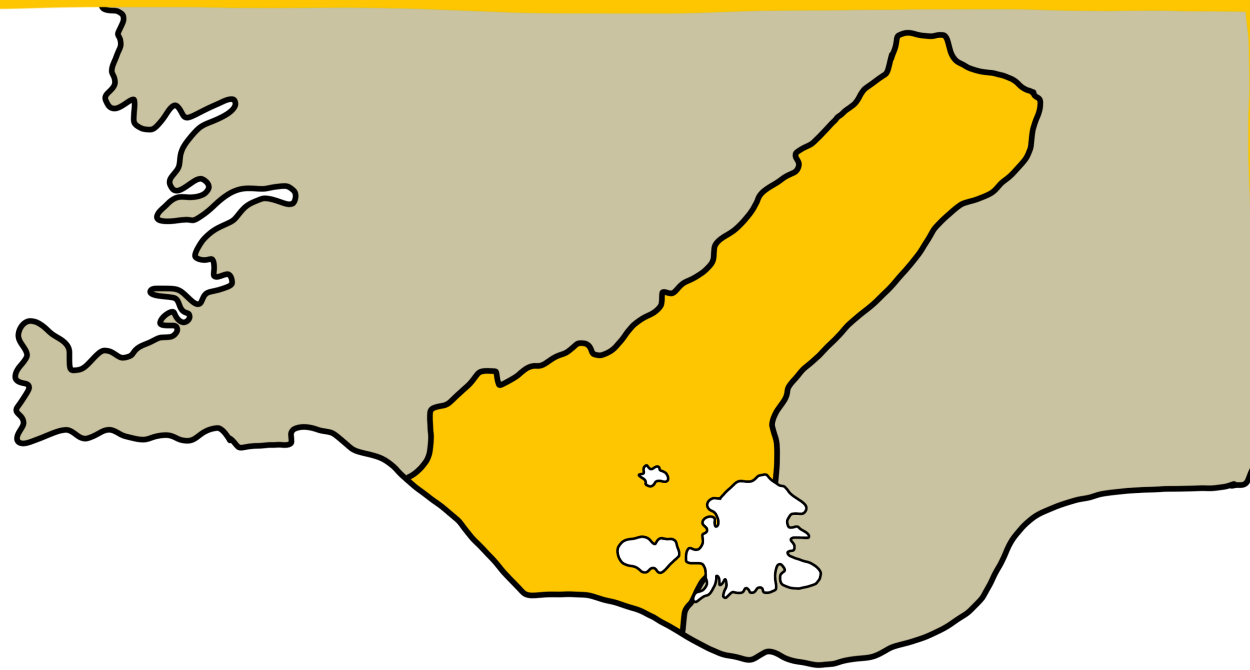


Bokashi-jarðgerð á Sorpstöðinni Strönd í Rangárvallasýslu

Tilraunarverkefni Jarðgerðarfélagsins, Sorpstöðvar
Rangárvallasýslu og Landgræðslunnar

Skýrsla úr fyrsta fasa
janúar 2021



Samantekt

Sumarið 2020 hófu Jarðgerðarfélagið í samstarfi við Sorpstöð Rangárvallasýslu bs. og Landgræðsluna tilraunaverkefni til að meta nýtni bokashi-jarðgerðar til meðhöndlunar á lífrænum heimilisúrgangi í Rangárvallasýslu. Bokashi er aðferð til að jarðgera lífrænt hráefni í loftfirrtum aðstæðum með hjálp örvera. Í þessu verkefni voru 3 tonn af lífrænu hráefni gerjuð í fimm 660L fiskikörum til að kanna hvort þessi aðferð til meðhöndlunar gæti virkað innan núverandi ramma sorpflokkunar og -söfnunar í sýslunni. Sömuleiðis var kannað hvort máispokar gætu verið meðhöndlaðir með bokashi-gerjun. Til viðbótar var gerður prófunar-reitur þar sem birkigræðlingar voru gróðursettir með jarðgerðinni til að meta áhrif hennar í áburðarnotkun að gerjun lokinni. Bokashi bar heilt yfir árangur, þar sem hráefni í 4 af 5 körum var full gerjað að átta viknum loknum. Næringargildi jarðgerðarinnar var hátt. Hlutfall kolefnis (C) og niturs (N) var 15,7 sem gefur til kynna hátt innihald af nitri. Til viðbótar gaf lágt sýrustig jarðgerðarinnar, sem var um 5,46 til kynna að sýrnin hafi bælandi áhrif á virkni metanógena og mögulegra sýkla og sjúkdómsvaldandi örvera. Þetta gefur til kynna að um sé að ræða bæði örugga og umhverfisvæna meðhöndlun á lífrænu hráefni. Máispokar reyn-dust ekki niðurbriótanlegir í þessu ferli, og verkið við að handplokka þá - og annað ólífrænt efni sem rataði í lífræna flokkun - í burtu var verulegur dragbitur í meðhöndlunarferlinu á sorpstöð.

Bokashi-jarðgerð er efnileg og skilvirk leið til að meðhöndla lífrænt hráefni, en það eru tækifæri til til að bæta bæði heimaflökkun og meðhöndlunina á sorpstöð til að gera ferlið skilvirkara og stöðugara. Með því að nýta hakkara, bæta heimilisflokkun og gera notkun máispoka óþarfa má auka endurvinnslugetu bokashi jarðgerðar í sýslunni.

Efnisyfirlit

Samantekt	1
Inngangur	3
Hvað er bokashi?	5
Framkvæmd og aðferðir	6
Niðurstöður	8
Umræður	10
Næstu skref	13
Niðurlag	19

Inngangur

Jarðgerðarfélagið er sprotafyrirtæki sem vinnur að því að þróa hagkvæma, orkunýtna og umhverfisvæna meðhöndlun á lífrænu hráefni og nýta afurðina sem lífrænan áburð í ræktun og landgræðslu. Þetta er gert með því að þróa og kvarða upp bokashi-jarðgerð og beita notendamiðaðri hönnun til að gera ferlið bæði skilvirkt á meðhöndlunarstað og fyrir íbúa.

Samtal milli Jarðgerðarfélagsins, Sorpstöðvar Rangárvallasýslu og Landgræðslunnar hófst sumarið 2019 með því leiðarljósi að kanna hvort bokashi gæti reynst ákjósanlegur kostur í meðhöndlun á lífrænum heimilisúrgangi í sýslunni og nýtingar á lokaafurðinni til landgræðslu á svæðinu.

