



Suikerbieten als tussenteelt voor vergisting

Opbrengst, energierendement, broeikasgasemissiereductie en nutriëntenafvoer





Suikerbieten als tussenteelt voor vergisting

Opbrengst, energierendement, broeikasgasemissiereductie en nutriëntenafvoer



Toon Huijbregts en Bram Hanse (IRS)
Marcel van der Voort (PPO-agv)

Stichting IRS
Postbus 32
4600 AA Bergen op Zoom
Telefoon: 0164 - 27 44 00
Fax: 0164 - 25 09 62
E-mail: irs@irs.nl
Internet: <http://www.irs.nl>

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

No part of this book may be reproduced in any form by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publisher.

Het IRS stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruikmaking van de gegevens uit deze uitgave.

Inhoud

VOORWOORD	3
SAMENVATTING	4
1. INLEIDING	6
2. WERKWIJZE	7
2.1 PROEFVELDEN	7
2.1.1 <i>Oogsttijdstippenproef in Well, 2008/2009</i>	7
2.1.2 <i>Rassen/zaaitijdstippenproef in Well, 2008/2009</i>	7
2.1.3 <i>Zaai-/oogsttijdstippenproef in Vredepeel, 2009/2010</i>	7
2.2 ANALYSES.....	8
3. RESULTATEN	9
3.1 OOGSTTIJDSTIPPENPROEF IN WELL, 2008/2009.....	9
3.2 RASSEN/ZAAITIJDSTIPPENPROEF IN WELL, 2008/2009	11
3.3 ZAAI-/OOGSTTIJDSTIPPENPROEF IN VREDEPEEL, 2009/2010.....	16
4. DISCUSSIE	21
5. CONCLUSIES	22
6. LITERATUUR	23

Voorwoord

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 van hernieuwbare grondstoffen (in het bijzonder energieteelten) hieraan 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:

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 vier 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 is mogelijk gemaakt door de volgende organisaties: Ministerie van EL&I, Wageningen UR, Provincie Limburg, LLTB, Productschap Akkerbouw, Cosun, IRS, Argos Oil, Essent Milieu, Carnola, Saweco, HAS Kennistransfer en OCI-Nitrogen (voorheen: DSM Agro).

Samenvatting

Suikerbieten zijn uitermate geschikt als grondstof voor de productie van biogas. Tussenteelt van suikerbieten is een mogelijkheid om na de winter verse biomassa te hebben. Hierbij worden de bieten gezaaid na een vroeg ruimend gewas en geoogst na de winter, voor de zaai van het volgende gewas. Het betreft dus een extra teelt tussen twee gangbare teelten in. Dit biedt dus de mogelijkheid om extra inkomsten te verwerven met energieproductie zonder vervanging van gangbare teelten.

Om de duurzaamheid van de biomassaproductie en de nutriëntenopname vast te stellen, werden zowel in 2008/2009 als in 2009/2010 in het kader van Energieboerderij (zie www.energieboerderij.nl) proeven uitgevoerd. In 2008/2009 betrof het een oogsttijdstippenproef, waarbij de bieten eind juli werden gezaaid en in november, januari en maart geoogst. De tweede proef betrof een rassen/zaaitijdstippenproef met vier rassen (Emilia KWS, Pauletta, YS 0143 en EB 0726) en vier zaaitijdstippen (eind juni, half juli, begin augustus en eind augustus). In 2009/2010 betrof het een zaaitijdstippenproef met eveneens vier zaaitijdstippen (half juni, begin en eind juli en half augustus) en met twee geplande oogstdata: voor en na de winter. Voor de berekening van het energierendement en de broeikasgasemissiereductie is uitgegaan van elektriciteitsproductie na vergisting van de wortel en/of het loof.

Onder de omstandigheden tijdens winter 2008/2009 met een relatief lange vorstperiode met lage temperaturen tot -20°C bleek uit de oogsttijdstippenproef dat de hoogste berekende methaanopbrengst in november en januari, direct na de vorstperiode, werd bereikt. De methaanopbrengst van de gehele plant (wortel + loof) was toen gemiddeld 1.733 m^3 per hectare en nam significant af naar 1.147 m^3 per hectare in maart.

Het energierendement en de broeikasgasemissiereductie van de gehele plant namen af van respectievelijk 77 en 41% in november naar 72% en 12% in maart.

De nutriëntenafvoer met wortel en loof nam ook af van november tot maart als gevolg van opbrengstverlies na de vorst. In november bedroeg de afvoer met de gehele plant voor P_2O_5 , N, K_2O en Na_2O respectievelijk 36, 84, 162 en 21 kg per hectare en in maart 24, 60, 61 en 4 kg per hectare.

Uit de rassen/zaaitijdstippenproef in 2008/2009 kwam naar voren dat de berekende methaanopbrengst sterk afhankelijk was van het zaaitijdstip. De methaanopbrengst was het hoogst bij uitzaai eind juni: gemiddeld 3.570 m^3 per hectare voor wortel en 957 m^3 per hectare voor loof. Van de uitzaai eind augustus werd geen oogstbaar gewas meer verkregen.

