

# **RAPPORT BIOGASPOTENTIEEL**

## RESTBIOMASSA SPIRULINA EN EENDENKROOS

Coudron Carl  
INAGRO  
E [carl.coudron@inagro.be](mailto:carl.coudron@inagro.be)

Devlamynck Reindert  
Ugent & INAGRO  
E [reindert.devlamynck@ugent.be](mailto:reindert.devlamynck@ugent.be)

2018

## Inhoud

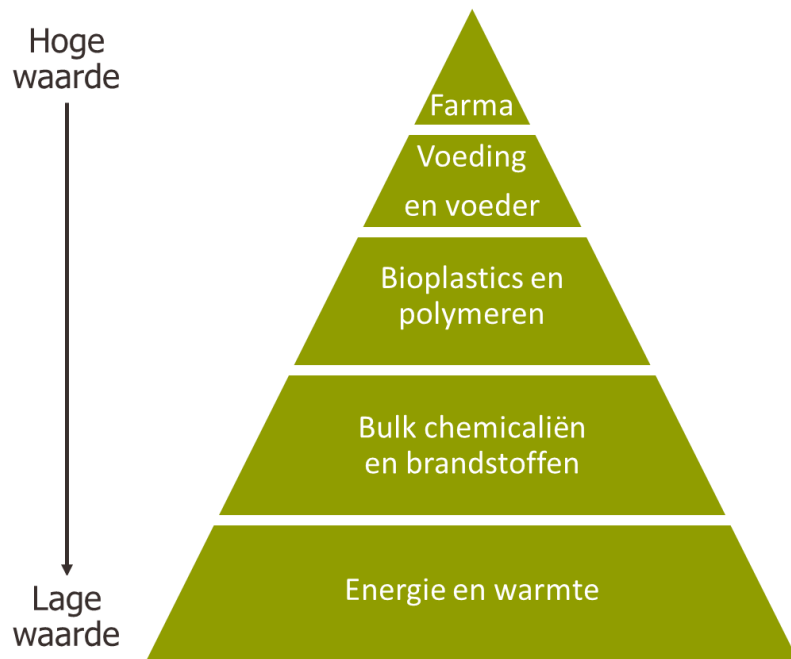
1	Inleiding .....	2
2	Biogas uit anaerobe vergisting .....	3
2.1	Algemeen.....	3
2.2	Biogas uit eendenkroos .....	3
2.2.1	Vers eendenkroos.....	3
2.2.2	Reststromen uit de eendenkroosraffinage .....	5
2.2.3	Discussie .....	5
2.3	Biogas uit algen (Spirulina) .....	6
3	Conclusie .....	9
	Colofon .....	10

# 1 INLEIDING

---

Ruwe biomassa bestaat uit verschillende componenten, zoals: eiwitten, oliën en vetten, koolhydraten en suikers. Door raffinage kunnen deze hoogwaardige componenten uit biomassa worden geëxtraheerd waardoor ze verder in bio gebaseerde producten kunnen worden verwerkt. Uit laagwaardige biomassa kan op die manier economische meerwaarde worden gecreëerd. Het hoeft echter niet te stoppen bij één raffinage. Uit de reststromen van een eerste raffinage kunnen verder componenten worden geraffineerd. Door een dergelijke cascadering toe te passen, kan een biomassastroom economisch maximaal worden benut.

Vanuit economisch standpunt is het dus interessant om zo hoog mogelijk te starten in de waardepiramide (Figuur 1). Helemaal bovenaan de piramide staan de farmaceutische toepassingen, zoals bioactieve componenten en andere interessante chemische inhoudsstoffen. De meest laagwaardige toepassing van biomassa, onderaan de piramide, is de omzetting naar energie en warmte. De productie van biogas bevindt zich in de onderste twee segmenten van de piramide. Het biogas kan rechtstreeks worden verbrand tot energie en warmte of worden opgewerkt tot biomethaan, een zuivere brandstof.



*Figuur 1: Waardepiramide van biomassa.*

Hoogwaardige toepassingen van eendenkroos worden gerapporteerd door Avans Hogeschool<sup>1,2</sup>. In dit rapport zal worden bekeken of vers eendenkroos en reststromen van eendenkroos en Spirulina na raffinage kunnen worden aangewend voor de productie van energie en warmte. Om dit te bewerkstelligen zal de productie van biogas uit anaerobe vergisting worden bekeken.

