

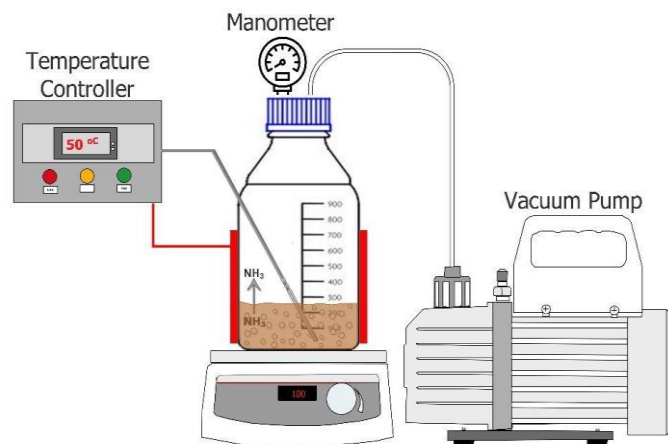
Taak 1.1 – Desintegratie gebaseerde methaan verrijking via zijstroom vacuüm stripping

Doel

Het doel was om het effect van vacuümstrippen op ammoniakverwijdering en desintegratie van kippenmestdigestaat te evalueren bij verschillende pH-waarden (8,5; 9,5 en 10,5) en temperaturen (30, 50 en 70 °C). Zo werd onderzocht hoeveel het biogaspotentieel van stikstofrijke kippenmest kan worden verhoogd door vacuümstrippen wanneer het vacuümgestripte digestaat wordt gerecirculeerd naar de anaerobe vergister.

Set-up/Parameters

Batch vacuümstrippingtests werden uitgevoerd met een luchtdicht, vacuümbestendig glazen vat van 1 liter dat aangesloten werd op een vacuümpomp. Een verwarmingsmantel aangesloten op een digitale temperatuurregelaar regelde de temperatuur van het vacuümvat. Het digestaat werd gemengd met een magneetroerder en de vacuümdruk werd tijdens de tests gecontroleerd met een manometer. De testopstelling voor vacuümstrippen is weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1: Batch vacuum stripping test set-up.

In de vacuümexperimenten werden twee verschillende retentietijden (120 en 30 min.) getest om de effecten van de duur van het vacuüm op de ammoniakverwijdering en desintegratie van het digestaat (toename van oplosbaar CZV) te evalueren. Daarnaast werden de effecten van temperatuur (35, 50 en 70 °C) en pH (8,5-9,5-10,5) beoordeeld in de 120 min. vacuümexperimenten. Experimenten van 30 minuten werden alleen uitgevoerd bij 50 en 70 °C.

Om het effect van vacuümstrippen op het residuele biomethaanpotentieel te onderzoeken, werden BMP-testen uitgevoerd met 30 minuten vacuümgestript en niet-gestript digestaat. Hoewel 120 minuten vacuümstrippen effectiever bleek te zijn dan 30 minuten strippen wat betreft ammoniakverwijdering en desintegratie van organisch materiaal, werd 120 minuten vacuüm gestript digestaat niet gebruikt in BMP-testen vanwege economische redenen.

De BMP-testen werden uitgevoerd in glazen flessen van 500 ml met 400 ml actief volume in duplo onder mesofiele omstandigheden (36 ± 1 °C). De testflessen werden continu geroerd op een schudapparaat in een incubator.

Resultaten

De resultaten van de 120 min. testen worden weergegeven in Tabel 1. De resultaten laten zien dat de toename van sCOD, een indicatie van desintegratie, erg laag is bij temperaturen lager dan 70 °C. Daarnaast stelden we vast dat de pH ook effect heeft op desintegratie in de vacuümexperimenten en dat de sCOD aanzienlijk toenam bij hogere temperaturen en pH-waarden. In de geteste bereiken zijn hoge temperatuur- en pH-waarden afzonderlijk echter niet erg effectief. Bij 70 °C is de toename van de sCOD-concentratie bijvoorbeeld verwaarloosbaar bij pH 8,4. De desintegratie-efficiëntie en TAN-verwijdering waren respectievelijk $85,5\% \pm 0,2$ en $94,3 \pm 0,8\%$ bij 70 °C en pH=10,5 bij de 120 min. stripproeven. Experimentele resultaten toonden aan dat het verhogen van de pH-waarde en de temperatuur de TAN-verwijdering aanzienlijk verhogen, maar dat de pH-waarde effectiever is.

Tabel 1: Resultaten van de 120 min. batch vacuüm stripping testen

Temperature (°C)	pH	Evaporation (%)	Disintegration efficiency (%)	TAN removal (%)
35	8.3 ± 0.1	11.3 ± 3.6	7.3 ± 1.7	18.5 ± 7.9
	9.5 ± 0.1	11.6 ± 1.9	<5	32.7 ± 0.3
	10.5 ± 0.1	12.5 ± 4.1	10.6 ± 6.6	67.4 ± 0.2
50	8.5 ± 0.1	19.5 ± 7.7	<5	47.8 ± 7.2
	9.5 ± 0.1	36.2 ± 1.4	<5	87.8 ± 3.2
	10.5 ± 0.1	29.7 ± 10.8	8.9 ± 2.0	90.9 ± 6.4
70	8.4 ± 0.1	69.6 ± 1.9	<5	93.3 ± 3.3
	9.5 ± 0.1	67.3 ± 10.7	54.2 ± 5.9	97.5 ± 0.2
	10.5 ± 0.1	69.1 ± 9.3	85.5 ± 0.2	94.3 ± 0.8

