



Korrelmaïsstro als biomassa

Voor energie of grondstof

M.P.J. van der Voort



Korrelmaïsstro als biomassa

Voor energie of grondstof

M.P.J. van der Voort



© 2012 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Business Unit Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroenten

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

PPO-publicatienr. 514

OPDRACHTGEVER:



Projectnummer: 3250034802

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR
Business Unit Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroenten

Adres : Postbus 430, 8200 AK Lelystad
: Edelhertweg 1, Lelystad
Tel. : +31 320 29 11 11
Fax : +31 320 23 04 79
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
1.1 Aanleiding	7
1.2 Doel rapport.....	7
1.3 Opbouw rapport	8
2 ACHTERGROND KORRELMAÏSTEELT	9
2.1 Arealen in Limburg en Noord-Brabant	9
2.2 Opbrengsten	9
3 KETENANALYSE ENERGIERENDEMENT	11
3.1 Toelichting per ketenstap	11
3.2 Analyse keten.....	11
3.3 Alternatieve droogtechniek	12
4 ECONOMISCHE RESULTATEN.....	13
5 CONCLUSIE EN AANBEVELING	15
LITERATUUR.....	17

Samenvatting

Dit rapport gaat in op de eerdere rapportage binnen Energieboerderij van HAS KennisTransfer en de belangrijkste openstaande vragen naar aanleiding van die rapportage. De hoofdvragen nog nadere aandacht vroegen waren:

- wat is de energiebalans van benutting korrelmaïsstro als energiebron?
- is het economische haalbaar?

De energiebalans blijkt positief uit te vallen (energierendement: 54%; ofwel het levert ruim 2x zoveel energie op als het gehele proces aan energie vraagt). De energiebalans kan door inzet van een drooginstallatie bij een vergister flink worden verbeterd. Het drogen van de maïsstro vóór pelletisering is veelal een energie-intensief proces. Het drogen bij een vergister heeft als belangrijk voordeel dat restwarmte nuttig kan worden gebruikt.

De saldoberekening geeft echter aan dat tegen de gehanteerde pellet prijzen meer kosten staan. In andere woorden: het saldo voor korrelmaïs inclusief energie uit maïsstro daalt ten opzichte van het bestaande korrelmaïssaldo.

Een belangrijk kanttekening is dat het verwerken van korrelmaïsstro tot brandstofpellets op dit moment nog geen praktijk is. Op basis van eerdere ervaringen en rapportages kan worden geconstateerd dat vooral de oogst van maïsstro onzekerheden met zich meebrengt en verdere optimalisering behoeft. De aanbeveling is om de oogst en verwerking van maïsstro verder te optimaliseren door het doen van praktijkproeven in samenwerking met mechanisatiespecialisten.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Deze rapportage is onderdeel van het project Energieboerderij. Het project Energieboerderij heeft als doel om de duurzaamheid van in Nederland geproduceerde biomassa inzichtelijk te maken en te verbeteren. In plaats van het rekenen met gegevens uit de literatuur worden op praktijkbedrijven gegevens verzameld en geanalyseerd. Deze informatie vormt de basis voor het berekenen van duurzaamheidskengetallen en het optimaliseren van energieteelten.

Achtergrond van het project is de discussie over de oplossingsrichtingen voor het energievraagstuk en de bijdrage die hernieuwbare grondstoffen (in het bijzonder energieteelten) daaraan kunnen leveren. De initiatiefnemers van Energieboerderij hanteren als uitgangspunt dat de energieteelt dient te voldoen aan de duurzaamheidscriteria zoals vastgelegd in de EU richtlijn voor energie uit hernieuwbare grondstoffen (RED). Ook de regionale impact van meer energieteelten dient inzichtelijk te zijn. Uitgangspunt daarbij is dat alle berekeningen en resultaten eenduidig en transparant zijn voor alle betrokkenen en geïnteresseerden.

Er is in Energieboerderij gewerkt met een drietal in de praktijk functionerende ketens. De ketens dienen als basis voor de verzameling van bruikbare praktijkcijfers. Het betreft de volgende ketens:

1. Maïsteelt – vergisting - elektriciteit
2. Suikerbietenteelt – vergisting – elektriciteit
3. Koolzaad - PPO/biodiesel

Per keten is een groep ondernemers betrokken waar een van de bovengenoemde gewassen is geteeld. In de keten zijn teelt en verwerking gevolgd (registratie) en de benodigde metingen uitgevoerd. Met deze gegevens is over een periode van 4 jaar de duurzaamheid van het energiegewas voor de totale keten bepaald.