---

<sup>1</sup> Applications of proteins, amino acids and starch from duckweed (A. Compeer & J. de Best)

<sup>2</sup> Biorefinery of Lemna minor (F. Pileidis, J. Gois Camilo & L. Groenner de Araujo)

## 2 BIOGAS UIT ANAEROBE VERGISTING

---

### 2.1 ALGEMEEN

Anaerobe vergisting is een proces waarbij micro-organismen in afwezigheid van zuurstof complexe componenten in de biomassa afbreken tot eenvoudigere verbindingen. Hierbij produceren ze biogas en digestaat. Het digestaat is de vergiste biomassa die verder kan worden gebruikt als meststof. Het vergistingsproces vindt plaats in een reactor. Het biogas wordt afzonderlijk opgevangen en vervolgens richting een warmtekrachtkoppeling (WKK) gestuurd. De voornaamste componenten van het biogas zijn: methaan ( $\text{CH}_4$ ) en  $\text{CO}_2$ . Het methaan in het biogas wordt verbrand in de motor van de WKK. Deze drijft een generator aan die vervolgens elektriciteit produceert. Een deel van de warmte uit de motor wordt gebruikt om de reactor op temperatuur te houden, de restwarmte kan verder nuttig op het bedrijf aangewend worden. Het biogaspotentieel van een reststroom is afhankelijk van de aanwezigheid van vergistbare organische verbindingen zoals vetten en suikers.

De Europese Unie zet steeds meer in op hernieuwbare energie. In 2020 wordt verwacht dat de doelstelling van 20,7 % energie uit hernieuwbare bronnen wordt gehaald, maar in 2030 zal dit cijfer 32 % moeten bedragen. België en Nederland moeten daarvoor respectievelijk 13 % en 14 % van hun energie uit hernieuwbare bronnen halen in 2020. De productie van biogas is een mogelijkheid om deze doelstellingen te halen. Om de hoge energievraag te voorzien zal er echter wel voldoende biomassa moeten vergist worden. Eendenkroos kan een interessante bron van biomassa zijn omdat het een zeer hoog groeipotentieel heeft waardoor het op een beperkte ruimte veel biomassa kan produceren.

### 2.2 BIOGAS UIT EENDENKROOS

Er wordt in dit onderdeel nagegaan of eendenkroos voldoende biogaspotentieel heeft om het rendabel te vergisten in een biogasinstallatie. De geproduceerde energie en warmte zouden dan op het bedrijf zelf terug kunnen worden ingezet. Zo kan eendenkroos worden opgekweekt op restwater uit de varkensmestverwerking, de biomassa kan dan worden vergist in een pocketvergistingsinstallatie. De geproduceerde elektriciteit kan worden gebruikt voor het eigen verbruik in de varkensstallen. De warmte kan worden aangewend voor (1) het op temperatuur houden van het eendenkroosbassin waardoor de productie kan worden verhoogd, (2) voor het drogen van het eendenkroos waardoor de bewaartijd verbeterd (3) of in de varkensstallen om de biggen warm te houden.

De waardeketen indachtig is het echter ook interessant om de reststromen uit de eendenkroosraffinage te testen. Het eendenkroos wordt economisch interessanter als er hoogwaardige componenten uit kunnen worden geëxtraheerd. Als de reststromen van de raffinage dan nog eens worden gevaloriseerd (als energie) dan wordt de totaliteit van de biomassa maximaal benut.

#### 2.2.1 Vers eendenkroos

##### 2.2.1.1 *Batchtest*

Met de batchtest wordt het biogaspotentieel van vers eendenkroos op biologische wijze bepaald onder anaerobe omstandigheden, bij een temperatuur van 38°C.

Een hoeveelheid testsubstraat wordt aan mesofiel anaeroob slib toegevoegd. De hoeveelheid toe te voegen testsubstraat wordt berekend aan de hand van het organische stofgehalte, waaruit de organische belasting kan worden bepaald. De organische belasting bedraagt 4,0 à 4,5 g organische

droge stof (ODS)/l. Daarnaast wordt ook een negatieve controle opgezet om de gasproductie uit het entmateriaal te kwantificeren.

