

Biopåse för matavfall

Louise Alexandersson, NSR
Sandra Persson, Nàrab
David Palm, IVL
Jenny Westerdahl, IVL
Carl Rosén, Gaia
Ulf Nordberg, JTI
Lars Frid, LK Konsult

Biopåse för matavfall

Biological degradable bag

Louise Alexandersson, NSR
Sandra Persson, N rab
David Palm, IVL
Jenny Westerdahl, IVL
Carl Rosén, Gaia
Ulf Nordberg, JTI
Lars Frid, LK Konsult

Projektnummer WR-51
 r: 2013

WASTE REFINERY
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
Box 857, 501 15 Borås
www.wasterefinery.se
wasterefinery@sp.se
ISSN 1654-4706

Sammanfattning

Projektet har studerat olika aspekter av att införa en biopåse med dolomitinblandning för insamling av matavfall och riktar sig till organisationer som bedriver insamling och (för-) behandling av matavfall, rötningsanläggningsägare samt producenter av utrustning för insamling av matavfall. Målet var att se om det går att ta fram en biopåse med dolomitinblandning som är användarvänlig, utan risk för nedbrytning i användarledet, nedbrytbar i rötningskammare, godkänd enligt SPCR 120, hanterbar inom befintlig förbehandling och har en miljöprestanda över hela livscykeln motsvarande alternativa produkter som papperspåse och plastpåse. Projektet har genomförts i tre delar:

Del 1

Det har testats fem olika recepturer på påsar dels med olika kalk/dolomit halter samt med både majs och potatisstärkelse.

Testerna har gjorts på villor och storkök, under hösten 2012 tom våren 2013. Villorna tyckte att biopåsar var bra jämförelsevis med papperspåsen de har idag. Storköken tyckte att påse 1 (15 % dolomit) fungerade utmärkt för rinnande avfall samt att påse 3 (25 % dolomit, majsstärkelse) och 3p (25 % dolomit, potatisstärkelse) hade sämre hållbarhet.

Förstudien på NSRs förbehandling gjordes med 45 liters av påse 3p (25 % dolomit, potatisstärkelse). Den visade att den testade påsen betedde sig på samma sätt som dagens bioplastpåsar d.v.s. fastnade i processen. Analyserna på pressvätskan visade att man låg under gränserna för SPCR120 och mycket små mängder gick ut i rejektet.

Del 2

Syftet med denna studie var att utvärdera nedbrytbarheten av biopåsar under satsvisa rötningsförsök. De satsvisa anaeroba systemen bestod av en ymp och ett substrat för att efterlikna miljöförhållandena i en biogasreaktor. De biologiskt nedbrytbara påsarna utvärderades genom att väga vikt förlusten efter rötning vid termofil temperatur och med ymp från Uppsala samrötning biogasanläggning. De analyserade biopåsarna har genomgått ett normalt förfarande med användning och hantering i de två insamlingsområdena.

Testerna visar att närvaron av materialet av biopåse inte ger något betydande bidrag till metanproduktion. Viktminskningen av biopåse 0, 1, 2 och 3 visar efter 60 dagars rötning ingen signifikant skillnad relativt vikt förlusten i den abiotiska kontrollen. Dock visade vikt förlusten av prover 3p och papperspåsen en signifikant skillnad jämfört med deras respektive abiotisk kontroll efter 60 dagars rötning.

Del 3 IVL

Miljöpåverkansbedömningen av biopåsen med dolomitinblandning genomfördes som en livscykelanalys och en expertbedömning av eventuell markanvändningsproblematik. Resultaten visar att biopåsen med dolomitinblandning har en jämförbar miljöprestanda med papperspåsen och bättre än plastpåsen. Hur påsen påverkar matavfallssystemet har betydligt större miljöpåverkan än materialet påsen är tillverkad av. Markanvändningsbedömningen visar att produktion och odling av ingående material bör ske i spårbara produktionskedjor för att säkerställa att det inte sker någon konkurrens med odling av mat. För de volymer som krävs för matavfallspåsar på den svenska marknaden är odlingen av råvaror oproblematiske.

Nyckelord: avfallspåse, matavfall, rötning, biopåse, förbehandling

Summary

The project has studied aspects of introducing a biodegradable bag with dolomite content for collection of food waste. The report is aimed at organizations conducting collection, pretreatment and treatment of food waste, owners of anaerobic digestion facilities and producers of equipment for collection of food waste. The goal was to see if it is possible to develop a biobag with dolomite content that are user friendly, without risk for degradation at the customer, degradable in an anaerobic digester, in conformity with SPCR 120, workable within current pretreatment and with an overall environmental performance on the full life cycle comparable to alternative products such as paper or plastic bags. The project contains three main parts:

Part 1

Five different levels of dolomite content have been developed where some had starch from potatoes and some from maize. User trials have been performed in households and restaurants during the autumn of 2012 and spring of 2013. The households preferred the bio bag over the paper bag. The restaurants preferred the bag with 15% dolomite and considered the bags with 25% dolomite to have a lower strength. Pretreatment at NSR was performed with 45L bags with 25% dolomite. The new biobag had similar performance as the regular biobag and got stuck in the machines. Analysis showed that the limits for SPCR120 was achieved.

Part 2

Part two investigated the degradability of the biobag with batch anaerobic digestion tests. The testing consisted of graft and substrate to mimic the conditions in an anaerobic reactor. The biodegradable bags was evaluated by comparing the weight loss after digestion at thermophile temperature. The analysed bags were treated as normally done with food waste in the collection areas.

Tests showed no contribution to the methane from the biobags. Biobag 0, 1, 2 and 3 showed no difference in weight. Biobag 3p and the paperbag showed a significant weight loss compared to the abiotic control.

Part 3

The environmental assessment of the biobag with dolomite content was performed as a life cycle assessment and an expert judgement of land use related issues. The results show that the biobag with dolomite content has a comparable environmental impact to the paper bag and lower than the plastic bag. Effects on the food waste collection system are much more important than production of the bags from an environmental perspective. The land use shows that production of ingredients for the biobag should be produced in traceable supply chains to ensure that there is no competition with food production. For the scale of swedish food waste collection bags, the production of ingredients is fairly unproblematic.

Keywords: Waste bag, food waste, anaerobic digestion, biobag, pretreatment

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	9
1.1	PROBLEMBESKRIVNING	9
1.2	SYFTE OCH MÅL	9
1.3	AVGRÄNSNINGAR	10
2	BAKGRUND	11
3	MATERIAL	13
3.1	BIOPÅSARNA	13
3.2	TILLVERKNING	13
3.3	OLIKA KVALITÉER UTIFRÅN OLIKA KALKINBLANDNING	13
4	METOD OCH GENOMFÖRANDE	15
4.1	INSAMLING OCH FÖRBEHANDLING MED BIOPÅSEN MED OLIKA KALKINBLANDNINGAR	15
4.1.1	<i>Insamlings försök på Nårab – villor.....</i>	<i>15</i>
4.1.2	<i>Insamlingsförsök på NSR – storkök och restauranger.....</i>	<i>15</i>
4.1.3	<i>Förbehandling på NSR.....</i>	<i>16</i>
4.1.4	<i>Förbehandling i Växjö.....</i>	<i>16</i>
4.1.5	<i>Förbehandling på Nårab.....</i>	<i>17</i>
4.2	RÖTTESTER I LABSKALA FÖR OPTIMERING AV KALKINBLANDNINGEN	17
4.2.1	<i>Biopåsar.....</i>	<i>17</i>
4.2.2	<i>Ympning.....</i>	<i>18</i>
4.2.3	<i>Substrat.....</i>	<i>18</i>
4.2.4	<i>Procedur.....</i>	<i>18</i>
4.3	MILJÖPÅVERKANSBEDÖMNING AV BIOPÅSEN JÄMFÖRT MED ALTERNATIVA PRODUKTER UR ETT LIVCYKELPERSPEKTIV	20
4.3.1	<i>Funktionell enhet.....</i>	<i>21</i>
4.3.2	<i>Systemgränser.....</i>	<i>21</i>
4.3.3	<i>Miljöpåverkanskategorier.....</i>	<i>22</i>
4.3.4	<i>Bedömning av markanvändning.....</i>	<i>22</i>
5	RESULTATREDOVISNING	24
5.1	INSAMLING OCH FÖRBEHANDLING MED BIOPÅSEN MED OLIKA KALKINBLANDNINGAR	24
5.1.1	<i>Insamlingsförsök på Nårab – villor.....</i>	<i>24</i>
5.1.2	<i>Insamlingsförsök på NSR – storkök och restauranger.....</i>	<i>24</i>
5.1.3	<i>Förbehandling på NSR.....</i>	<i>25</i>
5.1.4	<i>Förbehandling i Växjö.....</i>	<i>26</i>
5.1.5	<i>Förbehandling på Nårab.....</i>	<i>26</i>
5.2	RÖTTESTER I LABSKALA FÖR OPTIMERING AV KALKINBLANDNINGEN	26
5.3	MILJÖPÅVERKANSBEDÖMNING AV BIOPÅSEN JÄMFÖRT MED ALTERNATIVA PRODUKTER UR ETT LIVCYKELPERSPEKTIV	28
5.3.1	<i>Resultat för samtliga miljöpåverkanskategorier, normaliserat.....</i>	<i>28</i>
5.3.2	<i>Bedömning av markanvändning.....</i>	<i>30</i>
6	RESULTATANALYS	32
6.1	INSAMLINGSFÖRSÖK PÅ NÅRAB	32
6.2	INSAMLINGSFÖRSÖK PÅ NSR	32
6.3	FÖRBEHANDLING PÅ NSR	32
6.4	RÖTTESTER I LABSKALA	33
6.5	MILJÖPÅVERKANSBEDÖMNING	33
7	SLUTSATSER	35
7.1	INSAMLINGSFÖRSÖK PÅ NÅRAB	35

7.2	INSAMLINGSFÖRSÖK PÅ NSR	35
7.3	FÖRBEHANDLING PÅ NSR	35
7.4	RÖTTESTER I LABSKALA	35
7.5	MILJÖPÅVERKANSBEDÖMNING	35
8	REKOMMENDATIONER OCH ANVÄNDNING	36
9	LITTERATURREFERENSER	37
10	FÖRTECKNING ÖVER BILAGOR	39

1 Inledning

1.1 Problembeskrivning

Insamling av matavfall till rötning sker idag främst med tre system, papperspåse eller biopåse i luftat system alternativt plastpåse i optibag-system. Insamling med papperspåse har klara brister ur användarsynpunkt med hållbarhetsproblem och genomblötning (Henriksson 2010) och vid insamling med plastpåse föreligger alltid risken att plastpartiklar följer med in i rötningen med förorening av rötresten som följd samt en risk för driftsproblem (Bohn et al 2010). Att istället använda en nedbrytbar påse av bioplast skulle kunna lösa båda dessa problem. Tidigare bioplastpåsar har i själva verket ofta bestått av en blandning av fossil plast och bioplast samt har oavsett innehåll i regel varit för svårnedbrytbara för att hanteras i rötning (Borås Energi & Miljö 2012, UMEVA 2011). Genom hela denna rapport avses med biopåse en påse för insamling av matavfall bestående huvudsakligen av stärkelsebaserad plast, biologiska oljor och kalk.

