



JTI – Swedish Institute of Agricultural

Nedbrytning av biopåsar under anaeroba förhållanden

- Preliminära tester

Maria del Pilar Castillo

Ulf Nordberg

Johnny Ascue



part of the
SP Group

Nedbrytning av biopåsar under anaeroba förhållanden

- Preliminära tester

Maria del Pilar Castillo

Ulf Nordberg

Johnny Ascue

Innehåll

Innehåll	3
Introduktion	5
Material och metoder	5
Biopåsar.....	5
Ympning.....	5
Substrat.....	6
Procedur	6
Resultat	7
Slutsatser.....	9
Rekommendation	10

Introduktion

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. Utgångsmaterialet som användes var matavfall från hushåll. De biologiskt nedbrytbara påsarna utvärderades genom att väga viktförlusten 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. Påsarna har, efter att de fyllts med matavfall, lagts i kärl där de mellanlagrats innan insamling med samma typ av insamlingsfordon som används vid insamling av matavfall. Därefter har påsarna lagrats ca 4 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.

Material och metoder

Biopåsar

Fem typer av biopåsar som tillverkats av stärkelse från majs eller potatis testades (Tabell 1). En matavfallspåse tillverkad av papper ingick även i testerna (Tabell 1).

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).

Tabell 1. Beskrivning av de olika typer av påsar som ingick i försöket.

Benämning	Typ av prov	Typ av stärkelse i påsen	Andel kalk/dolomit %	Användningstid veckonummer	Användningstid år
P0	Biopåse	Majs	0	44 till 52	2012
P1	Biopåse	Majs	15	53 till 08	2012/2013
P2	Biopåse	Majs	20	09 till 16	2013
P3p	Biopåse	Potatis	30	17 till 24	2013
P4	Biopåse	Majs	30	25 till 32	2013
P4pp	Papper	-	-	32	2013

Ympning

Rötresten från Kungsängens samröttningsanläggning med termofil process användes som ymp. Kungsängens biogasanläggning drivs med bland annat matavfall som substrat och har termofil process. Efter hämtning av ympmaterialet hölls det vid temperaturen 52 °C

under två veckor för avgasning. Före användning, siktades ympmaterialet i 2 mm sikt och andelen fasta ämnen (TS) och organiska flyktiga ämnen (VS) bestämdes.

Substrat

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

Procedur

Ett visst antal av tvättade och torkade bitar av varje typ av biopåse vägdes och placerades på en nålhållare. Storlek och antal provbitar är detsamma för samtliga materialtyper. Bitarna placerades med en liten distans till nästa provbit och hölls på plats på nålhållaren med små plastbrickor. Nålhållaren med provbitar placerades i en reaktor, glaskolv med volymen 300 ml, (se figur 1).



Figur 1. Nålhållare för stöd av provbitar från biopåsar och papperspåse.

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 2). 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 2.

Kolvarna med alla provblandningar ställdes in i klimatkammare med 52 °C med omrörning, 130 varv per minut. För att utvärdera nedbrytningshastigheten togs prover från 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 klimatkammaren. Glaskolvarna öppnades och kvarvarande prover avlägsnades från nålhållaren och tvättades samt torkades vid rumstemperatur under ett par dygn. Efter torkning registrerades vikterna på provbitarna.

Gasttryck och gasvolym samt metanhalt bestämdes dagligen i början av rötningsförsöket, och mer sällan senare. Den ackumulerade metanproduktionen i relation till tid i dygn presenteras i diagram.