Het verse eendenkroos had een droge stofgehalte (DS) van 7,66 %. De organische fractie bedraagt 79,7 % van de droge stof. Het biogaspotentieel bedroeg 40,1 Nm<sup>3</sup>/ton eendenkroos, waarvan 57 % methaan. Per ton eendenkroos kan op deze manier 86,1 kWh elektriciteit en 99,6 kWh warmte worden geproduceerd. De afbreekbaarheid van organische stof tot biogas is gemiddeld. Tijdens de test is opgemerkt dat het drijfvermogen van eendenkroos wat problemen geeft. In het kader van upscaling moet dus zeker rekening worden gehouden met voldoende mengvermogen aan het digestaatoppervlak.

De resultaten worden verder besproken in sectie 2.2.3.

#### 2.2.1.2 Pocketvergisting

Kleinschalige vergisting of pocketvergisting is een technologie waarmee bedrijfseigen biomassastromen (bv. runderdrijfmest) worden vergist om op het landbouwbedrijf hernieuwbare energie te produceren. Deze installaties hebben typisch een elektrisch vermogen hebben van 10 tot 20 kW. Op de site van Inagro wordt ook een pocketvergistingsinstallatie uitgebaat (Figuur 2), de installatie heeft een elektrisch vermogen van 33 kW.



*Figuur 2: Pocketvergistingsinstallatie bij Inagro.*

Om de installatie bij Inagro op vol elektrisch vermogen te laten draaien, enkel en alleen met eendenkroos (mono vergisting), moet er voor een installatie van 33 kW en eendenkroos met een energie-inhoud van 86,1 kWh/ton in theorie dagelijks 9,2 ton vers eendenkroos worden aangevoerd. In realiteit zal een installatie echter niet continu draaien, maar zelfs als de WKK de helft van de tijd stil ligt, moeten er dagelijks nog steeds enkele tonnen worden aangevoerd en dit gedurende enkele maanden voor een grondige evaluatie.

De huidige eendenkroospiloot bij het mestverwerkingsbedrijf IVACO in Eernegem kan onder optimale groeiomstandigheden maximaal zo'n 150 kg vers eendenkroos per week produceren. Mono vergisting van eendenkroos ten gronde evalueren op pilotschaal was in de huidige opzet dus onmogelijk.

Het beschikbare eendenkroos (200 kg) werd echter toch eenmalig toegevoegd aan de vergistingsinstallatie. Er werden geen afwijkende resultaten vastgesteld, maar de hoeveelheid toegevoegde biomassa was dan ook te laag.

### 2.2.2 Reststromen uit de eendenkroosraffinage

Reststromen uit de eendenkroosraffinage werden bekomen bij ABC-Kroos. Na een natte eiwitextractie uit vers eendenkroos blijft een perskoek over, op twee batches van deze perskoek werd het biogaspotentieel bepaald. Reststromen uit de eendenkroosraffinage werden enkel geëvalueerd op basis van een batchtest zoals beschreven onder 2.2.1.1.

Het droge stofgehalte van de twee geteste batches bedroeg 11,7 en 14,8 %. Het biogaspotentieel bedroeg 43,9 en 38,8 Nm<sup>3</sup>/ton waarvan respectievelijk 66 % en 62 % methaan. De afbreekbaarheid van organische stof tot biogas is eerder beperkt. Per ton restbiomassa kan tussen de 90,6 en 108,2 kWh elektriciteit per ton worden geproduceerd.

De resultaten worden verder besproken in sectie 2.2.3.

### 2.2.3 Discussie

De resultaten die in de voorgaande secties al in het kort werden aangehaald, staan in Tabel 1 in hun geheel naast elkaar weergegeven. Daarnaast wordt het biogaspotentieel van vers eendenkroos en dat van de perskoek uit de eiwitraffinage (als gemiddelde waarde) visueel weergegeven naast die van andere reststromen uit de landbouw (Figuur 3).