1.2 Syfte och mål

Projektets syfte är att undersöka huruvida det går att ta fram en bioplastpåse med dolomitinblandning för insamling och rötning av matavfall med följande egenskaper:

- Användarvänlig, utan risk för nedbrytning i användarledet
- Nedbrytbar i rötningskammare
- Godkänd som del av rötrest enligt SPCR 120
- Hanterbar inom befintlig förbehandling där så sker
- Miljöprestanda över hela livscykeln motsvarande eller bättre än motsvarande produkter som papperspåse och plastpåse.

Ett övergripande mål är hitta en bättre produkt för insamling av matavfall ur såväl användarnas, anläggningsägarnas som rötrestmottagarnas perspektiv. Målet är att tydligt visa på för- och nackdelar med biopåsen jämfört med befintliga alternativ.

En inblandning av kalk i biopåsen ger en snabbare nedbrytning, och ett optimum där biopåsen inte bryts ned i insamlingsledet utan i förbehandlings och rötningssteget eftersöks i detta projekt. Möjligheten att styra biopåsens nedbrytningshastighet genom olika kalkinblandningar gör att biopåsens hållbarhet kan anpassas för optimal användning i olika insamlings och förbehandlingssystem i olika delar av landet.

Projektets delmål är att:

- Genomföra insamling av matavfall med biopåse för att undersöka eventuell nedbrytning i insamlingsskedet och andra användarrelaterade problem
- Undersöka biopåsens påverkan på och av förbehandling
- Undersöka biopåsens rötbarhet med olika kalkinblandningar (20-60 % kalk)
- Undersöka miljöprestanda över hela livscykeln för biopåsen jämfört med papperspåse och plastpåse med avseende på övergödning, försurning, växthuseffekt samt primärenergi.

- Undersöka eventuell markanvändningsproblematik då jordbruksmark används för annat än matproduktion

Målgruppen för projektet är:

- Organisationer som bedriver insamling och (för-)behandling av matavfall
- Röttningsanläggningsägare
- Producenter av utrustning för insamling av matavfall

1.3 Avgränsningar

Antalet undersökta kalkinblandningar i biopåsen begränsades till fem nivåer mellan 0 och 25 procent till kund och 0 och 30 procent i rötttesterna.

Test av påsarna har genomförts av både Närab och NSR. Närab testade 8 liters påsar på 800 villor i Klippan. NSR testade 45 liters påsar på 28 resturanger och storkök i Helsingborg. En förstudie har även gjorts på NSRs förbehandling.

Miljöpåverkansbedömningen begränsas till att inkludera förurning, övergödning, växthuseffekt, primärenergi samt markanvändning från produktion av insatsmedel till rötat matavfall och användning av rötrest. Fokus kommer att ligga på produktion av projektets biopåse samt de vanligaste alternativen för matavfallsinsamling. Parametrar såsom geografisk placering av produktion av biopåsen och olika möjliga råvaror kommer att hanteras genom känslighetsanalyser inom ramen för livscykelanalysen.

2 Bakgrund

Insamling av matavfall sker idag främst genom papperspåse, bioplastpåse eller plastpåse (rapport B2009:1). Insamling med papperspåse upplevs för användaren mer invecklat vid handhavandet samt kan vid tömning ge problem med fastfrysning i kärlet. Plastpåsar ger problem i behandlingsskedet då plastmaterialet fastnar i pumpar, propellrar och liknande (Henriksson 2010). I Henriksson (2010) anger röttningsanläggningarna att det främsta utvecklingsbehovet är påsar av förnyelsebart material.

En minskad andel plast i matavfallet kommer på sikt att ge bättre förutsättningar för störningsfri drift i förbehandlingen och en förbättrad substratkvalitet kommer att få positiva effekter på biogasrötningen och rötrestens möjlighet att få biogödselstatus enligt SPCR 120.

NÅRAB (Norra Åsbo Renhållning AB) har i samarbete med GAIA genomfört en studie på 800 villor i början av 2012, där matavfall samlats in med en biopåse utan inblandning av kalk som ersättning för insamling med papperspåse. Studien pågick i åtta veckor och hushållen var till över 90 procent nöjda med matavfallsinsamling med biopåsen. Motsvarande försök har gjorts på Merab hos 280 villor, flerfamiljshus, förskolor och storkök i Eslöv under två månader. Testerna som gjorts visar på att påsen kan siktas bort före förbehandlingen (med en Doppstadt SM215 med en skruvpress som tillval) och komposteras. Detta ledde till att man ville se om det gick att ta fram en påse som kan gå igenom hela processen.

Tidigare försök att ersätta plast- och papperspåse har gjorts i slutet av 90-talet med dåligt resultat. En blandning av polyeten och majsstärkelse (50/50) i soppåsen skulle behålla plastpåsens fördelar gentemot papperspåsen och samtidigt förbättra miljön genom att bidra med en minskning av växthusgaser. Påsarna gav i regel störningar vid förbehandling och rötning då de inte bryts ned utan fastnar i anläggningarnas rörliga delar (NSR 2012).

En helt stärkelsebaserad biopåse har liknande problem som plastpåsen i form av driftsstörningar då den inte bryts ned tillräckligt snabbt.

Att introducera en ny typ av påse för insamling av matavfall ställer krav på att tillverkning och användning av en sådan påse inte bidrar till en ökad miljöpåverkan genom till exempel ökade koldioxidutsläpp. Flera studier på området har gjorts där t ex Liptow och Tillman (2009) har jämfört bioplast av stärkelse från sockerrör och plast från råolja. Där konstaterades att utan hänsyn till markanvändning ger bioplasten klart lägre växthusgasutsläpp än den fossila plasten medan omvandling av regnskog till åkermark inkluderas blev växthusgasutsläppen jämförbara för båda produkterna. Studien är dock inte representativ för biopåsen som ska studeras i detta projekt då råvaran till bioplasten kommer från majsstärkelse som i regel har större utsläpp vid produktion men lägre från markanvändning. IVL Svenska Miljöinstitutet har tidigare genomfört liknande jämförande studier av plast och papperspåsar (Eriksson et al 2009) där papperspåsen visade sig vara bättre ur klimatsynpunkt än plastpåsen.

Det finns även studier på produkter där kalk blandats in i plastförpackningar och jämförts med pappers- och plastförpackningar (Franklin Associates 2011) där produkterna med

kalkinblandning är miljömässigt bättre för energi, avfall, vatten och växthuseffekt. Det saknas dock idag jämförande studier på bioplastpåsar med kalkinblandning och de alternativa produkterna papperspåse respektive plastpåse.

Jämförelser har gjorts av mängden insamlat matavfall vid insamling i papperspåse kontra plastpåse (Avfall Sveriges Rapport U2010:10). Den visar att utsorteringsgraden är 50 % högre vid papperssystem än plastpåse. Papperssystem gav även 39 % mer metan per anslutet hushåll än plasticsystemet. Plastpåsar gav troligen en sämre insamlingseffekt då den var sämre ur pedagogisk synpunkt. En plastpåse appellerar inte intuitivt till en komposterbar fraktion. Inga jämförelser kunnat göras med bioplast då underlaget var för lite.

En kartläggning har gjorts av problemen vid olika insamlingstekniker (Henriksson, 2010). De största problem man såg hos papperspåse var att brukaren använde plastpåse runt papperspåsen, medan för bioplastpåse var de största problemen hållbarheten. Problem inom arbetsmiljö som mögel, fluglarver/flugor gick att lösa med information.

3 Material

3.1 Biopåsarna

Biopåsarna som använts i de olika försöken består av majs- eller potatisstärkelse, dolomit och en bionedbrytbar polyester. Tillsammans bildar råvarorna en typ av biomaterial. Alla testade biopåsar är bionedbytbara samt komposterbara. I projektet har det tillverkats 8 liters och 45 liters påsar för hushåll respektive storkök.

Det skall observeras att utvecklingen av biopåsen för test i svenska hushåll och storkök fortsätter med hög intensitet även om produkten idag väl fyller de krav som ställs för bra källsortering och hantering av matavfall.

3.2 Tillverkning

Produktion av påsarna sker i stort på samma sätt som produktion av ordinarie plastpåsar. En extruder används i det första steget som smälter och knådar samman stärkelsen, dolomiten och polyestern med hjälp av en skruv och värme. Resultatet är strängar av bioplast som klipps ned till ”riskorn”. Därefter omvandlas ”riskornen” till film via en filmbålsare. Filmbålsaren smälter ner materiet och med hjälp av luft blåses en ballong upp. Ballongen viks sedan samman och är redo för tryckverk och påsmaskinen.

I tryckverket används vattenbaserad färg. Ingen corona-behandling behövs (som påverkar ozonskiktet) och lösningsmedelsbaserade färger ersätts med vattenbaserade alternativ. Då materialet är organiskt drar det åt sig färgen som sen sätter sig. I sista steget går filmen igenom en påsmaskin som skär och svetsar ihop påsarna.