Vanwege het hoge water- en energieverlies door verdamping in de 120 minuten durende vacuümexperimenten werden nieuwe 30 minuten durende vacuümstripexperimenten uitgevoerd om het digestaat te verkrijgen voor gebruik in de BMP-test. Aangezien 35 °C niet effectief is voor zowel desintegratie als TAN-verwijdering, werden de 30 minuten durende vacuümexperimenten uitgevoerd bij 50 en 70 °C en bij pH 8, 9,5 en 10,5. Zoals te zien is in Tabel 2, waren de desintegratie-efficiëntie en TAN-verwijdering $39,2 \pm 2,6\%$ en $67,0 \pm 1,3\%$ bij respectievelijk 70 °C en pH 10,5. Hoewel de resultaten relatief lager waren dan bij 120-min-experimenten, was de toename in sCOD ongeveer 40% bij 70 °C en pH 10,5.

De resultaten toonden aan dat de toename in sCOD vooral bij 70 °C en pH 9,5 en 10,5 niet duidelijk tot uiting kwam in de BMP testresultaten. Hoewel de toename in sCOD van $39,2 \pm 2,6\%$ van het vacuüm gestrippte digestaat bij pH 10,5 significant hoger was dan die van het gestrippte digestaat bij pH 8 en 9,5, was het biomethaanpotentieel verrassend genoeg lager dan dat van andere digestaten, zelfs dat van de controleset. Dit resultaat wordt toegeschreven aan de remming van de methaanproductie door natrium, dat werd toegevoegd als NaOH om de pH aan te passen naar 9,5 en 10,5 in de vacuümstripexperimenten.

Tabel 2: Resultaten van de batch vacuüm testen (30 min.).

Temperature (°C)	pH	Evaporation (%)	Disintegration efficiency (%)	TAN removal (%)
50	7.9 ± 0.1	6.8 ± 0.9	7.5 ± 2.9	20.5 ± 0.9
	9.5 ± 0.1	7.8 ± 1.3	15.5 ± 1.1	58.9 ± 5.2
	10.5 ± 0.1	5.4 ± 1.1	16.2 ± 2.2	56.3 ± 11.7
70	8.0 ± 0.1	6.4 ± 2.2	5.8 ± 2.4	38.8 ± 3.7
	9.5 ± 0.1	10.6 ± 0.8	14.4 ± 4.3	64.8 ± 5.6
	10.5 ± 0.1	6.6 ± 0.9	39.2 ± 2.6	67.0 ± 1.3

Tabel 3: BMP testen en methaanproductie opbrengsten.

Temperature (°C)	Vacuum Stripping pH	BMP test pH	Disintegration efficiency (%)	NH ₄ -N (mg/l)	CH ₄ yield (mL CH ₄ /gVS)	Increase in CH ₄ yield (%)	NaOH (g/L)
Control	-	8.00		3578	37.8 ± 2.0	-	
50	7.9 ± 0.1	8.07	7.5 ± 2.9	3366	47.7 ± 4.0	26.2	
	9.5 ± 0.1	7.99	15.5 ± 1.1	2580	52.3 ± 11.8	38.4	5.4
	10.5 ± 0.1	7.99	16.2 ± 2.2	2508	36.9 ± 3.0	-	8.7
70	8.0 ± 0.1	8.05	5.8 ± 2.4	3006	56.2 ± 29.7	48.7	
	9.5 ± 0.1	8.00	14.4 ± 4.3	2294	30.0 ± 0.6	-	6.5
	10.5 ± 0.1	8.00	39.2 ± 2.6	2450	42.5 ± 3.4	12.4	8.9

Conclusie/Opmmerkingen

- De hoogste desintegratie en TAN-verwijdering werden bereikt bij 70 °C en pH=10,5 met 120 min. vacuümstrippen en bedroegen respectievelijk 85,5%±0,2 en 94,3±0,8%.
- Door overmatig verdamping met een hoog energieverlies was 120 min. vacuümstrippen boven 55 °C niet kostenefficiënt.
- Bij 30 minuten vacuümstrippen nam het waterverlies door verdamping aanzienlijk af en werd een acceptabele TAN-verwijdering (71,1%) en desintegratie-efficiëntie (45,9%) bereikt.
- Het hoogste residuele biomethaanpotentieel, dat 48,7% hoger was dan dat van de controleset, werd verkregen met 30 minuten vacuümstrippen bij 70 °C zonder pH-aanpassing.
- De optimale condities die door middel van batch-experimenten werden verkregen, zullen in taak 2.2 worden gevalideerd met behulp van een vacuümstripper die werkt op de interne recirculatielijn van een dagelijks gevoede anaerobe vergister op laboratoriumschaal.



A biorefinery approach to exploit digestate as key feedstock in the energy – nutrient nexus

Contact: Prof. Dr. Barış ÇALLI, baris.calli@marmara.edu.tr (Engels)

De bevindingen van taak 1.1 werden gepubliceerd in de volgende onderzoekspaper:

Şengür Ö., Akgül, D., Bayrakdar, A., Çallı, B. “Enhancing biogas production from chicken manure through vacuum stripping of digestate.” *Biomass Conversion and Biorefinery*. *In Press*. DOI: 10.1007/s13399-023-04975-3.

Meer informatie over het project: bezoek de [projectwebsite](#).

Projectpartners: Biogas-E, KU Leuven, Ghent University, Marmara University, VCM, OSTIM

Met de steun van:



AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen