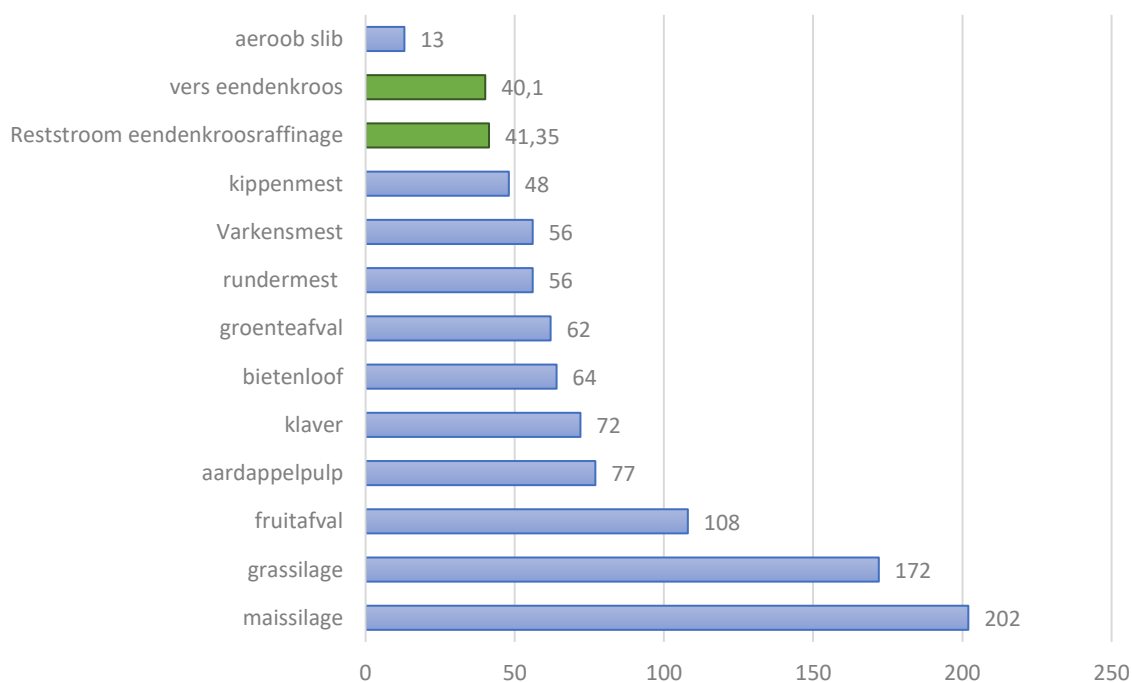
Algemeen kan worden gesteld dat eendenkroos en zijn reststromen een eerder beperkt biogaspotentieel hebben ten opzichte van andere reststromen uit de landbouw. De raffinageresten scoren wel nog net iets beter. Dit kan verklaard worden door het hogere droge stofgehalte in de perskoek. Daardoor zijn er ook meer vergistbare koolhydraten aanwezig per ton biomassa voor vergisting en is het biogaspotentieel ook hoger.

De organische fractie van het droge stofgehalte van vers eendenkroos heeft wel een beduidend hoger methaangehalte dan de perskoek. Met andere woorden, de organische fractie van vers eendenkroos wordt efficiënter omgezet naar biogas dan de biomassa na raffinage. Het lage droge stofgehalte zorgt er echter voor dat het biogaspotentieel te 'verdund' is, waardoor grotere tonnages moeten worden aangevoerd om eenzelfde hoeveelheid biogas te produceren.

De grote productiviteit van eendenkroos speelt hier in het voordeel. In dit project werd er tussen de 7,3 en 9,2 ton/ha droge stof geproduceerd in een groeiseizoen van 180 dagen. Wat overeenkomt met een biogaspotentieel tussen 3336 Nm<sup>3</sup>/ha en 4204 Nm<sup>3</sup>/ha. Ruw geschat komt dit overeen met een jaarlijkse productie van 6,7 tot 8,4 MWh elektriciteit/ha.

Tabel 1: Biogasanalyses van eendenkroos en zijn reststromen. Verse stof (VS), droge stof (DS) en organische droge stof (ODS).