Daarnaast zijn van elk gewas jaarlijks proefvelden en zogenaamde 'best practice' demo's aangelegd waarin teeltvarianten zijn vergeleken en de invloed op de duurzaamheid is bepaald. De verzamelde praktijkcijfers en de cijfers van de proefvelden en de demo's zijn met de verschillende telersgroepen besproken, met als doel vast te stellen waar de verbeterpunten liggen.

De duurzaamheid is bepaald met een, in het project ontwikkelde, meetlat voor energie-efficiency en broeikasgasemissiereductie.

Energieboerderij is een initiatief van Vereniging Innovatief Platteland. De uitvoering is in handen van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (Wageningen UR), IRS en Cultus Agro advies.

Het project wordt mogelijk gemaakt door de volgende organisaties: Ministerie van EL&I, Wageningen UR, provincie Limburg, LLTB, Productschap Akkerbouw, Cosun en IRS, Argos Oil, Attero, Carnola, Vitelia, HAS Kennistransfer en OCI-Nitrogen.

1.2 Doel rapport

Dit rapport is een aanvulling op de rapportage rond verwerking van maïsstro van HAS KennisTransfer (Kuilenburg, 2010). Het rapport van HAS KennisTransfer beantwoordde een aantal vragen in de zoektocht naar het gebruik van korrelmaïs voor energietoepassing. De resterende vragen worden in dit rapport verder uitgewerkt. De energetische en economische balans zijn hierbij de belangrijkste aandachtsgebieden.

1.3 Opbouw rapport

Dit rapport is een aanvulling op een eerdere rapportage. Het benoemt kort de achtergrond van de maïsteelt in Limburg en Brabant. Hoofdstuk drie gaat in op de energiebalans van maïsstro als brandstofpellets. Hoofdstuk vier gaat in op de economische analyse van de ketenstappen. Hierna volgt de conclusie en aanbevelingen.

2 Achtergrond korrelmaïsteelt

2.1 Arealen in Limburg en Noord-Brabant

Om het perspectief te schetsen van benutting van maïsstro is beoordeeld hoeveel maïs er regionaal beschikbaar is. De afbakening is gemaakt op Limburg en Noord-Brabant.

Tabel 1.: **Arealen korrel- en CCM-maïs in Limburg en Noord-Brabant per 2009**

Regio	Korrelmaïs (in ha)	CCM (in ha)
Noord-Brabant	6.769	4.036
Limburg	5.659	641
Totaal	12.428	4.667

Bron: Kuilenburg, 2010

2.2 Opbrengsten

Tabel 2.: **Opbrengst korrel- en CCM-maïs per plantdeel per hectare in ton droge stof**

Plantdeel	Korrelmaïs	CCM	Gemiddeld
Korrel	8	10	9
Spil/stro	6	7	6,5

Bron: Groten, 2004

Voor de deze studie wordt verder gerekend met 6,5 ton drogestof (ds) van de spil/stro. Als droge stof percentage wordt 33% gehanteerd (Groten, 2004). Hiermee komt de volgende beschikbaarheid van maïsstro voor Noord-Brabant en Limburg in beeld.

In de regio is 111.183 ton ds spil/stro beschikbaar. In vers gewicht uitgedrukt is dit 336.917 ton vers.

Voor bepaling van de energie-inhoud is binnen het project Energieboerderij een proef uitgevoerd bij ECN. Hieruit bleek een energie-inhoud van 17 GJ per ton ds. Dit ligt in lijn met eerdere studies zoals Groten, 2004. Hierin is 17,8 GJ per ton ds gemeld. De door ECN gemeten energie-inhoud wordt in deze rapportage verder gebruikt. Hiermee is de energieopbrengst per hectare 110,5 GJ. Voor de regio Noord-Brabant en Limburg komt dit op een totale potentiële energieopbrengst van 1.890.100 GJ.

Voor berekening van de financiële opbrengst is met een prijs van € 0,14 per kg ds gerekend.

3 Ketenganalyse energierendement

De ketenganalyse is bedoeld om helder te krijgen of verwerking van maïsstro energetisch interessant is. Per ketenstap worden derhalve energiebehoefte en economie behandeld. De ketenganalyse start vanaf het boerenerf en eindigt bij het eindproduct. In dit geval biomassapellets op basis van maïsstro. Veel van de informatie is overgenomen uit Kuilenburg et al., 2010. Deze informatie is waar nodig aangevuld.