Sérsöfnun á lífrænum heimilisúrgangi hófst í Rangárvallasýslu árið 2019. Í dag er henni háttáð svo að íbúar flokka í maíspoka í litil græn ílát og þeim er svo hent í brúnt ílát sem hangir í almennu tunnunni fyrir utan heimilið. Hráefni úr brúna ílátinu er safnað á tveggja vikna fresti. Í flokkunina má setja flest alla matarafgangna sem falla til á heimilinu s.s. afskurði af ávöxtum, eldaðir kjöt- og fiskafgangar, brauðmeti, kaffikorg, tannstöngla og tepoka. Stór bein eiga ekki að fara í brúna ílátið og mikilvægt er að nota maíspoka þar sem plastpokar brotna ekki niður í iðnaðar-jarðgerð. Á nokkurra vikna fresti er öllu sem safnað hefur verið keyrt í Hafnafjörð þar sem Terra meðhöndlar úrganginn í iðnaðar-jarðgerð.

Ákveðið var að fara af stað með tilraun sem framkvæmd yrði í þremur fösum og hófst framkvæmd þess fyrsta um mitt sumar 2020. Verkefnið hlaut styrk frá sjóði Atvinnumála Kvenna auk þess sem Agriton í Bretlandi styrkti um stoðefni til að gerja allt að 6 tonn af hráefni.

Í verkefnastjórn sitja Ágúst Sigurðsson, Hulda Karlsdóttir og Ómar Sigurðsson f.h. Sorðstöðvar Rangárvallasýslu, Magnús H Jóhannsson f.h. Landgræðslunnar og Björk Brynjarsdóttir f.h. Jarðgerðarfélagsins.

Megin rannsóknarspurningar fyrsta fasa tilraunarinnar voru:

- Er hægt að meðhöndla lífrænt hráefni frá heimilum heillar sýslu með bokashi-gerjun? - ef já, hvað má gera til að hagkvæma ferlið?
- Hversu vel er flokkað? Hversu mikið af ólífrænu efni endar í lífrænu tunnunni frá íbúum?
- Eru maíspokar (PLA-plast) ákjósanlegur kostur í bokashi jarðgerð?
- Eru pappírspokar ákjósanlegur kostur í bokashi jarðgerð?
- Hversu mikið af stoðefni þarf fyrir árangur?
- Hvert er næringargildi gerjaða hráefnisins?
- Hver er rýrnun hráefnisins í kjölfar gerjunar?
- Hvernig geymist hráefnið í að gerjun lokinni?

Í þessari skýrslu notum við lífrænt hráefni fyrir það sem oft er kallað matarleifar, skræl, garða- eða eldhúsúrgangur. Allt ofantalið eru verðmæt og næringarrík hráefni sem verða einungis að úrgangi þegar við meðhöndlum þau sem slík. Úrgangur er eitthvað sem veldur útblæstri gróðurhúsalofttegunda (GHL), mengar, lyktar illa, er einnota og endar iðulega á urðunarstöðum. Þegar við sjáum verðmætið í því sem lífrænt er opnast möguleikar til að nýta það til bættrar jarðvegsheilsu, ræktunar, uppgæðslu, skógræktunnar, endurheimt vistkerfa og svo mætti lengi telja. Það er frá þessu viðhorfi til lífræns hráefnis sem samstarfsverkefni Jarðgerðarfélagsins, Sorpstöðvar Rangárvallasýslu og Landgræðslunnar sprettur.

Meðhöndlun lífræns hráefnis í línulegu ferli (urðun) veldur ekki einungis útblæstri GHL heldur tapast þar tækifæri til að búa til afurð sem býr til mikil verðmæti þegar hún er nýtt. Keðjuverkandi áhrif þess að nýta staðbundin lífræn hráefni í áburðargjöf dregur enn frekar úr þörf á innfluttum tilbúnum áburði með tilheyrandi útblæstri og eykur getu jarðvegs til kolefnisbindingar.

Hvað er bokashi?

Bokashi er aðferð til að jarðgera lífrænt hráefni með því að gerja það í loftfirrtum aðstæðum. Aðferðin var uppgötvuð af Dr. Teruo Higa árið 1980 og hefur síðan þá verið nýtt og þróuð með sérstakri áherslu á heimajarðgerð og landbúnað.

Ferlinu er hrint af stað með örverum (effective microorganisms) sem blandað er við lífrænt hráefni og komið fyrir í loftfirrtum aðstæðum. Örverurnar eru blanda af mjólkursýrugerlum (lactic bacteria), ljóstillífunarbakteríum (photosynthetic bacteria), gersveppum (yeasts) og igulgerlum (actinomycetes). Í heimajarðgerð er gerjunartímabilið um 2 vikur en þegar bokashi er nýtt til meðhöndlunar á miklu magni af hráefni er það 6-8 vikur auk þess sem skeljasandi og leirsteindum er bætt í gerjunarferlið. Leirsteindirnar gegna því hlutverki að binda næringarefni betur í lokaafurðinni og skeljasandurinn til að jafna sýrustig í gerjuninni. Á meðan á gerjun stendur er engin þörf á inngrípum og þarfnast meðhöndlunarferlið því minniháttar landsvæðis og vinnslu sem gerir hana einkum orkunýtna.

Litill útblástur hlýst frá bokashi meðhöndlun og er það vegna þess að gerjunarferlið kæfir virkni sýkla og metanógena samtímis með því að auka tiltækileika næringarefna fyrir plöntur. Þetta veldur því að næringarefni á borð við kolefni (C) og nitur (N) sleppa ekki út í andrúmsloftið í formi koltvísýrings (CO₂) og metangass (CH₄) eða nituroxíðs (N₂O). Að gerjun lokinni verður til hággæða næringarríkur lífrænn áburður sem má nýta strax á jarðveg.

Í samanburði við urðun getur bokashi dregið úr útblæstri GHL um það sem nemur 99%. Í töflu 1 er bokashi aðferðin borin saman við útblástur frá lífrænu hráefni sem ratar í urðun, urðun þar sem metani er safnað og hefðbundna loftháða moltugerð. Taflan miðar aðeins við staðbundinn útblástur frá tiltekinni meðhöndlun og tekur ekki ytri áhrif (t.d. flutningur lífræns hráefnis milli sveitarfélaga) útblásturs í reikninginn.

