Taak 2.1 – Lucht stripping (gekoppeld aan scrubbing met alternatieve zuren (citroenzuur en CO_2))

Doelstelling

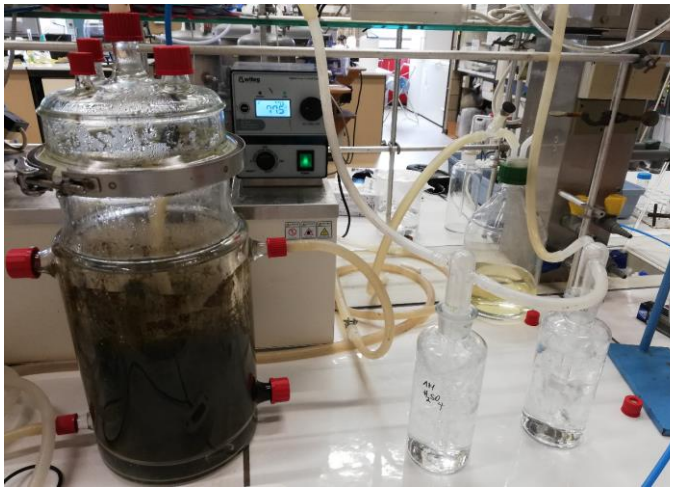
Het gebruik van alternatieve zuren als scrubbingvloeistof wordt onderzocht op laboschaal voor de terugwinning van ammoniak uit digestaat. Het procesdesign voor praktische toepassing ervan wordt ook bekeken. Succesvolle processen worden op grotere schaal gevalideerd.

Het doel van deze taak is het bepalen van de toepasbaarheid van citroenzuur ($C_6H_5O(COOH)_3$) en koolstofdioxide (CO_2) als alternatieve scrubbingvloeistoffen met behulp van labotests, gebenchmarkt tegen H_2SO_4. De alternatieve zuren, namelijk citroenzuur en CO_2, verbeteren het duurzame karakter van de ammoniakscrubbing. Ammoniumcitraat als meststof kan de biologische beschikbaarheid van micronutriënten (Fe) en P voor opname door planten verbeteren. CO_2 uit afgassen van biogasmotoren kan worden hergebruikt en gefixeerd voor de vorming van ammoniumbicarbonaat.

Het ruwe digestaat (RD) wordt gecentrifugeerd om een P-rijke vaste fractie (SFD) en een N-rijke vloeibare fractie (LFD) van het digestaat te verkrijgen. Samen met het RD zal de LFD worden gebruikt voor verdere tests, terwijl de SFD zal worden getest op terugwinning van P.

Set-up

Er wordt een kleine stripper-installatie gebruikt, bestaande uit een luchtpomp (debiet: ca. 8L/min, geregeld via een debietmeter), een reactor met een watermantel (5L) (magnetisch roeren: 100 rpm; waterbad voor een stabiele werkingstemperatuur) en een scrubbing-installatie, allemaal verbonden via buizen. Een pH-bereik van 8-11 en een temperatuurbereik van 40 tot 80°C worden onderzocht om de meest optimale strippingcondities te bepalen voor een gecombineerde terugwinning van ammoniak en desintegratie van digestaat. Een G/L van min. 1000 wordt aangehouden om een verwijderingsrendement van minstens 80% te garanderen. De scrubbing-installatie wordt gevuld met een citroenzuur- of zwavelzuuroplossing (= benchmark om de efficiëntie te beoordelen) om respectievelijk ammoniumcitraat of ammoniumsulfaat te vormen. Tijdens het strippen en schrobben worden pH en TAN gebruikt om de verwijdering (strippen) en terugwinning (scrubbing) te bepalen. Naast citroenzuur wordt ook CO_2 gebruikt als alternatieve scrubbingvloeistof. Nu wordt de gestripte ammoniak niet opgevangen in



Figuur 1: stripping-scrubbing set-up ©KU Leuven

citroenzuur, maar in water. Pure, gasvormige CO2 wordt als gasbellen via een diffusor door de luchtdichte scrubber geleid (debiet 5L/min via debietmeter).

Resultaten

Verschillende stripping condities voor de verwijdering van ammoniak uit digestaat en navolgende scrubbing om ammoniumzouten te verkrijgen worden onderzocht.

Tabel 1: stripping – scrubbing (zwavel- en citroenzuur) van melkveemestdigestaat

Origin substrate	Dairy manure	Dairy manure
pH (-)	9,5	9,5
Temperature (°C)	70	70
G/L	1000	1000
Flow (l/min)	8	8
Scrubbing acid	sulfuric acid 1M	citric acid 60g/L
TN digestate. (gN)	5,25	6,86
TN stripped digestate (gN)	0,5	0,93
TN washing bottle 1 (gN)	3,57	4,22
TN washing bottle 2 (gN)	0,7	0,62

In Tabel 1 worden de verschillende stripping parameters (d.w.z. pH, temperatuur, G/L en debiet) weergegeven. Onder deze omstandigheden (pH 9,5; 70°C; G/L 1000 en luchtstroom van 8 L/min) wordt 91% N-terugwinning in zwavelzuur en 84% in citroenzuur bekomen.

Tabel 2: strippen (verschillende omstandigheden) van digestaat, concentratie oplosbare TOC (g/L) en concentratie TAN (g N/kg digestaat) in het gestripte digestaat

Parameter	**Stripped digestate**	**Stripped digestate**	**Stripped digestate**	**Stripped digestate**
Origin substrate	Dairy manure	Dairy manure	Dairy manure (+ extra N)	Dairy manure
pH (-)	9,5	9,2	9,5	8
Temperature (°C)	57,5	70	70	70
G/L	1000	1000	1000	1000
Flow (L/min)	8	8	8	8
Soluble TOC (g/L)	+53%	+92%	+73%	+87
TAN (g N/kg digestate)	-79%	-92%	-90%	-89

Tabel 2 geeft een overzicht van de verschillende geteste strippingcondities. Wij concludeerden dat een hogere temperatuur (d.w.z. 70°C) betere resultaten oplevert voor de solubilisering van het organisch materiaal en voor de TAN-verwijdering. Het effect van een verlaging van de pH (van 9,5 naar 8) is zeer beperkt.

Conclusie

Een pH-bereik van 8 - 11 en een temperatuurbereik van 40 tot 80°C worden onderzocht om de meest optimale strippingcondities te bepalen voor gecombineerde ammoniakterugwinning en digestaatdesintegratie. Een G/L van 1000 wordt aangehouden om een verwijderingsrendement van ten minste 80% te garanderen.

Strippen van het digestaat bij pH 8 en 70°C zorgt voor een N-verwijderings- en desintegratie-efficiëntie van bijna 90%.

Contact: Prof. Lise Appels lise.appels@kuleuven.be

Meer informatie over het project: check de projectwebsite.

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

Met de steun van:

cornet

AGENTSCHAP INNOVEREN & ONDERNEMEN

Vlaanderen is ondernemen

TÜBİTAK