisk eins og fram hefur komið (sbr. bls. 11).

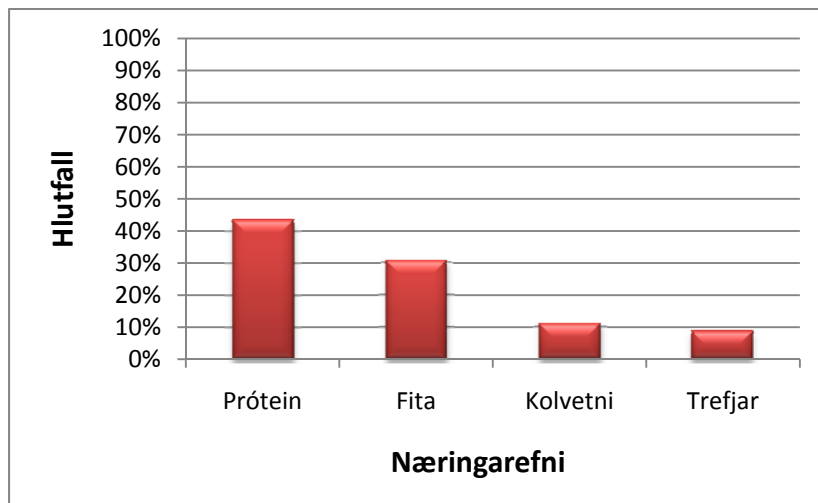
NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐUR

Eins og kemur fram í þessari skýrslu er um að ræða mismikið magn hráefna og næringarefna af ólíkum uppruna hér á landi og misjöfn not (Tafla 9).

Tafla 9. Samantekt á nýtanlegu hráefni til fóðurgerðar í tonnum.

	Magn	Þurrefni (tonn)	prótein	fita	kolvetni	trefjar
Grænmetisafskurður	429	62	10	2	29	15
Gras	846.745	211.686	40.432	7.197	79.382	57.155
Korn	16.500	14.256	1.753	342	10.763	984
Landdýraslóg	26.249	8.662	1.125	1.647	51	0
Fiskaslóg	454.613	140.462	57.028	86.103	2.669	0
Slóg úr fiskeldi	2.450	735	380	287	7	0

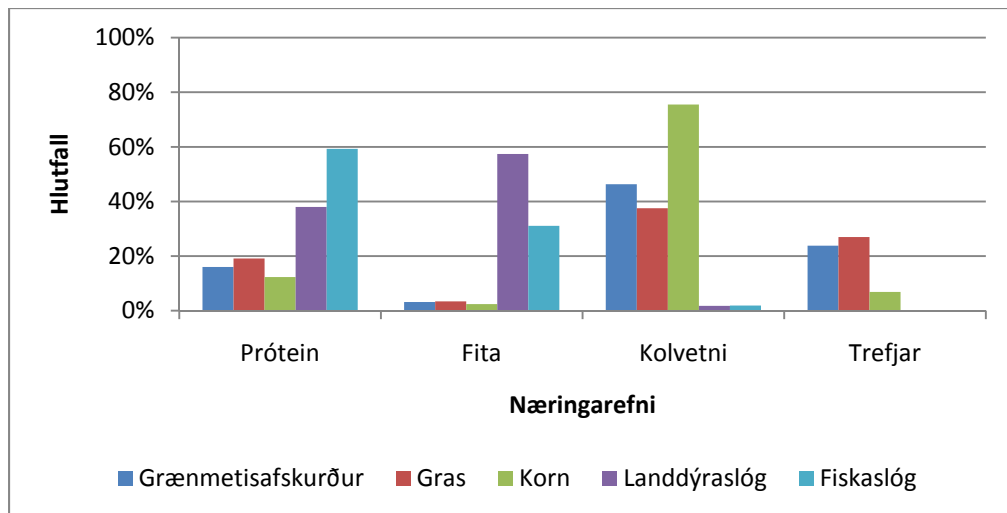
Meðalnæringarinnihald í fiskafóðri er sýnt á mynd 4. Þar sést að mest er af próteini og fitu í hefðbundnu fiskafóðri, en einnig er í því mjög lítið af trefjum.



Mynd 4. Næringarefnasamsetning í fiskafóðri.

Næringarsamsetning hefðbundins fiskafóðurs inniheldur um 43% prótein, 30% fitu, 11% kolvetni og 9% trefjar.

Á mynd 5 gefur að líta næringarefnasamsetningu helstu hliðarafurða sem til falla á Íslandi af ólíkum uppruna. Af myndinni sést að grundvallarmunur er á efnainnihaldi í dýraafurðum og afurðum úr jurtaríkinu. Munurinn felst einkum í prótein- og fituinnihaldi og í innihaldi kolvetna og trefja. Sé innihald ólíkra hliðarafurða borið saman við samsetningu fiskafóðurs sést að próteinmagn úr hliðarafurðum úr dýraríkinu samsvarar vel því próteinmagni sem finnst í fiskafóðri. Hliðarafurðir úr jurtaríkinu þarf helst að meðhöndla með einhverjum hætti, einkum til að lækka/eyða háu hlutfalli trefja úr þeim og ef hægt er að hækka í þeim próteininnihald. Þetta má hugsanlega gera með því að nota hliðarafurðirnar sem æti fyrir hryggleysingja, bakteríur og sveppi og búa til ný næringarefni sem betur henta í fiskafóður.



Mynd 5. Yfirlit yfir næringarefni í ólíkum grunnhráefnum.

ÞAKKIR

Starfsmenntasjóði félags- og tryggingamálaráðuneytisins eru færðar þakkir fyrir stuðninginn við verkefnið.

HEIMILDIR

Bjarni Áskelsson (2011). Viðskiptaáætlun "Litli risinn". Háskólinn á Hólum

Evrópusambandið 2009. Reglugerð Evrópusambandsins nr. 1069, 2009.

Hagtölur landbúnaðarins 2010, Skýrsla.

Intellecta ehf. (2009). Skýrsla um kornrækt á Íslandi, Febrúar 2009.

Jacobsen, SE. (2003). The worldwide potential for quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food reviews international*, 19(1-2): 167-177.

Jónína Sigríður Þorlákssdóttir, 2011. Greinargerð um hryggleysingja.

Ólafur Reykdal, 2010. munnlegar heimildir.

Møller, A. (1996). *Levnedsmiddeltabeller*. Levnedsmiddelstyrelsen, 4 útgáfa, bls.1427.

Rojas, W. (2003). Multivariate analysis of genetic diversity of Bolivian quinoa germplasm. *Food reviews international*, 19 (1-2): 9-23.

Shiau, S.Y., Peng, C.Y. (1993). Protein-sparing effect by carbohydrates in diets for tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. *Aquaculture*, 117, 327-334.

Sigurður Á. Sigurðsson framkvæmdarstjóri BÚR. Munnleg heimild.

Snorri Sigurðsson og Jón Kárason, Landbúnaðarháskóli Ísl., Einar Pálsson og Kristjana Jónsdóttir, Garðyrkjustöðin Sólbyrgi. (2010). Skýrsla Lbhí, Íslenskur sykurmaís.

St-Hilaire, S., Cranfill, K. 2007. Fly prepupae as a feedstuff for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of World Aquaculture Society*, 38:59-67.

Sölufélag garðyrkjubænda 2011; munnlegar heimildir.

Þóroddur Sveinsson og Jónatan Hermannson, 2010. Ræktun orkujurta á bújörðum-forsendur og framtíðarhorfur, erindi á Fræðapingi landbúnaðarins 2011.