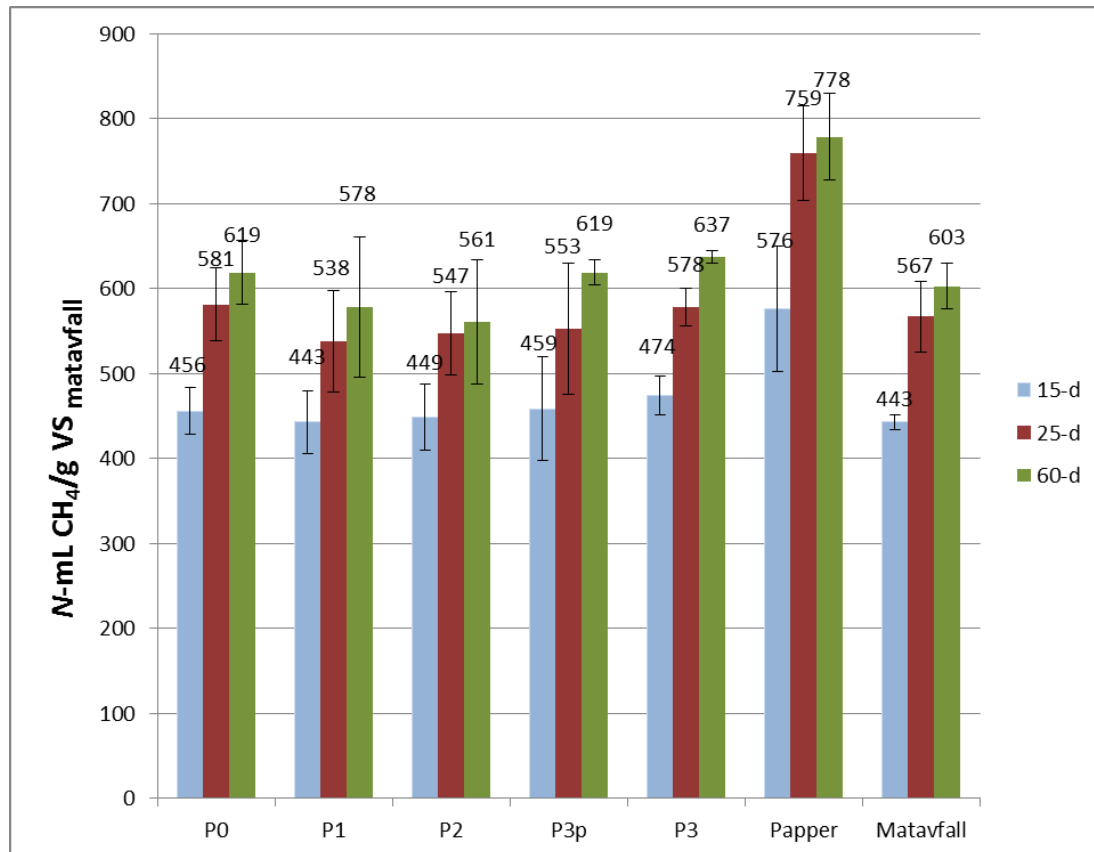
Tabell 2. Beskrivning av samtliga provuppsättningar inom försöket

Benämning	Innehåll i vardera provkolv				Prov uppehållstid och antal replikat		
	Prov	Substrat	vatten	ymp	15 dygn	25 dygn	60 dygn
P0	P0	Matavfall	Ja	Ja	3	3	3
P1	P1	Matavfall	Ja	Ja	3	3	3
P2	P2	Matavfall	Ja	Ja	3	3	3
P3p	P3p	Matavfall	Ja	Ja	3	3	3
P4	P4	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*	P0	-	Ja		-	-	3
VP1*	P1	-	Ja		-	-	3
VP2*	P2	-	Ja		-	-	3
VP3p*	P3p	-	Ja		-	-	3
VP4*	P4	-	Ja		-	-	3
VPapper*	Papper	-	Ja		-	-	3
Ymp kontroll	-	-	Ja	Ja	-	-	3

*Abiotisk kontroll

Resultat

Metanproduktionen från matavfall i närvaro av de testade proverna med biopåse och papper sammanfattas i figur 2. Metanproduktionen anges som N-ml CH₄/g VS för matavfall. Andelen vs från biopåse- och pappersprov ingår inte.