Samstarfsverkefni Jarðgerðarfélagssins, Sorpstöðvar Rangárvallasýslu og Landgræðslunnar er fyrsta sinnar tegundar í heiminum þar sem bokashi er þróað sem miðlægt meðhöndlunarferli á lífrænum heimilisúrgangi. Með árangri í þessu verkefni opnast kostur fyrir Rangárvallasýslu að fullvinna lífrænt hráefni og nýta þá auðlind sem þar er innan sýslunnar á hagkvæman og umhverfisvænan máta.

Tafla 1: Reiknaður útblástur koltvísýringsígilda (CO₂-eq) frá lífrænu hráefni sem safnast að meðaltali á ári í Rangárvallasýslu (4 tonn á tveggja vikna fresti) miðað við mismunandi meðhöndlun. **Athugið** að þessi tafla miðar aðeins við staðbundinn útblástur frá tiltekinni meðhöndlun og tekur ekki ytri áhrif á útblástur inn í reikninginn t.d. flutningur lífræns hráefnis milli sveitarfélaga.

	Tonn af útblæstri CO ₂ -eq miðað við tonn af lífrænu hráefni	Magn lífræns hráefnis safnað árlega í Rangárvallasýslu (tonn)	Tonn af útblæstri CO ₂ -eq frá lífrænu hráefni úr Rangárvallasýslu miðað við viðkomandi meðhöndlun	Minnkun útblásturs CO ₂ -eq samanborið við urðun lífræns hráefnis
Urðun	1,900 ^a	104	197,6	0%
Urðun með söfnun á metangasi	1,170 ^b	104	121,68	38%
Hefðbundin loftháð moltugerð	0,172 ^c	104	17,89	90%
Bokashi	0,026 ^c	104	2,7	99%

a - Food waste greenhouse gas calculator; b - IPCC, 2006; c - Bosch et al., 2015

Framkvæmd og aðferðir

Framkvæmd hófst í júlí 2020 á Strönd í Rangárvallasýslu. Áður hafði Sorpstöð Rangárvallasýslu bs. keypt fimm blá 660L fiskikör með einangruðu loki til að gerja hráefnið í og tryggja loftfirrðar aðstæður á meðan á gerjun stóð. Tveir hitamælir voru keyptir til að koma fyrir í tveimur af fimm körunum á meðan á gerjun stóð. Þeir mældu hitastig á hálf tíma fresti. Hannaðar voru þrjár breytur fyrir gerjun til að kanna hvort máis- eða pappírspokar gætu verið meðhöndlaðir með bokashi-gerjun. Þær voru: Tvö kör með máispokum (MP1 og MP2), tvö kör án máispoka (EP1 og EP2) og eitt kar án máispoka með viðbættum pappírspokum (PP).

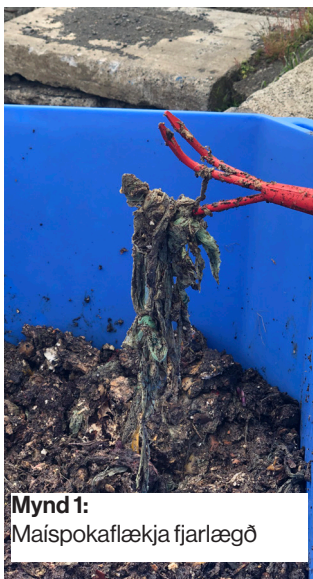
Lífræna hráefninu hafði verið safnað frá heimilum í vikunni áður en tilraunin hófst og var blandað við stoðefni í körin fimm. Blöndunin var framkvæmd á þremur dögum yfir tveggja vikna tímabil. Notast var við traktor í eigu sorpstöðvarinnar til að moka hráefninu úr gám og ofan í körin, heykvísl og garðyrkjuklóru til að blanda hráefninu og plokka út ólífræn efni og máispoka þar sem við átti. Mælikanna, lítill fata og vökvunarkanna voru nýtt til að mæla og blanda stoðefnunum við hráefnið. Öll körin voru fyllt upp að 98% getu sem samanlagt voru um 3 tonn af hráefni til gerjunar.

Því næst var körunum lokað, þau grófvigtuð á vigt sorpstöðvarinnar, þeim staflað ofan á hvort annað og þungar steinhellur lagðar ofan á toppinn á efstu körunum. Hálf tíma eftir að við lokuðum fyrstu tveimur körunum sáum við að lokin byrjuðu að bóligna aðeins út og vökva sullast úr þeim. Við opnuðum þau aftur og fjarlægðum um 10-20kg af hráefni áður en við lokuðum þeim aftur. Bólgan í fyrstu tveimur körunum orsakaðist líklega af því að of

mikið af hráefni var sett í þau til að byrja með. Þetta gerðist ekki í í næstu þremur körum. Gerjun stóð yfir í 8 vikur.

Að gerjun lokinni voru körin grófvigtuð á ný og opnuð. Með því að lykta og skoða útlit jarðgerðarinnar máttum við hvort gerjun hafi heppnast. Vel heppnuð bokashi-jarðgerð á að vera örllítið súr á lyktin (líkt og edik). Hún ætti að vera með svolítið af hvítri myglu. Annars ætti breyting á ásýnd hennar að vera lítil, munurinn svipar til að mynda að vera með fullþroskaða gúrku og súra gúrku. Eftir mat á framgangi gerjunar var jarðgerð úr þremur af fimm körum sigtuð og maíspokar fjarlægðir í þeim körum sem þeir höfðu verið í. Við sigtuðum ofan í tómt fiskikar sem okkur áskotnaðist og lögðum byggingarplastdúk ofan í. Fyrst um sinn notuðum við sigti sem við smíðuðum úr vírneti með 17mm möskvum og ramma sem skorðaður var á fiskikarið en fljótlega skiptum við vírnetinu út fyrir stálnet með 40mm möskvum. Notast var við 60cm stálsköfu með góðu handfangi til að grófa-hakka og þrýsta jarðgerðinni í gegnum möskvana á sigtinu. Að sigtun lokinni voru tvö sýni tekin úr hverju sigtaða kari (samtals 6 sýni) og þau send í greiningu hjá Efnagreiningu ehf.