Biomaterialet är väldigt värmekänsligt och dess kedjor kan lätt bytas ner om produktionen sker vid för hög värme. Resultatet blir då en film i dåligt skick snabbt bryts ner och som ej skulle klara av de krav man ställer på en avfallspåse i ett hushåll.

3.3 Olika kvalitéer utifrån olika kalkinblandning

Olika typer av kvalitéer på biopåsarna har tagits genom att blanda olika kalkmängder med biomaterialet. Målet är att hitta kalkinblandning som gör att biopåsen fungerar optimalt i avfallshanteringen, det vill säga en biopåse som är hållbar hos hushåll men som vid anläggande till avfallsstation bryts ner raskt för att kunna följa med in i rötkammaren.

Att blanda in kalk i plast är vanligt. Inblandning av kalk ökar värmekänsligheten hos plastmaterialet och vid höga mängder kalk bryts materialet ner snabbare med hjälp av solljus och värme. När man blandar in dolomit i ett biomaterial kan man se positiva och negativa resultat. De positiva resultaten är ett biomaterial som bryts ner snabbare och blir skörare destomer biomaterialet byts ner. De negativa resultaten är att materialet blir ännu mer värmekänsligt, vilket kan medföra problem vid extrudering och svetsning. Svetsningen kan göra att materialet bryts ner snabbare runt svetsningen och påsen släpper i botten. För mycket dolomit kan även påverka biomaterialets styrka, det vill säga att materialet bli svagt mot spetsiga föremål.

Fem olika påsar med olika inblandning dolomit togs fram till projektet, se Tabell 1. Stärkelsen i påsarna 0-3 är majsstärkelse, medan potatisstärkelse använts i påse 3p. Material med högre inblandning av dolomit tillverkades i labbskala men avslogs snabbt då materialet inte kunde konverteras till film.

Tabell 1 Biopåsar med olika stärkelse och halt dolomit
Table 1

<i>Påse nr</i>	<i>Typ av stärkelse i påsen</i>	<i>Dolomithalt (kalkhalt)%</i>
<i>0</i>	Majs	0
<i>1</i>	Majs	15
<i>2</i>	Majs	20
<i>3</i>	Majs	25
<i>3p</i>	Potatis	25
<i>4</i>	Majs	30

4 Metod och genomförande

4.1 Insamling och förbehandling med biopåsen med olika kalkinblandningar

4.1.1 Insamlings försök på Nårab – villor

800 hushåll i Klippan som vanligtvis använder 8 liters papperspåsar valdes ut utifrån två befintliga turrundor. Dessa rundor ändrades då det gjordes en ruttoptimering, varvid testhushållen blandades med ”vanliga hushåll”. Information om testet skickades ut (bilaga A1) och påsarna (32 påsar per receptur och hushåll) delades ut och testades under 8 veckors perioder vardera, se Tabell 2.

Tabell 2 Sammanställning av insamlingsförsök Nårab
Table 2

Påse nr	Dolomithalt (kalkhalt)%	Testperiod
0	0	from v 44- tom v 51
1	15	from v 52 – tom v 7
2	20	from v 8- tom v 15
3p	25	from v 16-tom v 23

Det gick ut en enkät (se bilaga A2) till 400 slumpvis utvalda testhushåll i slutet av den sista testperioden. Denna omfattade samtliga testperioder och syftet var att få en bild av vad de tyckte om påsarna generellt.

Det gjordes två plockanalyser under testen. Den första gjordes den 22 november (påse 0), och den andra gjordes den 10 april (påse 2). Man plockade på allt matavfall på en av rundorna med testhushåll. Plockanalyserna utfördes enligt manualen från Avfall Sverige (Rapport U2013:11)

4.1.2 Insamlingsförsök på NSR – storkök och restauranger

28 restauranger och storkök i Helsingborg var med och testade de olika recepturerna med olika dolomitinblandning i 45 literspåsar. I dagsläget använder storkök och restauranger ”vanliga” biopåsar till sitt matavfall.

Eftersom det var många skolmatsalar med planerades testperioderna så att samtliga testperioder var avslutade vid vårterminens slut. Beräkningen av hur många påsar som varje ställe behövde var svår eftersom de inte bara byter när de är fulla utan också måste tömma alla kärlen varje dag. Det gjordes en ungefärlig uppskattning att man i varje 140 liters kärl la 10 påsar per vecka och att testperioderna var sex veckor per receptur. Utifrån antalet kärl deras abonnemang omfattade räknades en mängd påsar fram. De ställen som inte var skolmatsalar gjorde av med något fler påsar än beräknat då de inte var stängda över loven, men eftersom det var många skolor med i försöket valde vi att utgå från minst sex veckors provperiod för varje påse. Testperioderna för de två sista påsarna blev kortare för skolorna då det var svårt med leveranserna till de planerade dagarna.

Under tiden för insamlingsförsöken utfördes miljöpåverkansbedömningen parallellt. Miljöpåverkansbedömningen visade att potatisstärkelse var bättre än majsstärkelse varvid man valde att testa 25 % kalkinblandning med potatisstärkelse istället för den först tänkta 30 % dolomitinblandning i en majsstärkelsereceptur. En sammanställning över påsarna och deras respektive testperioder finns i Tabell 3.

Tabell 3 Sammanställning av insamlingsförsök NSR
Table 3

Påse nr	Dolomithalt (kalkhalt)%	Testperiod
0	0	from v 44 - tom v 49
1	15	from v 50 – tom v 5 (längre period pga jullov)
2	20	from v 6- tom v 12 (sportlov)
3	25	from v 13-tom v 18
3p	25	from v 19- tom v 23

I samband med utdelningen av den första påsen ”påse 0” åkte NSRs personal ut och informerade om testet personligen samt delade ut ett informationsmaterial (bilaga B1). Därefter har de övriga testpåsarna körts ut av insamlingsentreprenören. Om påsar funnits kvar av de redan testade recepturerna har dessa tagits med tillbaka av insamlingsentreprenören. Efter varje påse har restaurangerna/storköken fått en enkät (se bilaga B2) och svarskuvert med frågor om den påse de just avslutat att testa. Detta för att få en så informativ utvärdering som möjligt eftersom testperioden var lång och man ville veta skillnaderna i de olika kvaliteterna.

4.1.3 Förbehandling på NSR

Det har gjorts en förstudie till ett försök med förbehandling av biopåsen på NSR. Då det inte fanns möjlighet att göra detta försök hela vägen d.v.s. samla matavfallet separat från de som använder biopåsarna då dessa var utspridda över hela Helsingborgs stad, valde man att samla ihop 12 360 kg rent matavfall (med papperspåsar) och blanda i 49,3 kg Gaiapåsar 3p (potatisstärkelse och 25 % dolomit-inblandning) och låta det ligga fyra dygn innan det kördes genom NSRs tomma, rensade anläggning. En beskrivning av anläggningen återfinns i Bilaga G. Inblandningen av biopåsar motsvarade den mängd påsar som normalt används i storhushåll för denna mängd matavfall.

Anläggningen dokumenterades före och efter försöket. Under försöket togs tre stycken prov ut för analys av synliga föroreningar (1 liter styck), jämt fördelade över försökstiden, vilka direkt förslöts i provburkar och skickades till analys. För att utreda avvikelser i själva provtagningen och för att få ett bra medelvärde togs även ett samlingsprov där 1 liter prov togs ut var 15:e minut under hela försökstiden. Efter omrörning fylldes 3 provburkar med samlingsprovet. Prov på slurryn togs ut fallande från skruvpress. Rejektet kördes till plockanalys.

4.1.4 Förbehandling i Växjö

Kvarntest har gjorts på Renhållningsavdelningen Tekniska Förvaltningen i Växjö. Matavfallet i biopåsen är från Närabs försöksområde med biopåse 2 som förvarats i 4 veckor. Här har man enbart tittat på hur påsen beter sig när matavfallet finkrossas i en tvåaxlad långsamtgående knivkvarn av typen MOCO AZ09F, se Bilaga H.

4.1.5 Förbehandling på Nårab

Ett test har gjorts hos Nårab på Hyllstofta Avfallsanläggning i Klippan. Matavfall från 800 villahushåll, insamlat i 8 liters biopåse av kvalitet 1, har efter 2 veckor i samlingsledet och 3 veckor i mellanlager behandlats i mobil förkross av märket Doppstadt 2560 Bison. Den brännbara delen av avfallet har siktats bort i en trumsikt. Där har påsen plockats ut ur vidare process.

4.2 Rötteter i labbskala för optimering av kalkinblandningen

De satsvisa anaeroba systemen bestod av en ymp och ett substrat för att efterlikna miljöförhållandena i en biogasreaktor. Utgångsmaterialet som användes var matavfall från hushåll. De biologiskt nedbrytbara påsarna utvärderades genom att väga vikt förlusten efter rötning vid termofil temperatur och med ymp från Uppsala samrötning biogasanläggning.

De analyserade biopåsarna har genomgått ett normalt förfarande med användning och hantering i de två samlingsområdena. Påsarna har, efter att de fyllts med matavfall, lagts i kärl där de mellanlagrats innan insamling med samma typ av samlingsfordon som används vid insamling av matavfall. Därefter har påsarna lagrats ca fyra veckor innan de transporterats till JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik. Efter ankomst till JTI har påsarna lagrats i frys till dess att samtliga typer av biopåsar inkommit. Därefter har analysarbetet startats upp med nedbrytningsförsök.

Eftersom påsen inte genomgått hela röttningsprocessen har tester genom SPCR inte genomförts.

4.2.1 Biopåsar

Fem typer av biopåsar som tillverkats av stärkelse från majs eller potatis testades, se Tabell 4. En matavfallspåse tillverkad av papper ingick även i testerna, se Tabell 4.