Tabel 3: **Energiebalans van maïsstro verwerking tot brandstofpellets, op basis van grasdroging (per hectare)**

Energiebalans		
Energieopbrengst		110,5 GJ/ha
Energieverbruik:		
Transport	0,38 GJ/ha	
Drogen	38,77 GJ/ha	
Hamermolen	7,64 GJ/ha	
Pelletiseren	4,34 GJ/ha	
Totaal energieverbruik		<u>51,12</u> GJ/ha
		59,38 GJ/ha

De energiebalans is positief en het energierendement is 54%.

3.1 Toelichting per ketenstap

Transport

Als transport wordt gemiddeld 10 kilometer gehanteerd als uitgangspunt. Op basis van de duurzaamheidsbeoordeling van energiemaïstelaars is 25 kilometer de grootste afstand van waarover energiemaïs wordt aangevoerd. Voor verwerking van maïsstro tot brandstofpellets wordt een vergelijkbare keten voorzien.

Drogen

Maïsstro kent een 33% droge stof gehalte en dient tot minimaal 80% droge stof te worden terug gedroogd. Voor het drogen is informatie opgevraagd bij twee grasdrogers. Op basis van deze informatie wordt 3,35 GJ per ton vocht als uitgangspunt gehanteerd.

Hamermolen

Het uit de proef beschikbare maïsstro is met een MATEC hamermolen verwerkt. De technische gegevens van deze installatie zijn als uitgangspunt gehanteerd. De hamermolen heeft een capaciteit van 40-100 kilogram per uur en wordt aangedreven door een elektromotor van 4 kW.

Pelletiseren

Het uit de proef beschikbare maïsstro is tevens met een MATEC pelletiseer-installatie verwerkt. De technische gegevens van deze installatie zijn als uitgangspunt gehanteerd. De pelletiseer-installatie heeft een capaciteit van 40-120 kilogram per uur en wordt aangedreven door een elektromotor van 5,5 kW.

3.2 Analyse keten

De energiebalans toont aan dat droging veel energie vergt. Hier is voor het verwerken van maïsstro een potentiële besparing te halen. Alternatieve droogtechnieken zijn voorhanden om dit knelpunt op te lossen. Derhalve is tevens beoordeeld of droging met restwarmte van een vergister een optie is.

3.3 Alternatieve droogtechniek

De vergisting van mest met coproducten kent twee producten, nl. elektriciteit en warmte. Er worden drooginstallaties aangeboden om de warmte in te zetten voor het drogen van producten. In veel gevallen worden de drooginstallaties ingezet om de dikke fractie na scheiding van digestaat verder in te drogen. Dit zorgt voor minder mest en hiermee voor minder afvoerkosten en transport van mest.

De drooginstallatie droogt het product met behulp van opgewarmde buitenlucht. De warmte van de WKK-motoren wordt naar een aantal warmtewisselaars geleid. De ventilatoren zorgen voor de luchtcirculatie. De lucht wordt opgewarmd tot ongeveer 65° tot 70° Celsius. De dikke digestaat-fractie kan hiermee tot ongeveer 85% droge stof worden ingedroogd.

Een drooginstallatie kan ook worden ingezet voor het drogen van korrelmaïsstro. Een aantal vergisters in het landelijke gebied kent geen warmtetoepassing. De warmte is hiermee 'gratis' beschikbaar. De energie voor droging met restwarmte bestaat derhalve uit alleen de benodigde elektriciteit.

Tabel 4.: **Energiebalans van maïsstro verwerking tot brandstofpellets, op basis van restwarmte (per hectare)**

Energiebalans		
Energieopbrengst		110,5 GJ/ha
Energieverbruik:		
Transport	0,38 GJ/ha	
Drogen	0,05 GJ/ha	
Hamermolen	7,64 GJ/ha	
Pelletiseren	4,34 GJ/ha	
Totaal energieverbruik		<u>12,41 GJ/ha</u>
		98,09 GJ/ha

Het totale energieverbruik is maar een kwart van wat het in de opzet met grasdroogtechniek was. Hiermee komt tevens het energierendement op een interessante 89% uit.

Toelichting drogen

Maïsstro kent een 33% droge stof gehalte en dient tot minimaal 80% droge stof te worden terug gedroogd. Voor het drogen is informatie opgevraagd bij de heer Waanders van BiogasPlus. Op basis van deze informatie wordt 0,00432 GJ per ton vocht als uitgangspunt gehanteerd.