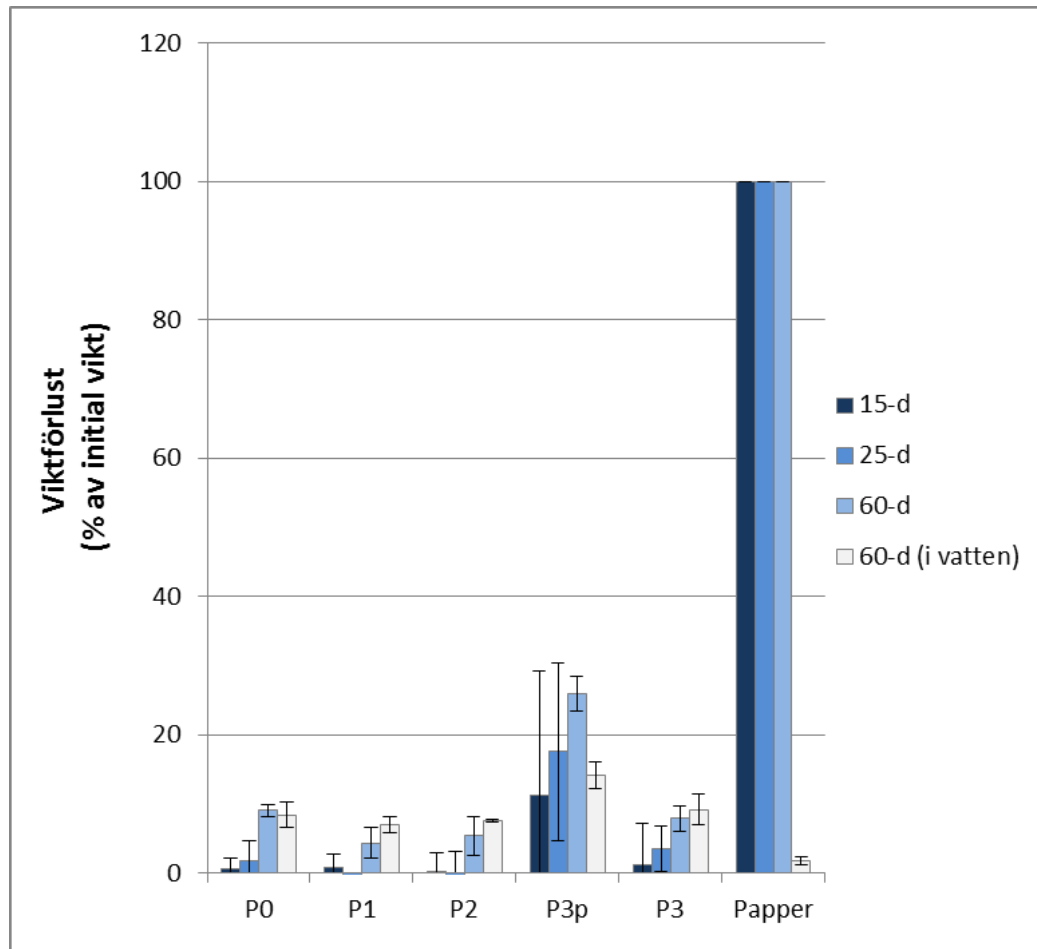


Figur 2. Ackumulerad metanproduktion ($N\text{-ml CH}_4/g$ VS) av matavfall med de olika proverna av biopåse och papperspåse. Metanproduktionen är beräknad per g VS av matavfall. Mängden VS från biopåse och papperspåse i proverna är inte inkluderad.

Ingen signifikant skillnad kan observeras mellan de prov där matavfall rötats tillsammans med de olika proverna av biopåse, se figur 2. 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 av matavfall.

Det framgår dock att metanproduktionen efter 60 dygns uppehållstid från matavfall i närvaro av provet från papperspåse är högre ($778 N\text{-ml CH}_4/g$ VS matavfall) än metanproduktionen utan närvaro av pappersprovet ($603 N\text{-ml CH}_4/g$ VS matavfall), se figur 2. 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 (1).

Uppmätt viktninskning av de olika typerna av biopåsar och papperspåse visas i figur 3. Viktninskningen av proverna P0, P1, P2 och P4 har efter 60 dagars rötning ingen signifikant skillnad relativt viktörlusten i den abiotiska kontrollen. Dock visade viktörlusten av prover P3P och P4pp en signifikant skillnad jämfört med deras respektive abiotisk kontroll efter 60 dagars rötning.



Figur 3. Viktminskning, procent av ursprunglig vikt av biopåsar och papperspåse, redovisat utifrån 15, 25 respektive 60 dygns uppehållstid i reaktor i relation till viktminskning i aquatisk miljö.