Mánuði eftir sigtun, í byrjun október, plöntuðum við 240 birkigræðlingum í verulega eyddan jarðveg suðvestan við Strönd. 48 græðlingar voru gróðursettir með bokashi jarðgerð, 48 með kjúklingaskít, 48 með blöndu af kjúklingaskít og bokashi jarðgerð, 96 plöntum (tveimur röðum) án þess að bæta við áburði. Í aðra röðina verður tilbúnum áburði blandað saman við snemma að vori 2021. Sökum tímasetningar á árinu og komandi frosts gafst ekki rými til að hanna yfirgripsmikla rannsókn. Þess í stað var um litla gróðursetningartilraun að ræða til að kanna gróflega hvernig bokashi jarðgerð samanber við enga áburðargjöf, kjúklingaskít og tilbúinn áburð.



Mynd 1:
Maíspokafækja fjarlægð



Mynd 2:
Yfirborð kars EP2 eftir gerjun



Mynd 3:
Jarðgerð sigtuð

Niðurstöður

- Hlutfall heildar N af þurrvigt jarðgerðarinnar var 2,69% (Tafla 2). Þessi prósentastendur fyrir bæði lífrænt og ólífrænt N, en einungis það ólífræna er nýtanlegt af plöntum. Að jafnaði er um 95% af heildar N í lífrænu formi en niturbindandi örverur í jarðvegi geta mellt það og myndað þannig ólífrænt N sem er tiltækilegt fyrir plöntur. Meira en 2% heildar N er merki um að við erum með heilbrigt og stöðugt framboð af lífrænu N sem örverur munu breyta í ólífrænt N þegar jarðgerðinni er komið í jarðveg og dregur þannig úr þörf á tilbúnum köfnunarefnisáburði.

Tafla 2: Niðurstöður greiningar á næringarefnum í bokashi jarðgerð. Kolefni (C), nitur (N), fosfór (P) og lífræn efni eru birt í hlutfalli af þurrvigt jarðgerðar. Rakainnihald er reiknað út frá blautvigt jarðgerðar (rakt ástand).

	pH	C:N hlutfall	C	N	P	Leiðni	Lífrænt efni	Rakainnihald
			%	%	g/kg	mS	%	%
Kar 1								
1	5,85	16,7	43,4	2,60	11,0	3,04	92,2	66,3
2	5,74	16,6	41,7	2,52	10,6	3,63	92,2	67,9
Kar 2								
1	5,25	14,9	44,1	2,95	10,3	4,25	93,6	67,7
2	5,44	15,4	40,1	2,61	7,8	3,17	90,5	63,8
Kar 3								
1	5,20	14,2	38,9	2,74	9,2	4,31	90,0	62,8
2	5,31	16,4	44,2	2,69	13,7	3,03	92,9	64,4
Meðaltal	5,46	15,7	42,1	2,69	10,4	3,57	91,9	65,5
Staðalfrávik	0,27	1,03	2,20	0,15	1,97	0,59	1,40	2,13

- Hlutfall kolefnis og niturs (C:N) í jarðgerðinni var í kringum 15,7. Þetta þýðir að fyrir hverjar 15,7 einingar af kolefni í jarðgerðinni, er 1 eining af N. Jarðgerð þar sem hráefnin eru mestmegnis eldhúsúrgangur eru venjulega með C:N hlutfall í kringum 10-15 vegna þess að matvæli eru almennt hærri í N og halda því hlutfallinu lágu. Þó það geti verið mjög gott að vera með svona mikið magn af N í jarðgerð getur of mikið magn aukið líkurnar á því að N skolist í burtu auk þess að lokaafurðin verður mögulega óstabil og líklegri til að rotta í kjölfar gerjunar. Í næstu föstum tilraunaverkefnisins munum við blanda við stráum, sagi eða öðrum efnivið sem er hár í C til að hækka hlutfallið og koma því nær 20 fyrir aukinn stöðugleika jarðgerðarinnar eftir gerjun.

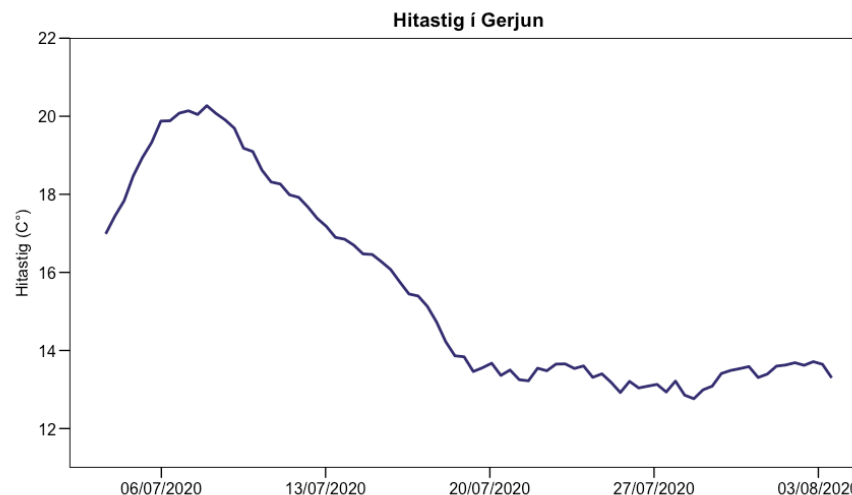
- Sýrustig (pH) jarðgerðarinnar var 5,46, sem er frekar lágt/súrt eins og við mátti búast. Lágt pH gildi er í raun góð visbending um að virkni sýkla og meindýra hafi verið bæld

niður í gerjuninni. Það er almennt í lagi að nota jarðgerð með lágt pH án þess að það raski vistkerfið sem hún er notuð í, en engu að síður er gott að vera varkár svo að hún brenni mögulega ekki plönturætur þar sem hún er nýtt. Ef pH gildið reynist of síurt er auðvelt að hækka það með því að auka magn skeljasands í jarðgerðinni.

- Magn af lífrænu efni í jarðgerðinni var nokkuð hátt eða á bilinu 90,5-93,3% af heildar þurrvigt. Í hefðbundinni jarðgerð er magn af lífrænu efni almennt um 50-70%. Þetta háa magn orsakast af því að hráefnið sem fer í gerjunina er fyrst og fremst lífrænn eldhúsúr-gangur auk lágmarks magni af steinefnaríku efni (s.s. eggjaskurn). Mikið af lífrænu efni getur verið mjög gagnlegt fyrir söndugan eyddan jarðveg, og ætti ekki að vera til vandræða þegar jarðgerðinni er nýtt. Það sem þarf helst að gæta að er að jarðgerðin sé fullgerjuð áður en hún ratar í jarðveg, svo rotnun hefjist ekki þegar hún er komin á svæðið þar sem hún er notuð.