Tabell 4 Beskrivning av de olika påstyper som ingick i röttestet
Table 4

<i>Påse nr</i>	<i>Typ av prov</i>	<i>Typ av stärkelse</i>	<i>Andel kalk/dolomit %</i>	<i>Användnings tid (vecka)</i>	<i>Användnings tid (år)</i>
0	Biopåse	Majs	0	8 (44-51)	2012
1	Biopåse	Majs	15	8 (52-07)	2012/2013
2	Biopåse	Majs	20	8 (08-15)	2013
3p	Biopåse	Potatis	25	8 (16-23)	2013
4	Biopåse	Majs	30	–*	2013
Papper	Papper	–	–	5	2013

*Denna påse har ej varit ute hos kund, men i övrigt genomgått samma procedur.

För varje typ av biopåse togs provbitar som tvättades noggrant och torkades vid rumstemperatur. Innan de tillskurna provbitarna applicerades i röt-kammaren analyserades materialet med avseende på torrsubstans (TS) och glödningsförlust (VS).

4.2.2 Ympning

Rötrester från Kungsängens samrötningsanläggning med termofil process användes som ymp. Efter hämtning av ympmaterialet hölls temperaturen vid 52° C under två veckor för avgasning. Före användning, siktades ympmaterialet (2 mm) och andelen fasta ämnen (TS) och organiska flyktiga ämnen (VS) bestämdes.

4.2.3 Substrat

Matavfall från Kungsängens samrötningsanläggning användes som substrat. Innan användning sönderdelades matavfallet i en kvarn och siktades med 2 mm såll. Substratet analyserades med avseende på TS- och VS-halt.

4.2.4 Procedur

Ett antal av tvättade och torkade bitar av biopåsar vägdes och placerades på en nålhållare. Storlek och antal provbitar är detsamma för samtliga materialtyper. Bitarna hölls på plats med små brickor. Nålhållaren med provbitar av biopåse och papperspåse placerades i en reaktor, glaskolv, se Figur 1.



Figur 1 Nålhållare för stöd av provbitar från biopåsar och papperspåse
Figure 1 Needle point holder for support of samples from biobags and paperbag

Som en kontroll anordnades en nålhållare med provbitar i blandning med ymp, matavfall och vatten med totala volymen 240 ml, för att simulera en normal miljö i en biogasprocess (Tabell 5). En ytterligare kontroll med kolvar innehållande nålhållare med provbitar från biopåse och papperspåse i vatten anordnades som en abiotisk kontroll. En ytterligare kontrollserie bestående av ymp och cellulosa inkluderades för att utvärdera den mikrobiella aktiviteten. Slutligen anordnades en uppsättning kolvar med bara ymp för att utvärdera hur stor mängd biogas som bildades från enbart ympen. Antalet replikat och kolvar framgår av Tabell 5.

Flaskorna ställdes in i klimatkammare med 52 °C med omrörning, 130 varv per minut. Prover på biopåse och papperspåse togs ut efter 15 dygn, 25 dygn och efter 60 dygn.

Vid varje provtagningstillfälle, togs tre replikat med glaskolvar med varje provtyp från inkubatorn. Glaskolvarna öppnades och proverna avlägsnades från nålhållaren och tvättades samt torkades vid rumstemperatur under ett par dygn. Efter torkning registrerades vikterna på provbitarna.

Gastryck och gasvolym samt metanhalt bestämdes dagligen i början av rötningsförsöket, och mer sällan senare. Hela rapporten finns i bilaga C.

Tabell 5 *Beskrivning av alla provuppsättningar för rötttest*
Table 5 *Description of all samples for anaerobic digestion tests*

<i>Benämning</i>	<i>Innehåll i varje provkolv</i>				<i>Prov uppehållstid och antal replikat</i>		
	<i>Prov</i>	<i>Substrat</i>	<i>Vatten</i>	<i>Ymp</i>	<i>15 dygn</i>	<i>25 dygn</i>	<i>60 dygn</i>
P0	0	Matavfall	Ja	Ja	3	3	3
P1	1	Matavfall	Ja	Ja	3	3	3
P2	2	Matavfall	Ja	Ja	3	3	3
P3p	3p	Matavfall	Ja	Ja	3	3	3
P4	4	Matavfall	Ja	Ja	3	3	3
Papper	Papper	Matavfall	Ja	Ja	3	3	3
Cellulosa kontroll	-	Cellulosa	Ja	Ja	-	-	3
Matavfall kontroll	-	Matavfall	Ja	Ja	-	-	3
VP0*	0	-	Ja		-	-	3
VP1*	1	-	Ja		-	-	3
VP2*	2	-	Ja		-	-	3
VP3p*	3p	-	Ja		-	-	3
VP4*	4	-	Ja		-	-	3
VPapper*	Papper	-	Ja		-	-	3
Ymp kontroll	-	-	Ja	Ja	-	-	3

*Abiotisk kontroll

4.3 Miljöpåverkansbedömning av biopåsen jämfört med alternativa produkter ur ett livcykelperspektiv

För att undersöka om biopåsen är ett bättre eller sämre alternativ än papperspåsen och plastpåsen har en livscykelanalys genomförts av IVL Svenska Miljöinstitutet. Denna har även kompletterats med en expertbedömning av eventuell konkurrens med matproduktion då delar av biopåsen produceras på åkermark. Dessa studier återfinns i sin helhet i Bilaga D.

Miljöbedömningen görs främst som en bokförings-livscykelanalys (attributional LCA) med systemutvidgning för användning av gas och rötrest från rötning samt el och värme från avfallsförbränning.

Studien är gjord i enlighet med ISO 14044 med undantag för granskning av oberoende panel varför resultaten inte ska användas för miljökommunikation gällande en specifik produkt.

LCA:n bygger på att beräkna och jämföra miljöpåverkan kopplat till påsarna för matavfallsinsamling listade i Tabell 6. Biopåse original och 2012 är baserat på existerande produkter och till stor del specifika data. Biopåse 2014 är baserat på mest troliga produkt som sätts till marknaden och har alltså inte testats i övrigt inom projektet.

Biopåse 2012 och Biopåse 2014 skiljer sig från de som har testats av hushåll, restauranger och storkök, på så sätt att en högre dolomithalt har antagits för dessa påsar än vad som användes i övriga test (30 % dolomit jämfört med 25 %). För biopåse 2014 har det dessutom antagits att en förnybar polyester använts till skillnad den som återfinns i testpåsarna. Papperspåse är baserad på Svencos matavfallspåse som används i Göteborg med delvis generella produktionsdata och delvis produktspecifika data.

Tabell 6 Studerade påsar för matavfallsinsamling i miljöpåverkansbedömningen
Table 6 Studied bags for food waste collection in the environmental assessment

Produkt	Vikt	Volym*	Kommentar
Biopåse original (påse 0) 100% MaterBi CF05S	8g	7L	MaterBi CF05S består till 48% av majsstärkelse och solrosolja och 52% fossila råvaror. MaterBi producerat i Italien, konvertering i Sverige.
Biopåse 2012 (påse 4) 69% MaterBi CF05S-48, 30% Dolomit, 1% stearinsyra	8g	7L	MaterBi CF05S består till 48% av majsstärkelse och solrosolja och 52% fossila råvaror. MaterBi producerat i Italien, konvertering i Sverige.
Biopåse 2014 69% MaterBi X-73 ¹ , 30% Dolomit, 1% stearinsyra	8g	7L	MaterBi CF05S ersätts under nästa år av en ny kvalitet som består till 73 % av förnybara råvaror och 27%. Stärkelsen här är baserad på potatis.
Papperspåse 100% oblekt kraftpapper	19g	6L**	Svenskproducerat papper, konverterat till påse i Sverige
Plastpåse 100% HD-Polyeten	12g	7L	Jungfrulig Europeisk HD-PE, konverterad till påse i Europa.

*Förlutningsbar volym, eget försök

**Påsens volym till angiven fyllnadsnivå är 7L, men innehållet måste tryckas ihop till 6L för att förlutning ska vara möjlig.

Resultatet från studien avser att ge en bild av miljöprestanda av olika insamlingspåsar för matavfall i en svensk kontext.

4.3.1 Funktionell enhet

För att korrekt jämföra matavfallspåsarnas funktion används den funktionella enheten ”insamling och transport av en (1) matavfallspåse till rötning för biogasproduktion i en Svensk kommun”

4.3.2 Systemgränser

Systemgränserna har satts för att täcka in alla relevanta processer där matavfallspåsarna jämförs. Fokus har varit på att göra systemen jämförbara och på att täcka in alla signifikanta delar av livscykeln. Uppdelningen har gjorts på ett sådant sätt att metodiken för bokförings-LCA uppfylls med undantag för systemutvidgning för ersättning av mineralgödsel, fossila fordonsbränslen, el och värme.

Studien täcker hela livscykeln för produkterna, från skogsbruk, oljeutvinning, mineralbrytning eller odling av majs/potatis/solrosor till avfallshanteringen. Gränsen

¹ Produktnamn saknas i dagsläget då produkten endast finns i pilotskala.

mellan naturen och produkternas livscykel korsas när material, som t ex råolja, utvinns från jorden och när utsläpp sker till mark, luft och vatten. I några fall har flöden inte kunnat följas helt från vagga till grav.

Studien inkluderar matavfallspåsar som används i en svensk kommun och svenska förhållanden har därför valts för insamlings och behandlingsprocesser. Endast påsar för hushållens matavfall har studerats². Papperspåsen produceras i Sverige med svenskt papper (Wallin 2012, Ramberg 2012); produktion av plastpåsen har antagits ske i Europa medan Biopåsen kommer att produceras i Sverige med råmaterial från Italien och Norge. Elkonsument har valts till respektive lands konsumtionsmix.

För att sätta de jämförda produkterna i relation till omvärlden inkluderar flera resultat 1,1 kg matavfall i påsarna. Denna mängd är baserad på en mindre studie där deltagarna i miljöbedömningen själva vägt matavfallspåsar i papper innan de slängts och ska inte ses som ett nödvändigtvis representativt värde. Samma mängd används för samtliga påsar och avser endast att sätta miljöpåverkan från påsarna i perspektiv till den funktion de fyller i enlighet med ISO 14044.