	Vers eendenkroos	Restbiomassa eendenkroos-raffinage (1)	Restbiomassa eendenkroos-raffinage (2)	
DS	7,7	14,8	11,7	% VS
ODS	79,7	88,0	87,0	% DS
Ruw vet	2,27	2,26	0	kg/ton VS
Ruw eiwit	23	25,8	17,6	kg/ton VS
Koolhydraten	23,3	28	52	kg/ton VS
Biogaspotentieel	40,1	38,8	43,9	Nm <sup>3</sup> /ton VS
Methaan	57%	62%	66%	% biogaspotentieel
CH <sub>4</sub> -potentieel (ODS-basis)	375	185	283	Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /ton ODS
<b>Elektriciteit</b>	<b>86,1</b>	<b>90,6</b>	<b>108,2</b>	<b>kWh/ton</b>
<b>Warmte</b>	<b>99,6</b>	<b>104,9</b>	<b>125,3</b>	<b>kWh/ton</b>



Figuur 3: Het biogaspotentieel (Nm<sup>3</sup>/ton) van eendenkroos en zijn raffinageresten ten opzichte van andere reststromen uit de landbouw, geadapteerd van Biogas-E.

### 2.3 BIOGAS UIT ALGEN (SPIRULINA)

Naast het biogaspotentieel van eendenkroos werd ook het potentieel voor Spirulina bekeken. Na de extractie van de blauwe kleurstof fycocyanine blijft er namelijk nog een restfractie over. Deze restfractie is ongeveer 18% van de totale hoeveelheid biomassa. De restfractie bestaat nog voor ongeveer 84% uit organisch materiaal, waarvan 50% eiwit, 11% suikers en 4% as is. Dit organisch materiaal kan gevaloriseerd worden via anaerobe vergisting voor de productie van biogas.

Twee restfracties afkomstig van verschillende producenten werden getest. De eiwitten, suikers en vetten werden geanalyseerd en vervolgens werd het biogaspotentieel op laboschaal bepaald zoals beschreven in 2.2.1.1.

Ondanks het feit dat beide stalen hetzelfde extractieprotocol voor fycocyanine doorliepen, was er een groot verschil in biogaspotentieel tussen beide (Tabel 2). Het grote verschil (factor 3,8) is in eerste instantie te wijten aan het verschil in droge stof. Het ene staal is met andere woorden meer verdund dan het andere. De kwaliteit van beide stalen ten gronde vergelijken gebeurt dus best op basis van het potentieel van de organische fractie, dan is het verschil is beduidend kleiner (factor 1,3).

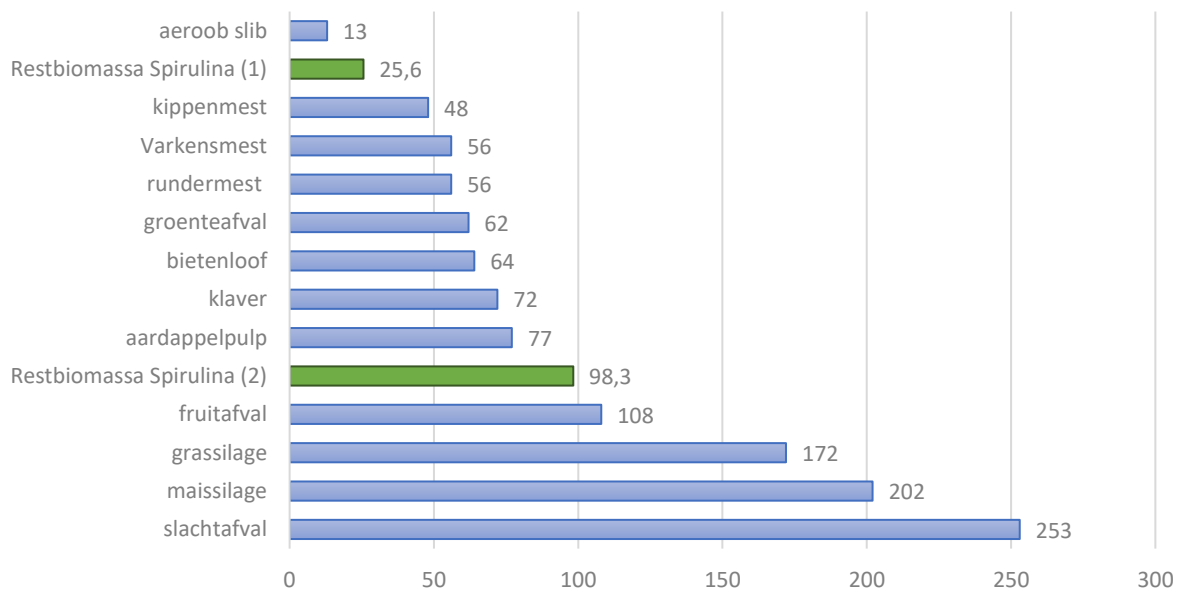
Tabel 2: Samenstelling en biogaspotentieel van Spirulina-restbiomassa.

