

Inkuiladditieven verhogen de biogasopbrengst van maïs

G. Ghekiere (1), H. Vervaeren (2), M. Bossuwé, K. Hostyn (1) POVLT, Rumbke-Beitem (2) HoWest, Kortrijk

In Vlaanderen wordt op vandaag naar schatting 4500 ha maïs geteeld voor vergisting. Bij toediening van de maïs aan een vergistingsinstallatie (doorgaans in combinatie met mest en afvalstromen), wordt de maïs door micro-organismen afgebroken waarbij de koolstof in de maïs omgezet wordt naar biogas, een mengsel van methaan (CH₄) en CO₂. De koolstof die niet afgebroken wordt, wordt in het digestaat afgevoerd.

Maïs is als grondstof voor vergisting gemakkelijk, betrouwbaar en kwaliteitsvol. Maar het is ook een dure grondstof, waarbij de prijzen ook sterk kunnen verschillen van jaar tot jaar.

De vraag waarover de studenten zich hebben gebogen, is of de omzetting van maïs naar biogas

niet nog een stuk efficiënter kan door voorbehandeling van de maïs.

Er wordt op vandaag heel wat onderzoek gedaan naar een grote diversiteit aan voorbehandelingstechnieken om de biogasopbrengst van biomassa te verhogen. Dit gaat van mechanische, over thermo-mechanische en chemische tot biologische voorbehandelingstechnieken. De ene techniek is al eenvoudiger toe te passen dan de andere maar allen hebben hetzelfde doel, namelijk de koolstof in de maïs beter beschikbaar stellen voor de vergistingsbacteriën. Het is namelijk zo dat een deel van de koolstof als het ware gevangen zit in de lignine (de houtstof) en de lignocellulose in de plant. Lignine is sowieso niet afbreekbaar door de

vergiftingsbacteriën, maar de lignine en de lignocellulose kapselen ook een gedeelte van de gemakkelijk afbreekbare koolstofverbindingen in, zodat deze ook moeilijker beschikbaar zijn voor de vergistingsbacteriën. Indien we dat lignocellulosecomplex een stuk kunnen afbreken, zullen we meer koolstof kunnen omzetten in biogas.

In het thesisonderzoek concentreerden we ons op de biologische behandeling door inkuiladditieven. In een normale maïs-teelt zijn inkuiladditieven op vandaag vaak niet nodig. Ze worden vooral gebruikt in (natere) graskuilen. Er zijn verschillende types inkuiladditieven. Additieven met enkel homofermentatieve melkzuurbacteriën beogen een snelle inzuring

Tabel 3: Resultaten semi-continue testen 2010

| Additief | Meeropbrengst methaan tav onbehandeld | DS verliezen in de kuil |
|----------------|---------------------------------------|-------------------------|
| Sil All 4x4 | 18,02 ± 5,24 % | ± 4 % |
| Microferm | 32,05 ± 10,93 % | ± 15 % |
| Silasil Energy | 23,80 ± 6,62 % | ± 4 % |

van de kuil kort na het inkuilen van de biomassa. Additieven met homo- en heterofermentatieve melkzuurbacteriën werkt niet alleen op de inzuring van de kuil, maar beperken ook de groei tijdens uitkuilen. En dan zijn er de complexere inkuiladditieven waarbij ook enzymen, gisten, ... zijn toegevoegd. Deze complexere inkuiladditieven beogen vaak een zekere afbraak van de celwanden, wat voornamelijk belangrijk is bij graskuilen om een snelle inzuring van de kuil mogelijk te maken.

Conclusie

Op basis van de onderzoeksresultaten durven wij concluderen dat de toediening van bepaalde inkuiladditieven bij het inkuilen van maïs een meeropbrengst kan genereren van 10 à 20% methaan in labo-condities. Dit geldt zeker niet voor alle inkuiladditieven. Het betreft additieven met een eerder complexe samenstelling, waarbij gestreefd wordt naar een zekere afbraak van de celwanden in de kuil (een zekere voorvertering als het ware) en naar een verhoogde concentratie van azijnzuur in de kuil. Het toepassen van inkuiladditieven is – in tegenstelling tot bv. thermische of mechanische voorbehandelingen – zeer eenvoudig en goedkoop. Met meeropbrengsten aan methaan van 10 à 20%

overschrijden de meeropbrengsten ruim de kosten van de voorbehandeling.

Onze onderzoeksresultaten sluiten aan bij de resultaten van Duits onderzoek.

Verdere stappen

In 2011 zal het POVLT het labo-onderzoek proberen te valideren in haar eigen biogaspijlootinstallatie (vermogen 30 kW). Hiertoe werd dit najaar 1 partij van 4 ha maïs verdeeld over 2 silo's, één behandeld met Microferm en één onbehandeld. Ook een exploitant zal het effect van Microferm in een grootschalige praktijkinstallatie uittesten.

We concentreren ons evenwel niet alleen op maïs. Het is bijzonder interessant om na te gaan wat het effect van dergelijke inkuiladditieven is op moeilijker vergistbare stromen zoals bijvoorbeeld natuurgras. Dit jaar buigt een 3de thesisstudent zich over dit onderwerp.

Willen we de Europese doelstellingen halen rond hernieuwbare energie en reductie van de uitstoot van broeikasgassen, dan zal de vraag naar biomassa voor energiewaardering de komende jaren sterk gaan toenemen. Hierbij is het zaak zo efficiënt mogelijk om te gaan met deze biomassa. Een voorbehandeling van de biomassa kan hierbij helpen.