För att erhålla ett så aktuellt resultat som möjligt har nyast möjliga data använts och där så varit möjligt har resultat från Waste Refinery projektet Perspektiv på framtida avfallsbehandling använts för att uppdatera data. Växthuseffekten har studerats i ett 100-års perspektiv och biogen koldioxid har nollräknats.

4.3.3 Miljöpåverkanskategorier

Miljöpåverkan av systemet beräknas för växthuseffekt, försurning, övergödning och marknära ozon, se Tabell 7. Karaktäriseringsfaktorer från metoden CML2001 version november 2010 har använts för att omvandla utsläpp till dessa miljöpåverkanskategorier.

Tabell 7 Studerade miljöpåverkanskategorier
Table 7 Studied environmental impact categories

<i>Miljöpåverkanskategori</i>	<i>Karaktäriseringsfaktor CML2001-Nov 2010</i>	<i>Enheter³</i>
Växthuseffekt	GWP, 100 år	kg CO ₂ -ekvivalenter
Försurning	AP	kg SO ₂ -ekvivalenter
Övergödning	EP	kg PO ₄ ³⁻ -ekvivalenter
Marknära ozon	POCP	kg C ₂ H ₄ -ekvivalenter

Utöver miljöpåverkanskategorierna beräknas och presenteras även primärenergi. Markanvändning hanteras genom en kvalitativ bedömning. Toxicitet har inte bedömts inom ramen för studien. Livscykelanalysmetodiken för toxicitet är fortfarande under utveckling och toxicitetsbedömningar medför ännu mycket stora osäkerheter.

4.3.4 Bedömning av markanvändning

Sammanställningen som är gjord är en kort introduktion till markbehov kopplat till de volymer av biopåsen som skissas i projektet. Baserad på denna uppskattning av markbehov

² I projektet har även påsar för verksamheter studerats, men dessa ingår inte i livscykelanalysen.

³ CO₂ = koldioxid; SO₂ = svaveldioxid; PO₄³⁻ = fosfat; C₂H₄ = eten.

kommer en diskussion genomföras med syfte att närma sig frågan om biopåsen kommer ge upphov till svält. Framställningen är inte relativ någon annan lösning och ger således inte svar på frågan om biopåsen är bättre än något annat alternativ i avseende på markanvändning. Hela studien återfinns i bilaga D.

5 Resultatredovisning

5.1 Insamling och förbehandling med biopåsen med olika kalkinblandningar

5.1.1 Insamlingsförsök på Nårab – villor

Resultaten från insamlingsförsöket av hushållsavfall baseras på den enkät som skickades ut till 400 hushåll i slutet av försöket. Enkäten som skickats ut till hushållen är skriven generellt för alla recepturer av påsar och inte heller någon fråga finns med om någon fungerat bra eller dåligt av dessa. Enkäten har ställt frågor som t.ex. ”Hur fungerar biopåsen som helhet?”, ”Skulle du rekommendera andra att använda biopåsen?”

Svarfrekvensen på enkäten var 73 %. Resultatet visar att hushållen tycker att påsarna generellt har fungerat bra i hållaren, att de som helhet fungerat bra, skulle rekommendera biopåsen till andra och är tycker att biopåsen är värd en taxeökning på ca 30 kr/år. Ca hälften upplever att man sorterar ut mer, och alla tycker att de fått tillräckligt med information.

Plockanalyserna visar på att felsorteringen var 5 % i november (påse 0) och i april (påse 2) var motsvarande felsortering 3 %. Mängden matavfall i var november 3,7 kg/hushåll och vecka, motsvarande mängd i april var 3,2 kg/hushåll och vecka.

I fritexten på enkäterna har det kommit upp några åsikter om de olika recepturerna av biopåsen. Bland annat att sista sorten varit för liten, samt att någon tyckt den sista var sämst och någon annan tyckt den var bäst. Det har även kommit kommentarer om att påse 1 och 2 varit bäst. En sammanställning av enkätsvaren finns i bilaga E.

5.1.2 Insamlingsförsök på NSR – storkök och restauranger

Resultaten från insamlingsförsöket bland restauranger och storkök är baserade på de enkäter som skickats ut efter varje avslutad testperiod. Enkäterna har tagit upp frågor som t.ex. Hur har påsen fungerat när ni hållt varmt/rinnande matavfall i den? Har påsen spruckit när ni hanterat matavfall i den? Har ni sett att den spruckit i kärlet? Under försökets gång kom ett antal samtal in, där de flesta berörde att man behövde fler påsar, men även att de inte fungerade för att de sprack. Dessa kommentarer har inte dokumenterats. Nedan resultat utgår från enkäterna som utvärdering enbart, då det annars finns risk för dubbla kommentarer.

63 % tyckte att påse 1 fungerade utmärkt att hantera rinnande avfall i. Motsvarade resultat för påse 3 och 4 var 18 % respektive 17 %. Resultatet för påse 2 var 38 % och påse 0 27 %.

43 % upplevde att påse 4 spruckit i hanteringen, motsvarande siffra för påse 3 var 31 %, för påse 2 var 38 %, påse 1 var 23 % och 28 % för påse 0. En sammanställning av samtliga enkäter finns i bilaga F.

5.1.3 Förbehandling på NSR



Figur 2 Bilder från anläggningen innan respektive efter testet
Figure 2 Images from the facility before and after the test was performed

Tabell 8 Sammanställning av analysresultaten avseende synliga föroreningar i pressvätskan
Table 8 Composition of analysis results regarding visual contamination in the slurry

Prov	Synliga föroreningar >2 mm (% av TS)	Medelvärde	STDAV
9:45	0,26		
10:40	0,51		
11:45	0,30		
		0,36	
Triplikat 1	0,36		
Triplikat 2	0,27		
Triplikat 3	0,41		
		0,35	0,071

Medelvärde synliga föroreningar >2 mm (% av TS) i slurry 2012: 0,25

Medelvärde synliga föroreningar >2 mm (% av TS) i slurry 2013: 0,22

Analysen har genomförts av Eurofins med Analysmetoden BGK II:10 1998:4

Medelvärdet av synliga föroreningar i försöket överstiger medelvärdet av de analyser som tagits under de senaste två driftåren. Nedan jämförs försöksresultatet med medelvärdet 2013:

$$0,35 \pm 0,071 > 0,22.$$

Standardavvikelsen för försöket var som väntat relativt hög, det är troligt att synbara föroreningar inte fördelar sig särskilt jämt över provet.

Det går inte att se några tydliga trender av analysresultaten i förhållande till försökstiden. Endast en analys(10:40) översteg SPCR120 gräns för synbara föroreningar i biogödsel. Den totala halten av synliga föroreningar >2 mm får ej överstiga 0,5 vikt-procent av torrsubstansen.

Det gjordes även en plockanalys på rejektet för att se hur mycket av biopåsen som följde med ut. Plockanalysen gjordes på 800 kg. Resultaten från plockanalysen presenteras i Tabell 9. Det var liten mängd 1,3 kg i rejektet i förhållande till de ca 50 kg som blandades in. Resten av påsen har fastnat i processen eller följt med i pressvätskan.

Tabell 9 Resultat av plockanalysen av rejektet från förstudien på NSR.
Table 9 Results from the pick-analysis av reject from the pre-study at NSR

Fraktion	Vikt (kg)	Vikt%	Kommentar
Papperspåsar	0	0	Inga papperspåsar i rejektet, då pappret löser sig under processen i förbehandlingen
Biopåsar	1,3	0,2	
Rejekt	784,7	99,8	
Totalt	786	100	

5.1.4 Förbehandling i Växjö

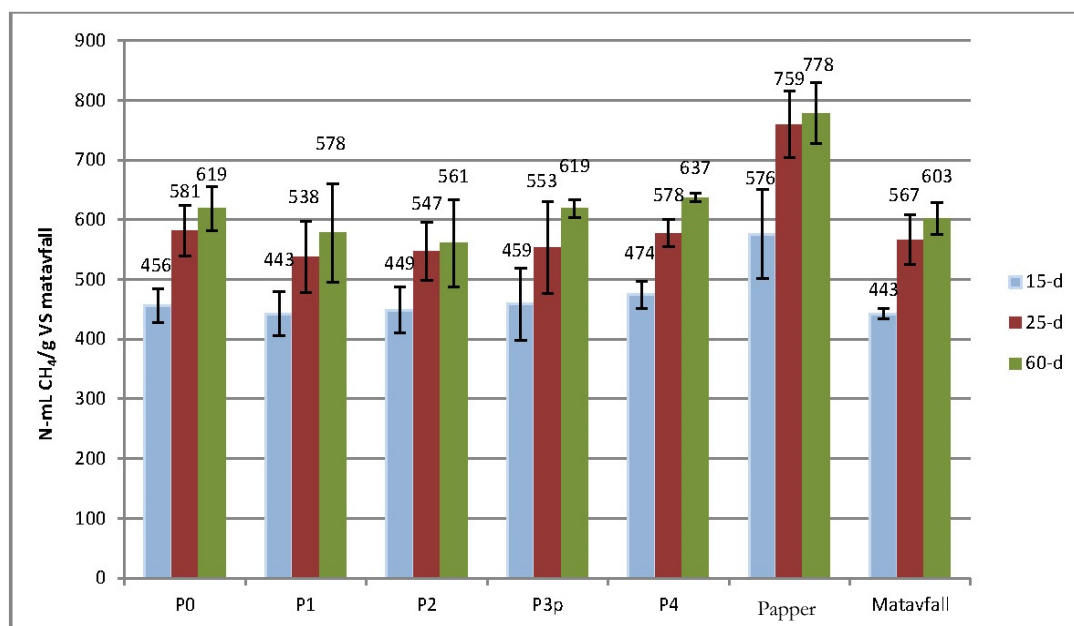
Påsarna som testades skars sönder till mindre bitar. Detta fungerar bra som ett försteg till förbehandlingar. Dock skärs även plastpåsar sönder och går vidare i processen.