- Við gerðum ráð fyrir því að jarðgerðin myndi hafa hærra rakainnihald en þau 40-50% sem almennt finnst í hefðbundinni jarðgerð. Svo reyndist vera og rakainnihald jarðgerðarinnar okkar var um 64,5-67,7%. Við viljum votar aðstæður fyrir heilbrigða virkni örveranna, auk þess sem loftfirðar aðstæðurnar koma í veg fyrir vökvamissi í formi uppgufunar. Aðal þrautin sem þetta skapar er að jarðgerðin er þyngri og það er erfiðara að dreifa henni en aftur á móti er minni hætta á að hún fjúki á brott. Í raun gæti hátt rakainnihald í jarðgerðinni hjálpað við að auka vatnsheldni í söndugum jarðveg og skapað betri aðstæður fyrir plöntur.

- Hitamælingar á meðan á gerjun stóð í tveimur af fimm körunum sýndu að fljótlega eftir að körunum var lokað fór hitastigið upp í rétt rúmar 20°C (mynd 4). Viku síðar fór hitastigið lækkandi og um tveimur vikum eftir að gerjun hófst var það komið í kringum 13-14°C og hélt sér á því bili fram í ágúst. Þetta er skýrt merki um að gerjun hafi vissulega tekist, örverurnar skapað sitt kjörhitastig og aðstæður ekki myndast fyrir hráefnið að rotna. Hitamælarnir mældu á hálf tíma fresti en minniskortin virtust fyllast eftir rétt rúman mánuð af mælingum. Í næsta fasa munum við því mæla með örlítið meira millibili til að geta fylgst með hitamælingum allar átta vikurnar.



Mynd 4: hitamælingar í kari

Umræður

Meginspurningin sem við fórum með inn í þennan fyrsta fasa af tilraunaverkefninu var einfaldlega. „Er hægt að meðhöndla lífrænt hráefni frá heimilum heillar sýslu með bokashi-gerjun?“ Svarið við því er: Já. Þrátt fyrir að lífræna hráefnið hafi ekki verið einsleitað í hakkara fyrir gerjun og verið allt að 1-3 vikna gamalt tókst engu að síður að meðhöndla það í fjórum af fimm körum á árangursríkan máta með bokashi-gerjun. Tilraunin var framkvæmd með minniháttar tækjabúnaði með því markmiði að læra hratt og mikið á sem ódýrasta máta. Í næsta fasa tilraunaverkefnisins ætlum við okkur að byggja ofan á þeirri þekkingu sem við höfum öðlast með það markmið að ná 100% árangri í öllum körum, gera ferlið fljótlega og hagkvæmara og vinna hráefnið á hátt sem gerir okkur það mögulegt að nýta það sem lífrænn áburður í sýslunni.

Hversu vel er flokkað? Hversu mikið af ólífrænu efni endar í lífrænu tunnunni frá íbúum?

Að jafnaði má fullyrða að íbúar standi sig vel í að flokka lífrænt frá ólífrænu á heimilum sínum. Engu að síður var töluvert magn af óæskilegu hráefni sem rataði í tunnurnar. Þar má helst nefna álpappír, kaffihylki, plastbox, barðherbergisrusl, eyrnapinna, plast-tannstöngla, glerkrukkur, plastpoka, bjúguplast og einstaka hnifapör.

Við teljum að tvær praktískar ástæður liggja að baki þess að óæskilegir hlutir rati í lífrænu tunnuna frá heimilum íbúa. Annars vegar gæti það verið staðsetning tunnunnar inni á heimilum íbúa. Sé hún að jafnaði opin og/eða nálægt öðrum ruslatunnum getur óæskilegt efni ratað fyrir slysi ofan í hana þegar við hendum rusli í flyti. Hins vegar gæti það orsakast af því að lífræni dallurinn sem sóttur er, hangir ofan í stóru almennu ruslatunnum ni úti og því gæti óæskilegt efni ratað fyrir slysi ofan í hana þegar farið er út með almennt sopp.

Heimilisflokkun er mannlegt ferli og ómögulegt að búast við 100% árangri. Það eru þó tækifæri og möguleikar til að bæta flokkunina svo að hún hafi ekki slæmar eða kostnaðarsamar afleiðingar seinna í meðhöndlunarferli lífræns hráefnis eða komi í veg fyrir nýtingu jarðgerarinnar í náttúrunni. Betur verður farið út í það í kaflanum: Næstu skref.

Eru maíspokar (PLA-plast) ákjósanlegur kostur í bokashi jarðgerð?

Nei. Þrátt fyrir að vera merktir sem niðurbrotanlegir (e. compostable) væri betra að skilgreina maíspoka og annað PLA-plast sem niðurbrotanlegt undir sérstökum kringumstæðum. PLA-plast brotnar einungis niður í iðnaðarjarðgerð þar sem það hitnar upp fyrir 50°C í svoltinn tíma. Rati pokarnir í urðun, heimajarðgerð, bokashi jarðgerð, út í sjó eða á land tekur niðurbrot svipaðan tíma og venjulegt plast eða um 100-500 ár. Engu að síður ákváðum við að prófa að gerja maíspoka í tveimur af fimm tunnum í fyrsta fasa, og fengum þar með grun okkar staðfestan um að maíspokar henti ekki í bokashi-jarðgerð.

Maíspokarnir sem notaðir eru af íbúum í sýslunni eru flestir litlir grænir pokar sem kaupa má í verslunum og sýslan útvegaði fyrir öll heimili þegar sérflokkun á lífrænu hráefni hófst. Þar að auki hafa íbúar nýtt maís-innkaupapoka sem verslanir hafa farið að bjóða upp á í auknum mæli í kjölfar banns á plastpokum sem gengið hefur í gildi í landinu. Í kjölfar nokkurra samtala við fólk sem flokkar í lífrænt í sínu sveitarfélagi (innan og utan Rangárvallasýslu) komumst við að því að maíspokarnir séu fljótir til að byrja að leka í heimilisfatinu. Því eru margir sem ýmist fara út með græna fatið og tæma úr því beint í brúna fatið eða setja fullan maíspoka í annan maíspoka áður en það fer með það út. Annað vandamál sem fólk minntist á var hversu fljótir pokarnir eru að rifna.