Slutsatser

Det anaeroba systemet bestående av ymp och substrat av matavfall för att efterlikna förhållandena i en biogas reaktor miljö fungerat bra. Den erhållna metanpotentialen från matavfall efter 60 dagars rötning blev 603 N-ml CH₄/g VS vilket är enligt tidigare resultat.

Rötning av matavfallet tillsammans med prover av biopåse P0, gav P1, P2, P3P och P4 visade inga signifikanta högre skillnader i metanpotential jämfört med rötning av endast matavfall. Detta tyder på att dessa prov från biopåse inte bidrar till metanpotentialen. Detta tyder på att inget eller väldigt lite av prover bidragit till metanpotentialen.

Rötning av matavfallet tillsammans med prover från papperspåse, P4pp, gav högre metanpotentialen jämfört med kontrollen, rötning av endast matavfall. Provet P4pp bidrar både till metanpotentialen men även till stabilisering och synergism av den process som leder till högre metanproduktion från matavfallet. Vilken av dessa mekanismer som är viktigast kan inte belysas inom ramen för detta projekt.

Det har inga kunnat observeras några signifikanta skillnader i viktförlust av prover från biopåse P0, P1, P2 och P4 jämfört med respektive abiotiska kontroller. Detta tyder på ingen eller väldigt liten nedbrytning av proverna.

Det har påvisats signifikanta skillnader i förlust av vikt av proverna P3P biopåse och P4pp papperspåse relativt de respektive abiotiska kontrollerna. Detta tyder på en viss nedbrytning av materialet. Provet med papperspåse, P4pp, visade både betydande viktförlust och högre metanproduktion. Detta antyder att anaerob nedbrytning av materialet förekommer i kolven under försöket. Provet med biopåse, P3p, visade signifikanta viktförlusten men ger inte något högre bidrag till metanproduktionen. Detta tyder på att provet kan ha påverkats fysiskt i det anaeroba systemet men utan att ge något bidrag till metanproduktion. Det har inte kunnat genomföras någon filtrering och analys av kolvens innehåll för att se på detaljer av innehållet och därmed se möjliga delar av provet kan ha upplösts från nålhållaren och förblev i biogödsel.

Rekommendation

Den nedbrytning som sker i anaeroba satsvisa system är begränsat genom att inget nytt substrat eller andra ämnen tillsäts 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 effektivt metod eftersom kontinuerliga processer tillåter att utveckla 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 inom de två medverkande kommunerna. Efter ankomst av biopåsar till JTI i Uppsala har biopåsarna förvarats i fryst tillstånd. Inför de satsvisa utrötningsförsöken har påsarna tvättats och torkats innan det utsatts för satsvisa utrötningsförsök. I samrötningsanläggningar behandlas materialet ofta i ett förbehandlingssteg med sönderdelning och siktning. Därefter lagras ofta substratet i en bufferttank innan inmatning i rötammaren. I bufferttanken startar en hydrolys av substratet som innebär en pH-sänkning till ner emot 4. En förhydrolys av polymererna som det finns i biopåsen kan öka deras nedbrytning ytterligare. Denna hydrolys och pH-sänkning kan därför vara en viktig del för möjligheten till nedbrytning av materialet i biopåsen.

JTI – Swedish Institute of Agricultural and Environmental Engineering

We are a technical institute with agricultural, environmental and energy profiles.

The Institute's focus is on innovation and development in close cooperation with industry, organizations and authorities.

Notices of current research and development at JTI are regularly published on our website. The website offers JTI-publications that can be downloaded for free.

See www.jti.se under the Publications link.

Some publications can be ordered in printed form. For print orders, please contact the Publications Service, tel.: +46 18 67 11 00
Fax: +46 18 67 35 00,
e-mail: bestallning@jti.se

1. Teghammar, A., Castillo, M.d.P., Ascue, J., Niklasson, C., Horvath, I.S., Improved Anaerobic Digestion by the Addition of Paper Tube Residuals: Pretreatment, Stabilizing, and Synergetic Effects. *Energy & Fuels* **27**, 277 (2013).



JTI – Swedish Institute of Agricultural and Environmental Engineering
Box 7033, 750 07 Uppsala, Sweden
Phone: +46 10-516 69 00, Fax: +46 18-30 09 56
E-mail: info@jti.se
www.jti.se