4 Economische resultaten

Naast het energieverbruik en –rendement is tevens het economische aspect van belang in het kader van de haalbaarheid van maïsstro als grondstof voor brandstofpellets. Als startpunt wordt de saldoberekening van korrelmaïs genomen. In het reguliere saldo zijn de extra inkomsten en de kosten voor oogsten, drogen, hameren en pelleteren voor maïsstro opgenomen. De kosten zijn als loonwerkkosten in het saldo verwerkt. De kosten zijn bepaald op basis van de rapporten van Kuilenburg et al., 2010 en Groten, 2003. De verwerking hiervan geeft het onderstaande saldo.

Tabel 5.: **Saldoberekening korrelmaïs, bij 33% droge stof**

Korrelmaïs	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs in EUR	Bedrag in EUR
Hoofdproduct (korrel)	8.750	Kg	0,16	1.400,000
Bijproduct (stro)	6.500	Kg ds	0,14	910,00
Bruto geldopbrengst				<u>2.310,00</u>
Uitgangsmateriaal				
Zaaizaad	2,2	Eenh.	85,00	187,00
Bemesting				
Kalkammonsalpeter	185	Kg N	0,94	173,90
Tripelsuperfosfaat	30	Kg P ₂ O ₅	1,07	32,10
Kali 60 (chloorhoudend)	150	Kg K ₂ O	0,51	76,50
Gewasbeschermingsmiddelen				
Terbutylazin(330), mesotrione(70)	1.5	Ltr	41,50	62,25
Nicosulfuron(40)	1	Ltr	47,10	47,10
Energie				
Brandstof, smeermiddelen	68	Ltr	1,00	68,00
Overige productgebonden kosten				
Berekende rente	223	EUR	5,30%	11,82
Verzekering	1.450	EUR	0,40%	5,80
Productschapshoeffing	1	Ha	4,18	4,80
N-mineraalmonster	0,5	stuk	34,00	17,00
Toegerekende kosten				<u>686,27</u>
Saldo eigen mechanisatie				<u>1.623,73</u>
Loonwerk				
Maïszaaien, incl. fosfaatbemesting	1	Ha	90,00	90,00
Oogst maïs	1	Ha	365,00	365,00
Wiersen	1	Ha	20,00	20,00
Transport (>10 km)	1	Ha	89,33	89,33
Drogen	1	Ha	393,94	393,94
Hamermolen	1	Ha	393,94	393,94
Pelleteren	1	Ha	178,75	178,75
Totaal loonwerk (incl. rente)				<u>1.530,96</u>
Saldo loonwerk				<u>92,77</u>

Bron: KWIN 2002, Kuilenburg, 2010 en bewerking PPO

Het saldo wanneer alle kosten tot en met pelleteren worden meegenomen in het saldo is nog wel positief. Het saldo van € 92,77 is wel lager als het saldo van de 'reguliere' korrelmaïsteelt € 279.73 (KWIN, 2009).

5 Conclusie en aanbeveling

De energiebalans blijkt positief uit te vallen 54%. De energiebalans kan door inzet van een drooginstallatie bij een vergister snel aanzienlijk worden verbeterd, tot 89%. Het drogen bij een vergister heeft tevens als belangrijk voordeel dat restwarmte nuttig kan worden gebruikt.

De saldoberekening geeft echter aan dat tegen de gehanteerde pellet prijzen meer kosten staan. In andere woorden het saldo voor korrelmaïs daalt ten opzichte van het bestaande korrelmaïssaldo. Het saldo daalt van € 279,73 per hectare naar € 92,77 per hectare.

Een belangrijk kanttekening is dat het verwerken van korrelmaïsstro tot brandstofpellets op dit moment nog geen praktijk is. Op basis van eerdere ervaringen en rapportages kan worden geconstateerd dat vooral de oogst van maïsstro onzekerheden met zich meebrengt en verdere optimalisering behoeft. De aanbeveling is om de oogst en verwerking van maïsstro verder te optimaliseren door het doen van praktijkproeven in samenwerking met mechanisatiespecialisten.

Een andere aanbeveling is het op het eigen bedrijf/regio uitvoeren van alle extra stappen. Het hameren en pelleteren van maïsstro is relatief eenvoudig. Dit zou dus goed op een agrarisch bedrijf kunnen worden uitgevoerd.

Literatuur

- Groten, J.A.M., BioMaïssa, Inventarisatie onderzoek: Maïsstro voor productie bio-energie, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, juli 2003
- Kuilenburg, Alex van, Klaver, Cor, Mogelijkheden en beperkingen van toepassing van korrelmaïsstro voor energieproductie, HAS KennisTransfer, Den Bosch, februari 2010