Við komumst fljótlega að því að pokarnir væru vissulega fljótir að rifna, en séu þeir rakir eru þeir gjarnari til að teygjast í langar ræmur áður en þeir rifna. Því er ekki æskilegt að setja maíspoka sem safnað hefur verið í einsleitun í hakkara þar sem líkur eru á því að þeir muni festast og flækjast í hnifunum/keðjunum í tækinu.

Í þessum fyrsta fasa tilraunarinnar fjarlægðum við einfaldlega maíspoka og ólífræn efni með því að plokka það í burtu, ýmist fyrir eða eftir gerjun. Þetta er þó ekki sjálfbært ferli til lengdar enda tímafrekt og kostnaðarsamt skref sem veldur því að við getum ekki einsleitað eða malað hráefnið hratt og örugglega áður en gerjun hefst. Plokkunin var tímafrekasta verkið í meðhöndlun á sorpstöð (tafla 3). Fyrir hvert blátt kar sem við fylltum af lífrænu hráefni fylltum við að jafnaði heila svarta ruslatunnu af maíspokum og ólífrænu efni. Þar

sem maíspokar brotna ekki niður á landi eða í jarðveg viljum við ekki bera ábyrgð á því að dreifa jarðgerð með þeim í.

Tafla 3: Úrvinnslutími lífræns hráefnis á sorpstöð í fyrsta fasa. Tíminn er mældur í klukkustundum miðað við einn starfsmann í vinnu við að fjarlægja óniðurbrotanleg hráefni úr endurvinnsluferli.

	Nettó þyngd (kg)	Úrvinnslutími mi hráefni á sorpstöð fyrir gerjun	Úrvinnslutími mi hráefni eftir gerjun	Heildar úrvinnslutím i hráefni	Úrvinnslutími á einu tonni af hráefni
MP1	650	2	13,5	15,5	23,8
MP2	590	2	13,5	15,5	26,3
EP1	600	5	5	10	16,7
EP2	610	5	5	10	16,4
PP	640	5	5	10	15,6

Eru pappírspokar ákjósanlegur kostur í bokashi jarðgerð?

Pappírspokar eru ákjósanlegur kostur í bokashi-jarðgerð og ef eitthvað er getur pappírinn haft jákvæð áhrif á C:N hlutfall í jarðgerðinni. Hins vegar er möguleiki á að innleiða flokkunarkerfi sem krefst hvorki maís- né pappírspoka. Betur verður farið út í það í kaflanum: Næstu skref.

Hversu mikið af stoðefni þarf fyrir árangur?

Í hvert kar notuðum við 3L af örverum, 12 kg af leirsteindum og 10,8 kg af skeljasandi. Þegar lífrænt hráefni fer ferskt í bokashi meðhöndlun er venjulega notað um 2L af örverum, 10 kg af skeljasandi og 10 kg af leirsteindum fyrir hvern m³ en sökum þess að hráefnið var allt að 1-3 vikna gamalt þegar það var meðhöndlað jukum við magnið af örverum.

Hver er rýrnun hráefnisins í kjölfar gerjunar?

Rýrnun hráefnis var mæld með því að vigta kór fyrir og eftir gerjun. Gera má ráð fyrir um 10-20 kg skekkju frá vigtinni sem notuð var á sorpstöðinni Strönd. Miðað við þær mælingar sem við tókum var rýrnun að meðaltali um 43,75 kg sem gerir um 6,6% rýrnun.

Hversu vel geymist jarðgerðin að gerjun lokinni?

Að gerjun lokinni er hráefnið nokkuð stöðugt á meðan það er enn í loftfirrtum aðstæðum. Sökum þess hversu hátt N er í henni er hún þó nokkuð óstöðug þegar hún er opnuð og

kemst í snertingu við súrefni og því hættu á að rotnun hefjist. Við teljum að með því að hækka C:N hlutfallið upp í 20 erum við komin með stöðugri lokaafurð sem er ekki eins viðkvæm fyrir súrefni. Að auki teljum við að með því að einsleita lífræna hráefnið fyrir gerjun verður til minni þörf á því að sigta jarðgerðina eftir gerjun með tilheyrandu útsetningu fyrir súrefni. Það ætti enn frekar að auka geymslutíma hennar sé hún ekki notuð strax.

Næstu skref

Með því markmiði að stytta meðhöndlunartíma á sorpstöð, hagkvæma ferlið, auka árangur gerjunarferlisins og búa til afurð sem má auðveldlega nýta sem lífrænan áburð sjáum við nokkra möguleika til úrbóta. Annarsvegar eru það betri aðstaða og réttur tækjabúnaður á sorpstöð, og hins vegar notendamiðuð nálgun í sorpflokkun á heimilum.

Betri tækjabúnaður og aðstaða á sorpstöð

Til að auka gæði meðhöndlunar, vinnuástöðu og afköst ætlum við að smíða úrvinnsluborð sem lífrænt efni ratar á beint úr söfnun. Á borðinu verður auðvelt að koma auga á og snöggflokka ólífrænt efni sem óvart ratar í lífræna flokkun á heimilum áður en hráefnið fer í gerjun.

Að auki höfum við fjárfest í hakkara sem er hannaður til að einsleita lífrænt hráefni samtímis því að blanda stoðefni við það fyrir gerjun. Hakkariinn hefur burði til að einsleita allt að 1 tonn af hráefni á klukkustund. Einsleitunin gefur örverunum í stoðefninu meira yfirborðsrými til að gerja hráefnið sem eykur árangur gerjunarinnar. Í kjölfar gerjunar er hráefnið strax nýtanlegt sem lífrænn áburður.

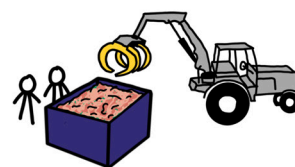
(sjá mynd 5 til skýringar)

Ný nálgun í heimaflokkun

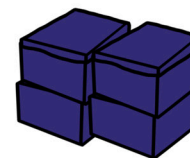
Við leggjum til að gera notendaprófanir með nýrri nálgun í heimaflokkun á lífrænum úrgangi með nokkrum heimilum í sýslunni (sjá mynd 6 til skýringar). Markmið okkar verður að bæta bæði flokkun og upplifun íbúa af flokkun lífræns hráfnis á heimilum sínum. Þetta er gert með svokallaðri „uppstreymis“ nálgun. Með því að ná bæta flokkun snemma í endurvinnsluferlinu og gera maísþoka óþarfa aukum við afköst og gæði í gerjun á sorpstöð. Sé verkefnastjórn tilraunaverkefnisins opið fyrir notendaprófunum með íbúum Rangárvalasýslu má vissulega endurhugsa eftirfarandi nálgun í samvinnu áður en þær eru framkvæmdar.