	Restbiomassa eendenkroos- raffinage (1)	Restbiomassa eendenkroos- raffinage (2)	
DS	6,5	16,2	% VS
ODS	82,8	96,5	% DS
Ruw vet	1,54	4,85	kg/ton VS
Ruw eiwit	32,4	114	kg/ton VS
Koolhydraten	7,65	31,3	kg/ton VS
Biogaspotentieel	25,6	98,3	Nm <sup>3</sup> /ton VS
Methaan	70	69	% biogaspotentieel
CH <sub>4</sub> -potentieel (ODS-basis)	332,8	435,7	Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /ton ODS
<b>Elektriciteit</b>	<b>66,9</b>	<b>255,5</b>	<b>kWh/ton</b>
<b>Warmte</b>	<b>77,4</b>	<b>295,6</b>	<b>kWh/ton</b>

De biogasresultaten van de twee restfracties worden vergeleken met het biogaspotentieel van verschillende veelvoorkomende agrarische reststromen (Figuur 4). Op basis van de analyse van staal 1 lijkt de restfractie geen potentieel te hebben als basis voor vergisting tot biogas. Staal 2 daarentegen schept een stuk positiever beeld. Het biogaspotentieel is het dubbele van dat van rundermest. Daarvan zijn er al verschillende rendabele biogasinstallaties actief. Een rendabele installatie op Spirulina restfractie is theoretisch dus haalbaar. Door de grote variatie tussen verschillende batches, is een verkennende biogastest per batch echter aangeraden om een vergistingsinstallatie optimaal te laten draaien.



## Biogaspotentieel (Nm<sup>3</sup>/ton) van verschillende reststromen in de landbouw



*Figuur 4: Het biogaspotentieel (Nm<sup>3</sup>/ton) van raffinageresten van Spirulina ten opzichte van andere reststromen uit de landbouw, geadapteerd van Biogas-E.*

### 3 CONCLUSIE

---

Het is belangrijk om hoogwaardige toepassingen te vinden voor biomassastromen zoals Spirulina en eendenkroos om een economisch rendabel verhaal uit te werken. Volgens de waardepiramide is energieproductie dan ook de laatste optie die moet worden overwogen.

Vers eendenkroos is alvast een weinig beloftevolle biomassastroom voor vergisting. Toepassingen van vers eendenkroos in voeder, voeding of raffinage tot hoogwaardige eiwitproducten genieten in eerste instantie de voorkeur. Daarnaast is het energiepotentieel van eendenkroos erg laag omwille van het hoge vochtgehalte. In theorie kan dit worden verholpen door vers eendenkroos te drogen met restwarmte van een biogasinstallaties. Het gedroogde eendenkroosproduct bevat echter tussen de 25 en 45 % eiwit en is daarom veel interessanter als alternatieve eiwitbron voor sojaschroot.

De restfractie van de Spirulina-raffinage is eveneens erg rijk in eiwit (50 % en meer). Het eiwit benutten geniet ook hier de voorkeur. In theorie kan het echter in biogasinstallaties worden gebruikt, één van de twee geanalyseerde stalen had omwille van zijn lager vochtgehalte ook effectief een hoog biogaspotentieel.

## COLOFON

---

Dit rapport kwam tot stand in het project “De Blauwe Keten” in het Interreg V-programma Vlaanderen-Nederland, het grensoverschrijdend samenwerkingsprogramma met financiële steun van het Europese Fonds voor Regionale Ontwikkeling.

Meer info: <http://www.grensregio.eu/projecten/de-blauwe-keten>