5.1.5 Förbehandling på Nårab

Påsarna siktades bort i den brännbara fraktonen, och påverkade därför inte förbehandlingen.

5.2 Rötteter i labbskala för optimering av kalkinblandningen

Metanproduktionen från matavfall i närvaro av de testade proverna med biopåse och papper sammanfattas i Figur 3. Metanproduktionen anges som N-ml CH₄/g VS (glödningsförlust) för matavfall. Andelen VS från biopåse- och pappersprov ingår inte.



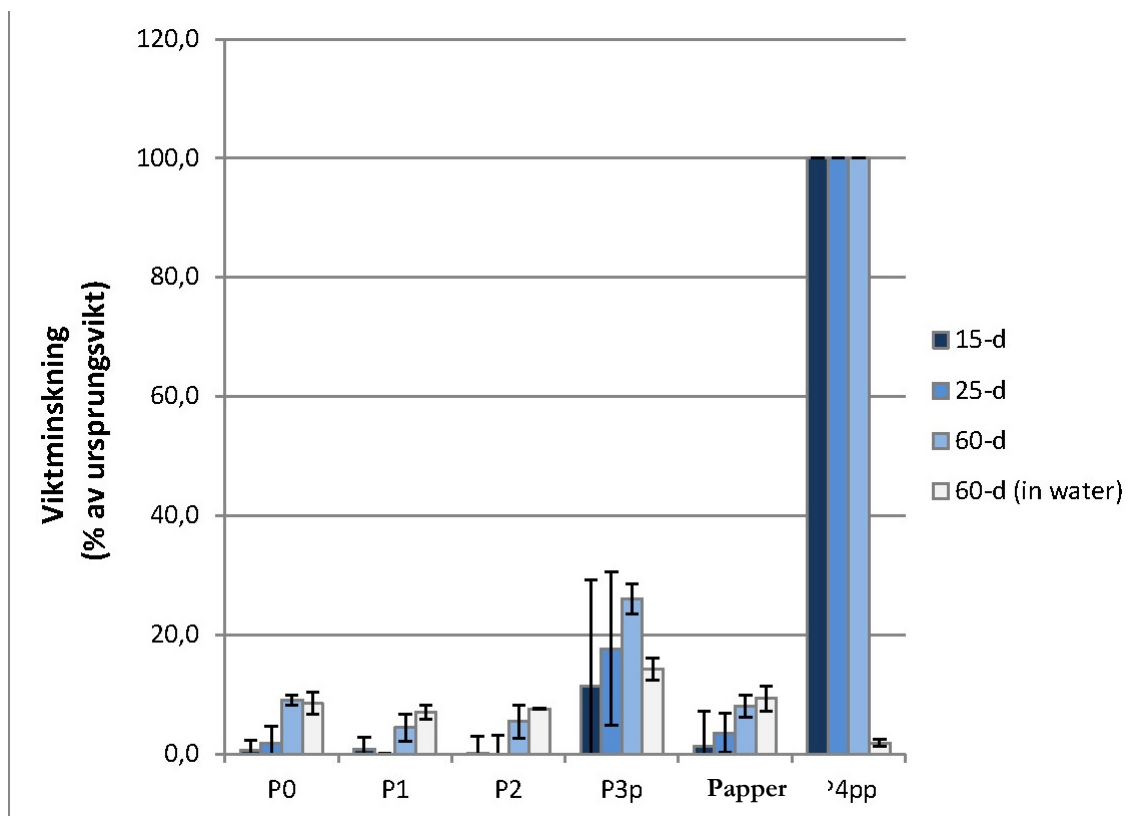
Figur 3 Ackumulerad metanproduktion (N-ml CH₄/g VS) av matavfall med de olika proverna av biopåse och papperspåse. Metanproduktionen är beräknad per g VS av matavfall. Mängden VS från biopåse och papperspåse i proverna är inte inkluderad.

Figure 3 Accumulated methane production (N-ml CH₄/g VS) of food waste with the different biobags and a paperbag. Methane production is calculated per g VS of food waste. The amount of VS from biobags and paperbag in the samples is not included.

Ingen signifikant skillnad kan observeras mellan de prov där matavfall rötats tillsammans med de olika proverna av biopåse se Figur 3. Detta innebär att närvaron av materialet av biopåse inte ger något betydande bidrag till metanproduktion. Det innebär även att proverna av biopåse inte hade någon hämmande effekt på metanproduktionen på matavfall.

Det framgår dock att metanproduktionen efter 60 dygns uppehållstid från matavfall i närvaro av provet från papperspåsen, är högre (778 N-ml CH₄/g VS matavfall) än metanproduktionen utan närvaro av pappersprovet (603 N-ml CH₄/g VS matavfall), se Figur 3. Orsakerna till den högre metanproduktionen kan inte förklaras fullt ut. Denna effekt kan bland annat bero på två faktorer. Dels kan en del metan produceras från pappersmaterialet och dels kan förekomsten av små mängder papper ha en positiv inverkan på mikroorganismerna genom stabilisering och synergism vid metanproduktionen vid samrötning.

Uppmätt viktninskning av de olika typerna av biopåsar och papperspåse visas i Figur 4. Viktninskningen av proverna 0, 1, 2 och 3 har efter 60 dagars rötning ingen signifikant skillnad relativt viktförlusten i den abiotiska kontrollen. Dock visade viktförlusten av prover 3p och papperspåsen en signifikant skillnad jämfört med deras respektive abiotisk kontroll efter 60 dagars rötning. Hela rapporten återfinns i bilaga C.



Figur 4 Viktminskning, procent av ursprunglig vikt av biopåsar och papperspåse, redovisat utifrån 15, 25 respektive 60 dygns uppehållstid i reaktor i relation till viktminskning i abiotisk miljö.

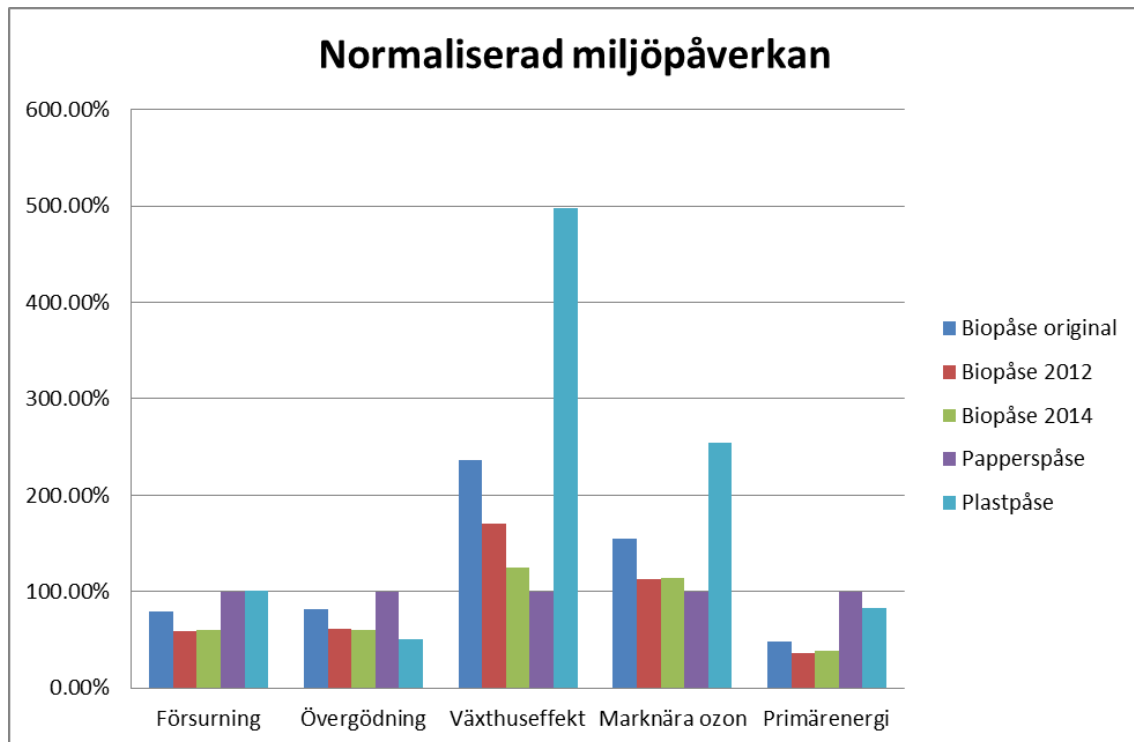
Figure 4 Weight loss, percent of original weight of biobags and paperbag, based on 15, 25 and 60 days inside the reactor and in relation to weightloss in an abiotic environment.

5.3 Miljöpåverkansbedömning av biopåsen jämfört med alternativa produkter ur ett livscykelperspektiv

Resultaten redovisas här för samtliga studerade matavfallspåsar. Resultaten redovisas per funktionell enhet – ”insamling och transport av en (1) matavfallspåse till rötning för biogasproduktion i en Svensk kommun”.

5.3.1 Resultat för samtliga miljöpåverkanskategorier, normaliserat

Resultaten för samtliga studerade matavfallspåsar presenteras i Figur 5. Resultaten har normaliserats till papperspåsen, dvs papperspåsens miljöpåverkan har satts till 1 (100%) i varje påverkanskategori.