Tabel 2: Resultaten batchtesten 2008, 2009, 2010

| Additief | Meeropbrengst methaan tav onbehandeld | | |
|------------------|---------------------------------------|-----------|------------|
| | 2008* | 2009 | 2010 |
| EM Silage | + 0 % | | |
| Microferm | + 17 % | + 10,88 % | + 11,2 %** |
| Bonsilage | | - 9,18 % | |
| Silasil Energy | | + 10,25 % | |
| Sil All 4x4 | | + 7,82 % | + 13,4 % |
| Lalsil Dry | | | + 16,9 % |
| Enzymenpreparaat | | | - 3,04 % |

* Preliminair onderzoek HoWest ** aan helft van aanbevolen dosis

Biogas installaties; een markt voor Microferm

Principe van biogas installatie.

Van Helmont ontdekte in 1630 dat bij verrotting van organisch materiaal, brandbare stoffen vrijkomen. Louis Pasteur opperde dat dit gas voor verwarming en stadsverlichting gebruikt kon worden. Dit is in het Engelse Exeter inderdaad rond 1900 toegepast. De toegepaste techniek zorgden ervoor dat aerobe systemen vervuild werden voor anaerobe vergisting. Het principe van het vergistingproces is het omzetten van complexorganisch materiaal (suikers, vetten eiwitten) tot CH₄, CO₂, H₂O, H₂S, en NH₃. Deze omzetting gebeurt door een symbiotische gemeenschap van bepaalde micro-organismen onder bepaalde omstandigheden. De kunst bij biogas installaties is om de aangewezen bacteriën onder optimale omstandigheden zoveel mogelijk organisch materiaal om te laten zetten in methaangas (CH₄).

De inputstroom bepaald de kwaliteit van het biogas. Zo wordt bijvoorbeeld lignine onder anaerobe condities nauwelijks

afgebroken en zal de celluloseafbraak enkele weken nodig hebben. Voor de degradatie van hemi-cellulose, vetten en proteïnen zijn enkele dagen nodig en de afbraak van laag moleculaire suikers, vluchtige vetzuren en alcoholen is slechts in enkele uren. De omzetting vindt plaats in 4 fasen. Te weten Hydrolyse, Fermentatie, Acetogenese Methanogenese.

Hydrolyse

Bij hydrolyse worden complexe biopolymeren (bijvoorbeeld eiwitten en koolhydraten) door inwerking van enzymen (protasen, cellulasen, amylasen, lipasen ed) omgezet in minder complexe verbindingen: Meervoudige suikers naar enkelvoudige suikers. Eiwitten worden afgebroken tot aminozuren. Vetten worden ontleed tot hogere vetzuren en glycerol. Hydrolyse is de snelheidsbeperkende reactiestap van het vergistingsproces. De snelheid van hydrolyse wordt bepaald of het substraat al dan niet goed bereikbaar is voor de exo-enzymen.

Fermentatie

Bij Fermentatie zorgen fermentatieve bacteriën voor omzetting van organische verbindingen in minder complexere verbindingen, veelal zuurvormende verbindingen. Zuurvormende bacteriën zetten de aminozuren, suikers, hogere vetzuren en alcohol om in vluchtige vetzuren, alcoholen, melkzuur, CO₂, H₂, NH₃, H₂S en nieuw celmateriaal. Hierin kunnen 2 reactiemechanismen plaatsvinden.

- 1: hydrolyse producten worden direct omgezet in methanogense producten (azijnzuur, waterstofgas en koolstofdioxide) of
- 2: Hydrolyse producten worden omgezet in alcoholen en organische zuren. (propionzuur melkzuur ed)

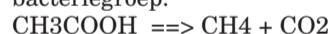
Acetogenese

Hierbij worden de producten van fermentatie door acetogenese bacteriën omgezet in acetaat, H₂ en CO₂

Methanogenese

In dit proces worden azijnzuur, H₂ en CO₂ omgezet in biogas.

De azijnzuur splitsende en waterstof consumerende bacteriën vormen hierbij de belangrijkste bacteriegroep.



Biogaspotentieel

De hoeveelheid methaan die gewonnen kan worden uit organisch materiaal wordt in hoofdzaak bepaald door de samenstelling en de biologische afbreekbaarheid van het materiaal. Ruw eiwit, ruw vet, ruwe vezels, cellulose, hemicellulose, lignine, zetmeel en suikers beïnvloeden in grote mate de methaanopbrengst. In het geval van energiegewassen verandert de kwaliteit van de biomassa al naar gelang de verschillende fasen van het groeiproces, de oogstwijze en de oogsttijdstip. Om een goede biogasopbrengst (l/kg DS) te bereiken is een correcte bewaring van de biomassa vereist.

Waarom inkuilen?

Het inkuilen van maïs heeft als voordeel dat het vergistingsproces onafhankelijk wordt van het

oogstseizoen. Daarnaast heeft inkuilen ook een positief effect op de methaan opbrengst. Onderzoek heeft aangetoond dat ingekuilde maïs 25% meer methaan opracht per eenheid van verse materie, ten opzichte van een maïs oogst dat onmiddellijk werd vergist. Tijdens een inkuilproces worden melkzuur, azijnzuur, methanol, alcohol, mierenzuur, H₂ en CO₂ gevormd. Dit zijn uitgangstoffen voor de Methanogenese.

Door toevoeging van inkuiladditieven wordt getracht om mogelijke broeiverliezen te minimaliseren en een tot een stabiele kuil te komen. Deze additieven kunnen mogelijk de hydrolyse versnellen en bevorderen door substraten beter beschikbaar te maken voor micro-organismen. Hierdoor kunnen kortere verblijftijden en een hogere methaanopbrengst bereikt worden. Vanuit gaande dat biogasprijs 0,30 euro oplevert, levert toevoeging van Microferm een meerwaarde van ca 6,59 euro per ton op.