Mynd 5: Meðhöndlun á sorpstöð í fyrsta fasa og meðhöndlun miðað við betri tækjabúnað á sorpstöð

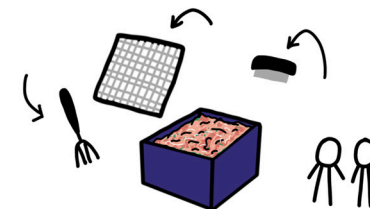
Meðhöndlun á sorpstöð í fyrsta fasa tilraunar



1. Söfnunarbíll er tæmdur á Strönd. Körin eru fyllt með gröfu, óniðurbrotanlegt efni flokkað burt og stoðefni blandað við lífrænt hráefnið



2. Fullum körum er staflað og hráefnið látið gerjast í 8 vikur

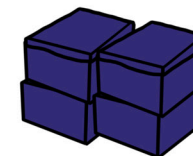


3. Að gerjun lokinni eru tunnur opnaðar og jarðgerðin sigtuð. Maísþokar og annað óniðurbrotanlegt efni sem ekki var fjarlægð fyrir gerjun er flokkað burt

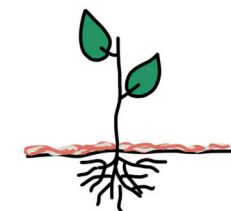
Meðhöndlun m.v. betri tækjabúnað á sorpstöð



1. Söfnunarbíll tæmdur á Strönd. Lífrænt hráefni ratar á flokkunarborð sem auðveldar starfsfólki að koma auga á og fjarlægja óniðurbrotanleg hráefni. Hráefnið fer í einsleitun og stoðefni blandað saman við



2. Fullum körum er staflað og hráefnið látið gerjast í 8 vikur



3. Að gerjun lokinni er jarðgerðin tilbúin til nýtingar í landgræðslu eða annari ræktun

Notendaprófanirnar myndu standa yfir í þrjá mánuði til að skoða hvort þær beri æskilegan árangur. Í þeim munum við hanna notendavænt ferli með stöðugri endurgjöf frá íbúum, snarminnka magn ólífræns efnis sem endar í lífrænni flokkun og hefja gerjun á lífrænu hráefni fyrr. Við teljum að árangur í þessum fyrstu skrefum endurvinnsluferlisins hefur bæði að geyma ávinning fyrir íbúana sjálfa auk mikils keðjuverkandi gagns við meðhöndlun á sorpstöð.

Í upphafi notendaprófana fá þátttakendur sett af tveimur 10-20L loftþéttum tunnnum til að flokka lífræn hráefni í, auk spreibrúsa með örverum í vökvaformi. Örverurnar hrinda gerjun strax af stað á heimili þátttakenda. Engin þörf er á að nota maíspoka í tunnurnar.

Tunnan er allajafna lokað þar sem hún er geymd inni. Hér verður strax ávinningur fyrir íbúa þar sem engin lykt stafar frá tunnunni þegar fyllast fer í hana. Lokað tunna skapar

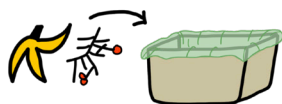
Mynd 6: Núverandi skref í heimaflokkun og skref í heimaflokkun sem við viljum prófa í notendaprófunum með íbúum

einnig kjöraðstæður fyrir örverurnar til að gerja hráefnið sem í hana ratar.

Þegar flokkað er í tunnuna er hún opnuð, lífrænu hráefni bætt við, spreijað nokkrum sinnum yfir yfirborðið úr spreibrúsanum og henni svo lokað. Í þau skipti sem tunnann er opnuð lyktar hráefnið ekki af rotnun eða myglu heldur af vægri gerjunarlykt, sem minnir einna helst á súrkál eða edik.

Í þjónustuhönnun er þetta ferli sem kallast að hanna fyrir „hröðum og hægum ákvarðantökum“ í ferli notanda. Með því að „opna - fylla - spreija - loka“ hægjum við örlítið (<10-15 sekúndur) á verknaðinum sem það að henda í ruslið er. Þannig skapast meira rými fyrir góða ákvarðanatöku eða ásetning í flokkuninni. Tilgátan okkar er sú að minna af ólífrænu efni rati óvart í lífrænu tunnuna í þessu ferli. Á sama tíma sparist tími notanda þegar ferðum „út með ruslið“ fækkar úr 1-3 ferðum í viku, yfir í 1 ferð á 1-2 vikna fresti.

Núverandi heimaflokkun



Ólífrænt efni getir ratað í fatið fyrir slysi



lykt og leki geta reynst leiðinleg notendaupplifun



Ólífrænt efni getir ratað í fatið fyrir slysi



1. lífrænt hráefni fellur til á heimilum

2. lífrænt hráefni flokkað í lítið eldhúsfat með maíspoka

3. þegar pokinn er fullur eða farið er að lykta úr honum er kominn tími til að tæma

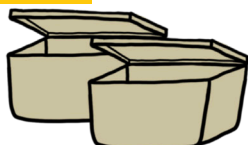
4. maíspokar eiga það til að leka og því getur verið leiðinleg upplifun að fara með þá út í tunnu

5. sumir setja því annan maíspoka utanum þann fulla eða rölta með fatið út og tæma úr því þar

6. brúnt fat hangir í svartri ruslatunnu sem einnig hýsir óflokkað rusl

7. áður en næsti poki er settur í litla eldhúsfatið ef maíspokinn hefur lekið

Möguleg heimaflokkun í notendaprófunum



Íbúar í notendaprófunum fá sett af 10-20 L loftþéttum tunnnum til að flokka lífrænt hráefni beint í (engir maíspokar) og örverur í vökvaformi í spreibrúsa.



1. lífrænt hráefni fellur til á heimilum



2. þegar flokkað er í tunnuna er spreijað nokkrum sinnum úr brúsanum á yfirborðið og henni svo lokað aftur



3. tunnan er allajafna lokað og því stafar engin lykt frá henni í eldhúsum íbúa. Þegar hún er opnuð til að fylla á hana kemur örlítið súr gerjunarlykt



4. þegar tunnan er full er hún lögð út við hlið annarra ruslatunna fyrir sorpþjónustu að sækja

Þegar tunnan er full eru þátttakendur beðnir um að fara með hana út og leggja við hlið annarra ruslatunna sem tilheyra heimilinu. Með því að sturta ekki úr tunnunni í fat ofan í ruslatunnu sem einnig hýsir öflokkað rusl, minnkum við aftur líkurnar á því að ólífrænt efni rati í lífræna flokkun.