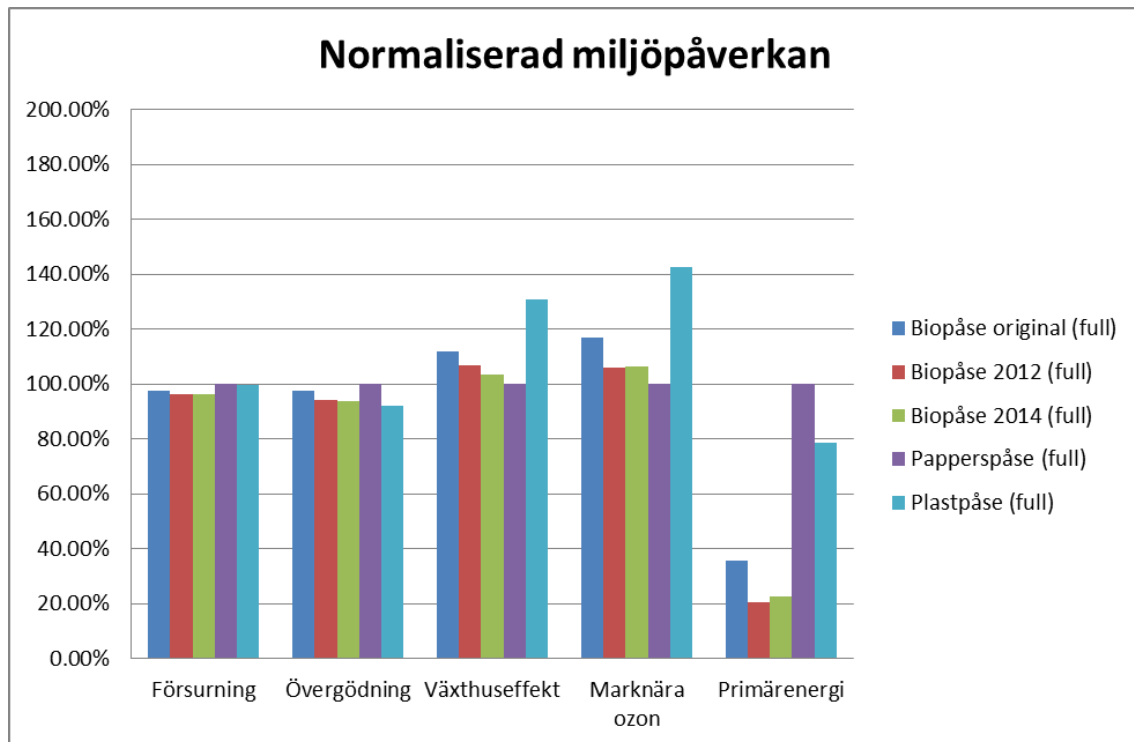
Figur 5 Normaliserade resultat för miljöpåverkan och primärenergi med papperspåsen satt till 100 % i varje kategori

Figure 5 Normalised results for environmental impact and primary energy with the paper bag results set to 100% in all categories.

Resultaten visar att Biopåse 2012/2014 har lägst påverkan på försurning och lägst primärenergianvändning medan papperspåsen har lägst påverkan på växthuseffekt och marknära ozon. Plastpåsen har något lägre resultat på övergödning jämfört med Biopåsen 2012/2014.

Resultaten för växthuseffekt visar tydligt relevansen av fossilt innehåll i matavfallspåsarna där plastpåsen har störst påverkan och biopåsens påverkan sjunker när det förnyelsebara innehållet ökar.

I Figur 6 presenteras resultatet för samtliga studerade påsar med matavfallsinnehåll inkluderat. Detta ger en bild av relevansen av matavfallspåsarnas inverkan på matavfallssystemet.



Figur 6 Normaliserade resultat, med papperspåsen satt till 100 % i varje kategori, för miljöpåverkan och primärenergi med 1,1kg matavfall till rötning i påsarna

Figure 6 Normalised results, with the paper bag results set to 100% in every category, for environmental impact and primary energy including 1,1kg of foodwaste to anaerobic digestion in the bags.

Utförliga resultat och känslighetsanalyser återfinns i den kompletta livscykelanalysen i Bilaga D.

5.3.2 Bedömning av markanvändning

Det är svårt att ge en exakt bild av den landareal som krävs för täcka materialbehovet för biopåsar under ett år. Orsaken är att beroende på inköpsmarknader varierar avkastning, miljö och klimatpåverkan samt hur lokalsamhället påverkas. Här har ett generellt globalt perspektiv använts, d.v.s. vi har antagit att man handlar majs, alternativt potatis på en global marknad för stärkelseproduktion och därefter sker produktion av biopåsar. Ansatsen har brister men kommer ge en fingervisning avseende skalan av markbehov. Nedan presenteras en sammanfattning av resultaten gällande markanvändning. Studien i sin helhet återfinns i bilaga D

Den mängd stärkelse som kommer behövas för att producera 9 miljoner biopåsar á 8 gram per vecka under ett år har beräknats till 1 900 ton. Markanvändningen har beräknats för två olika fall, ett där stärkelsebehovet täcks av majs och ett där det täcks av potatis. Stärkemängden i grödorna skiljer sig åt mellan dessa två grödor.

Entwistle et al. (1998) anger att 1 ton majs ger 0,625 ton stärkelse medan 1 ton potatis ger 0,230 ton stärkelse innehållande 20 % fukt, motsvarande 0,200 ton torr stärkelse per ton potatis. Dessa siffror är från mitten och 90-talet och bör tas med en viss nypa så då effektiviteten i processerna med sannolikt har förbättrats.

Avkastningen per hektar som medel över de fem länder som producerar mest av dessa grödor fås att deras medelavkastning per land är för majs 5 700 kg/ha och för potatis 23 100 kg/ha⁴ (FAO, 2012).

Markbehovet för produktion av biopåsar under ett år blir då 530 ha för stärkelse baserat på majs och 410 ha för alternativet baserat på potatis. Det är tämligen svårt att relatera till dessa ytor för en lekman. Som relation kan anges att ytan för ett genomsnittligt jordbruk i Sverige 2011 var 37 hektar (Jordbruksverket, 2013). Med ett medeljordbruk om 37 ha skulle detta innebära för majs produktionen från ca 14 jordbruk och för potatis 11 jordbruk⁵.

Då landbehov diskuteras bör det även tilläggas att behov av vatten- samt andra resurser kan vara argument som ställs mot användandet av en viss råvara. Ser vi till vattenbehov för de två råvarorna fås för majsstärkelse att det går åt 2 575 m³ vatten per ton stärkelse och för potatisstärkelse är motsvarande siffra 1 512 m³ vatten per ton stärkelse (Mekonnen och Hoekstra, 2010).

⁴ För Sverige ligger avkastningen typiskt högre för både potatis 29370 kg/ha och för majs 6300 kg/ha (Jordbruksverket 2013).

⁵ Jämförelsen är återigen något problematisk då storlek på jordbruk i Sverige varierar stort över landet. Det finns tex att antal jordbruksföretag som brukar arealer över 500 ha. En fotbollsplan är 0,7 ha.

6 Resultatanalys

Projektet har fokuserat på påsens rötbarhet och miljöprestanda varför mindre fokus har lagts på t ex enkätstudierna. Enklare förhandlingstester har genomförts men en komplett bild av i vilka system biopåsen med dolomitinblandning fungerar kommer att kräva fortsatta studier.

Tidigare studier som tittat på insamlingssystem har gett lite vägledning kring hur biopåsar fungerar och hur de kan komma att fungera då dataunderlaget i flera fall varit för litet för att ge generella svar.

6.1 Insamlingsförsök på Nårab

De utvalda hushållen använder vanligtvis papperspåsen. Samma område har tidigare testat biopåsar och var även då mycket nöjda. De generella frågorna ger mer en indikation på att de även denna gång är mycket nöjda med biopåsar i jämförelse med papperspåsen. Inte heller de olika dolomitinblandningarnas påverkan har jämförts i enkäten.

Testområdet har både inför och under testet fått mycket information och uppmärksamhet varvid den eventuella ökningen av insamlat matavfall kan vara till följd av detta likväl som en fungerande biopåse.

Enkäterna borde varit mer vetenskapligt utformade utifrån syftet i projektet. Denna del av försöket kan enbart användas för att visa på att villorna hellre använder biopåse än papperspåse. En möjlighet är att gå vidare och testa högre dolomitinblandning då de inte indikerat att hållbarheten försämrats i takt med den större dolomitmängden.

Det saknas en jämförelse mellan insamlade mängder mellan biopåsen och papperspåsen, vilket behövs för att kunna avgöra valet av insamlingssystem. En sådan jämförelse är dock mycket svår att genomföra fristående från andra parametrar som påverkar insamlingsmängderna.

6.2 Insamlingsförsök på NSR

Eftersom påse 3 och 3p bör kunna ha liknande hållfasthetsegenskaper pga. samma inblandning av dolomit kan det tyda på att försöksverksamheterna är subjektiva i sin utvärdering och har påverkats av andra faktorer än påsens faktiska egenskaper.

Försöksverksamheterna har vanligtvis biopåsar utan dolomitinblandning och av den anledningen är de troligen mer objektiva än försökshushållen i sin bedömning av dolomitpåsar. I verksamheterna har det varit mer blandad återkoppling där olika inblandningar fått olika respons till skillnad från hushållen där det varit genomgående positivt.

6.3 Förbehandling på NSR

Vid test av biopåsen i NSRs förbehandling såg man att biopåsen fastnade i omrörare och satte igen slangar, vilket kan medföra att arbetsmiljön försämrats då exponeringen av pressvätska ökar. Detta problem har man till viss del redan i dagsläget med de biopåsar

som används av restauranger och storkök. Om man byter ut den biopåse som idag går igenom anläggningen, från storkök och restauranger, skulle inte skillnaden bli så stor i förbehandlingen. Om man däremot ersätter papperspåsen med biopåsen innehållande dolomit, skulle mängden biopåsar i förbehandlingen öka kraftigt, vilket sannolikt ger upphov till stora driftstörningar. Att däremot byta ut befintliga biopåsar mot biopåsar med dolomitinblandning ger troligen ingen ytterligare påverkan på anläggningen.

Analys av pressvätskan visar att medelvärdet av synliga föroreningar i försöket överstiger medelvärdet av de analyser som tagits under de senaste två driftåren. Endast en analys översteg dock SPCR120 gräns för synbara föroreningar i biogödsel. Då testet var mycket begränsat är det dock svårt att dra några större slutsatser av resultatet. Plockanalyser av rejektet visar att endast en liten andel av biopåsarna följer med rejektet. Resten av påsen har fastnat i processen eller följt med i pressvätskan.