Á meðan notendaprófununum stendur er lífrænu hráefni safnað af starfsfólki Jarðgerðarfélagssins á litlum sendiferðabil, en ekki af sorpsófnunarbíl sveitarfélagsins. Þetta yrði gert til að raska ekki almennri sófnun í sýslunni hjá öðrum íbúum. Að auki munum við eiga í virku samtali við þátttakendur og fá endurgjöf á það sem gengur vel og betur mætti fara.

Ávinningur fyrir þátttakendur:

- Minni lykt frá lífrænu hráefni sem farið er að rotna eða mygla í heimilisfatinu
- Færri ferðir „út með ruslið“ - tunnan fer út þegar hún er full. Að jafnaði tekur það kjar-nafjölskyldu um tvær vikur að fylla 16L tunnu
- Sparnaður við kaup á maispokum og engin hætta á lekandi pokum
- Þátttakendur hafa mikilvæg áhrif á vistkerfi í nærumhverfi sínu
- Betri færni í heimilisflokkun

Keðjuverkandi ávinningur í næstu skrefum endurvinnsluferilsins:

- Minna magn af ólífrænu efni sem ratar í lífræna flokkun
- Engir maispokar sem þarf að fjarlægja á sorpstöð
- Gerjun hefst fyrr / engin rotnun lífræns hráefnis
- Styttir úrvinnslutíma á sorpstöð

Annar ávinningur og ávinningur til lengri tíma:

Með því að ná árangri í bæði heimaflokkun og með bættum tækjabúnaði á Strönd teljum við okkur geta stýtt meðhöndlunartíma allverulega (tafla 4) og gert bokashi-jarðgerð að heppilegum kosti fyrir Rangárvallasýslu. Auðlindin sem lífrænt hráefni er nýttist innan sýslunnar, kostnaður við flutning hráefnis í Hafnarfjörðinn minnkar og kolefnisfótsporid sömuleiðis. Nýting jarðgerðarinnar til landgræðslu eykur að auki heilsu jarðvegs og bindur enn fremur kolefni í jarðvegi.

Tafla 4: Úrvinnslutími lífræns hráefnis á sorpstöð með og án úrbóta, miðað við tvo starfsmenn í vinnu (af öryggisástæðum við notkun á hakkara). Núverandi aðferð vísar til úrvinnslu eins og hún var framkvæmd í fyrsta fasa án úrbóta: maispokar og óniðurbriótanlegt efni er fjarlæggt án aðstoðar sérstaks hakkara og úrvinnsluborðs. Úrbætur A vísa til úrvinnslu með aðstoð sérstaks hakkara og úrvinnsluborðs. Úrbætur B vísa til þess að maispokar séu óþarfir í heimaflokkun og dregið úr magni óniðurbriótanlegra efna sem rata í lífræna flokkun í samstarfi við íbúa, auk aðstoðar sérstaks hakkara og úrvinnsluborðs. Hámarks úrvinnslugeta á ári reiknast út frá því að 1928 vinnutímar séu í einu ári.

Úrvinnsluaðferð	Lífrænt hráefni í fiskikörum (tonn)	Heildarvinna í klukkutímum fyrir úrvinnslu eins fiskikars	Heildarvinna í klukkutímum fyrir úrvinnslu eins tonns af lífrænu hráefni (klukkutímar á tonn)	Úrvinnsla lífræns hráefnis á klukkutíma (í tonnum)	Hámarks úrvinnslugeta á ári (tonn)
Núverandi	0,65	7,75	11,9	0,084	161,7
Úrbætur A	0,65	5	7,7	0,130	250,6
Úrbætur B	0,65	2,75	4,2	0,236	455,7

Niðurlag

Í stuttu máli getum við fullyrt að fyrsti fasi tilraunaverkefnisins bar tvímælalaust árangur. Lífrænt hráefni var gerjað með góðum árangri, jarðgerðin var næringarrík og nýtanleg sem lífrænn áburður við gróðursetningu birkigræðlinga að hausti. Tækifæri eru til að bæta ferlið enn frekar til að hagræða því og skila stöðugri lokaafurð. Kaup á hakkara og með því að minnka magn óniðurbriótanlegra efna sem rata í flokkun getum við hraðað úrvinnslu á sorpstöð til muna. Frekari samtöl við verkefnastjórn og íbúa Rangárvallasýslu munu hjálpa til við að kortleggja þau skref sem þarf til að ná markmiðum okkar í næsta fasa.

Við erum gríðarlega þakklátar fyrir þá samvinnu og stuðning sem við höfum fengið frá Sorpstöð Rangárvallasýslu og Landgræðslunni. Sérstakar þakkir fá Ómar Sigurðsson og starfsmenn á Strönd fyrir ótrúlega hjálpsemi (og ljómandi gott kaffi), Magnús H. Jóhannsson og Andrew Sincock fyrir að leiðbeina okkur í gegnum þetta þróunar- og lærdómsferli, Stefán Gíslason fyrir að hvatningu, góða gagnrýni og tölulegar upplýsingar, Agriton fyrir að styrkja okkur um stoðefni og Hrönn Guðmundsdóttir verkefnastjóri Hekluskóga fyrir að styrkja okkur um birkigræðlinga, Atvinnumál Kvenna fyrir þróunarstyrk, Brynjar Hólm Bjarnason, Lilja Dögg Helgadóttir og Hrefna Björg Gylfadóttir sem öll mættu galvösk til að undirbúa hráefni fyrir gerjun og sigta jarðgerðina að gerjun lokinni og Baldur Brynjarsson og Þórunn Kolbeinsdóttir við hjálp í gróðursetningu og Ragnheiður Harpa Leifsdóttir sem sá um yfirlestur á þessari skýrslu. Síðast en ekki síst á eiga Sorpstöð Rangárvallasýslu og íbúar hrós skilið fyrir að vera brauðriðjandi í úrgangsmálum. Þessi samvinna og markvis-sar endurbætur á endurvinnsluferlinu koma okkur skrefi nær því að hanna staðbundið, hagkvæmt og umhverfisvænt ferli til að meðhöndla lífræn hráefni um allt land.