6.4 Röttester i labbskala

Den nedbrytning som sker i anaeroba satsvisa system är begränsat genom att inget nytt substrat eller andra ämnen tillsätts efter att försöket startats. Därigenom sker ingen signifikant ökning av den bakteriella populationen eller långsiktigt anpassning till den miljö som rådet i kolven. Därav kan kontinuerliga rötningsprocesser vara en mer effektiv metod eftersom kontinuerliga processer tillåter utveckling av specialiserade mikrobiella samhällen som blir anpassade till det aktuella substratet.

De biopåsar som använts i detta nedbrytningsförsök har i insamlingsledet av matavfall hanterats på det sätt som normalt sker vid insamling av matavfall i Närke försöksområde. Efter ankomst av biopåsar till JTI i Uppsala har de förvarats i fryst tillstånd. Inför de satsvisa utrötningsförsöken har påsarna tvättats och torkats innan de utsatts för satsvisa utrötningsförsök. I rötningsanläggningar behandlas materialet ofta i ett förbehandlingssteg med sönderdelning och siktning. Därefter lagras ofta substratet i en bufferttank innan inmatning i röt-kammaren. I bufferttanken startar en hydrolys av substratet som innebär en pH-sänkning till ner emot 4. Denna hydrolys och pH-sänkning kan därför vara en viktig del för möjligheten till en större nedbrytning av materialet i biopåsen.

6.5 Miljöpåverkansbedömning

Biopåsen är en produkt under utveckling och miljöpåverkansbedömningen har baserats på en version av biopåsen som troligen liknar den som kan sättas till marknaden. De biopåsar som analyserats i miljöpåverkansbedömning är dock inte identiska med de som testats i insamlingsförsök, förbehandling och rötttest. Biopåse 2014 ses dock som det mest troliga alternativet för storskalig produktion av biopåsar, då den MaterBi som ingår där kommer ersätta nuvarande blandning under 2013. Det är viktigt att tänka på att de biopåsar som undersökts ute i verksamheter och hushåll inte är samma påsar som studerats i livscykelanalysen och kompletterande studier i takt med biopåsens utveckling bör genomföras.

Resultaten visar att miljöprestandan varierar beroende på miljöpåverkanskategori men att som helhet är biopåsens miljöprestanda motsvarande papperspåse och bättre än plastpåsen. Enkäter antyder att det förbrukas fler papperspåsar än biopåsar pga. risk för läckage. Om

så är fallet förbättras biopåsens miljöprestanda ytterligare i jämförelse med papperspåsen. Potatis är det bästa valet som stärkelsebas, men ur ett mark-, vatten- och matperspektiv är det viktigaste att odling inte sker i områden där det är matbrist eller vattenbrist samt att odlingen är spårbar genom leverantörskedjan. Ur ett markanvändningsperspektiv är skalan på produktion av biopåsen dessutom viktig och i det fall det blir en globalt storsäljande produkt blir det av yttersta vikt att ingående råvaror produceras på ett hållbart sätt. Storleksordningen för svensk produktion är relativt oproblematiske.

7 Slutsatser

7.1 Insamlingsförsök på Nårab

De hushåll som testat biopåsen har generellt varit nöjda med biopåsen. Enkäten som skickats ut till hushållen har dock inte kunnat besvara hur prestandan på de olika biopåsarna är i förhållande till varandra, då enkäten enbart behandlat generella frågor om biopåsen. De plockanalyser som genomförts visar på att felsorteringen av avfall vid användning av biopåsen är normal för området. Eftersom insamlingsrutterna ändrats under testperioderna har ingen faktisk mätning kunnat göras av den upplevda ökningen insamlat matavfall.

7.2 Insamlingsförsök på NSR

Restaurangerna och storköken har upplevt att de två av de biopåsar som haft en lägre dolomitinblandning, biopåse 1 och 2, har haft den bästa hållfastheten. Påse 0 som saknar dolomitinblandning upplevdes dock inte som den påse som var mest hållfast. Påse 3 och 3p har haft samma dolomitinblandning, men trots det har försöksverksamheterna upplevt dem som olika när det gäller hållfastheten.

7.3 Förbehandling på NSR

Förbehandlingstestet på NSR ger en indikation på att biopåsen med dolomitinblandning uppvisar liknande problem som en biopåse utan dolomitinblandning. Testet var mycket begränsat i storlek och ytterligare slutsatser kan därför inte dras utan vidare studier.

7.4 Rötttester i labbskala

Rötningstesterna visade lite eller ingen nedbrytning av biopåsen med dolomitinblandning. Testet med potatisstärkelse visade en signifikant viktnedgång men det är oklart vad denna beror på.

7.5 Miljöpåverkansbedömning

I det system där matavfallspåsarna har sin funktion visar resultaten att påverkan från påsarna i sig är liten. Papperspåsen har idag för växthuseffekt något bättre prestanda än biopåsen, men potentialen för utveckling är fortfarande god för biopåsen. Under projektets gång har flera leverantörer identifierats där arbete pågår för helt förnybara produkter. Samtidigt har förstudierna till projektet visat att biopåsen ger en bättre användarfunktion än papperspåsen. Om biopåsen kan bidra till en ökad sortering av matavfall kommer miljövinsten av det ökade utsorterade matavfallet vida överstiga skillnaderna i miljöpåverkan från produktion av påsarna.

Viktiga parametrar för en bra Biopåse är:

- har en fortsatt ökad mängd förnybart material med målet 100 % förnybart
- har en dolomit av hög kvalitet, d.v.s. med låga spårvärden för Cd och övriga metaller
- har en spårbar och transparent leverantörskedja för ingående råvaror

8 Rekommendationer och användning

Enkäterna till hushållen i denna studie visar att de föredrar biopåsar framför den traditionella papperspåsen. De ger dock ingen information om preferenser gällande andra påstyper.

Ytterligare förbehandlingstester bör genomföras för en mer komplett bild av under vilka förutsättningar en biopåse med dolomitinblandning kan fungera. Såväl förstudier som fullskalestudier bör genomföras i fortsatt samarbete med tillverkare av biopåsar. Denna studie kan användas som underlag för sådana studier.

Biopåsar med dolomitinblandning har generellt en lägre miljöpåverkan än biopåsar utan dolomit och dessa bör därför prioriteras ur ett miljöperspektiv. Biopåsar med potatisstärkelse bör prioriteras framför biopåsar med majsstärkelse. Vilka insamlingsmängder och renheten på det insamlade matavfallet är ur ett miljöperspektiv entydigt viktigare än om påsen är tillverkad av biomaterial med dolomitinblandning, papper eller plast.

Rötttesterna i detta projekt visar inte på någon nedbrytning av biopåsen, men ytterligare rötningstester med kontinuerlig tillförsel av substrat samt ett hygieniseringssteg bör undersökas vidare. Biopåsen med dolomitinblandning bör även undersökas i ett icke sorterande system som t ex torrötning för att se hur den fungerar relativt alternativa påsar.

9 Litteraturreferenser

Avfall Sveriges rapport B2009:01 Insamlade mängder matavfall i olika insamlingssystem i svenska kommuner. Nyckeltal och förutsättningar för insamlade mängder

Avfall Sveriges rapport U2013:11; Manual för plockanalys av hushållens kärl- och säckavfall

Avfall Sveriges rapport U2010:10; Viktreducering, energiförlust och gasemmissioner vid olika insamlingssystem av matavfall från hushåll

Bohn, I., Carlsson, M., Eriksson, Y., Holmström, D. (2010) Förbehandling av matavfall för biogasproduktion – Utvärdering av förbehandling med skruvpress. SGC rapport 2016. Svenskt Gastekniskt Center

Borås Energi & Miljö (2012). Webbplats om optisk sortering. <http://www.borasenergimiljo.se/vanstermeny/omforetaget/varaanlaggningar/sobacken/optisksortering.4.59ac75d1100153061a800017639.html>

Entwistle, G., S. Bachelor, E. Booth och K. Walker (1998). "Economics of starch production in the UK." *Industrial Crops and Products* 7: 175-186.

Eriksson, E. et al (2009). Livscykelanalys av papperspåse och plastpåse. Uppdragsrapport för Billerud. IVL Svenska Miljöinstitutet. Resultat och översiktlig metodik tillgängligt på <http://www.valjpapper.se>.

FAO. (2012). "FAOSTAT." från <http://faostat.fao.org/>.

Franklin and Associates (2011). <http://www.ecolean.com/assets/pdf/ecolean.environmental-comparison.pdf>

Henriksson, G. (2010). Kartläggning av utvecklingsarbete samt problem vid olika insamlingstekniker för matavfall. Waste Refinery 31.

Jordbruksverket (2013). *Jordbruksstatistisk årsbok 2013 med data om livsmedel*, Årsbok, Jordbruksverket och Sveriges officiella statistik, Statistiska centralbyrån (SCB), Jönköping, Sweden.

Liptow, C. och Tillman, A-M. (2009). Comparative life cycle assessment of polyethylene based on sugarcane and crude oil. Energy and Environment Report No 2009:14. Chalmers University of Technology.

Mekonnen, M. M. och A. Y. Hoekstra (2010). *The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products*, Value of Water Research Report Series 47, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization - Institute for Water Education (UNESCO-IHE), Delft, the Netherlands. December.

NSR (2012). Personlig kommunikation med Cecilia Holmblad på NSR.

UMEVA (2011). Kretsloopen Information våren 2011.

10 Förteckning över bilagor

A. Insamlingsförsök på Nårab – villor

A.1 Information om testet

A.2 Enkät

B. Insamlingsförsök på NSR – storkök och resturanger

B.1 Information om testet

B.2 Enkät

C. Nedbrytning av biopåsar under anaeroba förhållanden

D. Biopåse för matavfall – Miljöbedömning

E. Enkät svar insamlingsförsök på Nårab – villor

F. Enkät svar insamlingsförsök på NSR – storkök och resturanger

G. Beskrivning av NSRs förbehandling

H. Beskrivning av förbehandlingen i Växjö



WASTE REFINERY

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Box 857, 501 15 Borås

wasterefinery@sp.se

www.wasterefinery.se