Tussen de rassen waren ook significante opbrengstverschillen. Met name de loofopbrengst was bij het ras YS 0143 hoger. Het gemiddelde energierendement van de rassen daalde voor de gehele plant van 81% en 78% bij de eerste twee zaaitijdstippen tot 46% bij de uitzaai begin augustus. De broeikasgasemissiereductie was op de eerste twee zaaitijdstippen respectievelijk 63 en 57%. Bij de uitzaai in augustus was de broeikasgasemissiereductie negatief (-15%).

De nutriëntenafvoer was lager naarmate er later werd gezaaid. Bij het loof waren er echter geen significante verschillen tussen de eerste twee zaaitijdstippen.

Bij de eerste twee zaaitijdstippen was de afvoer met de wortels gemiddeld 29 kg per hectare P_2O_5 en met het loof 25 kg per hectare P_2O_5 . De afvoer van stikstof met de wortel was gemiddeld 96 kg per hectare en met het loof 112 kg per hectare. De K_2O -afvoer met de wortel was gemiddeld 152 kg per hectare en met het loof 124 kg per hectare. Voor Na_2O tenslotte lag de afvoer voor de eerste twee zaaitijdstippen met de wortel gemiddeld op 7 kg per hectare en met het loof op 21 kg per hectare.

Ten gevolge van de vorst was bij de zaai- en oogsttijdstippenproef in 2009/2010 de berekende methaanopbrengst voor de winter het hoogst. Ook was de opbrengst sterk afhankelijk van het zaaitijdstip. Bij de oogst voor de winter nam de berekende methaanopbrengst voor wortel plus loof af van 5.083 m^3 per hectare bij uitzaai half juni tot 345 m^3 per hectare bij uitzaai half augustus.

Het bijbehorende energierendement daalde van 85 naar -55% en de broeikasgasemissiereductie van 68 naar -205%.

De nutriëntenopname daalde hierbij voor P_2O_5 van 58 naar 7 kg per hectare, voor stikstof van 143 naar 20 kg per hectare, voor K_2O van 258 naar 42 kg per hectare en voor Na_2O van 53 naar 10 kg per hectare.

Invoering van de teeltgegevens in de meetlat van Energieboerderij laat zien dat met de tussenteelt van suikerbieten voor vergisting alleen bij vroege zaai een hoog energierendement en een aanzienlijke broeikasgasemissiereductie worden verkregen. Dit is noodzakelijk om te voldoen aan de duurzaamheidscriteria.

Bij vroege zaai met een voldoende hoge opbrengst worden aanzienlijke hoeveelheden nutriënten met het gewas afgevoerd. Vooral voor fosfaat kan dit problemen geven als er niet voldoende ruimte is om te compenseren.

1. Inleiding

Suikerbieten produceren door het lange groeiseizoen met alleen vegetatieve groei veel biomassa. Bovendien maakt het hoge gehalte aan suiker de biet bij uitstek geschikt voor de productie van biogas [1]. Nadeel is dat bieten niet het jaar rond beschikbaar zijn. Inkuilen van loof is problematisch vanwege de optredende leksapverliezen. De wortel zelf kan met relatief weinig verliezen tot medio maart worden bewaard [2].

Tussenteelt van suikerbieten is een mogelijkheid om na de winter verse biomassa te hebben. Hierbij worden de bieten gezaaid na een vroeg ruimend gewas en geoogst na de winter voor de zaai van het volgende gewas. Het betreft dus een extra teelt tussen twee gangbare teelten in. Dit biedt dus de mogelijkheid om extra inkomsten te verwerven met energieproductie zonder vervanging van de gangbare teelten.

De vraag is of bij een relatief korte groeiperiode toch nog voldoende biomassa wordt geproduceerd voor een rendabele teelt voor biogas en of de broeikasgasemissiereductie (BKG-emissiereductie) voldoet aan de duurzaamheidscriteria [3,4]. Daarnaast is het van belang om de nutriëntenafvoer vast te stellen. Immers, zonder aanpassing van de gebruiksnormen voor de extra afvoer van stikstof en fosfaat is tussenteelt niet mogelijk, omdat dit tot vershraling van de landbouwgrond leidt.

Ook is gekeken naar mogelijke verschillen tussen bietenrassen in de biomassa productie bij tussenteelt.

2. Werkwijze

2.1 Proefvelden

2.1.1 Oogsttijdstippenproef in Well, 2008/2009

Op een homogeen gedeelte van een perceel in Well is een proefveld aangelegd voor de bepaling van het effect van het oogsttijdstip op de opbrengst en het energierendement en de broeikasgas-emissiereductie. Verder is de afvoer van stikstof, fosfaat, kalium en natrium met wortel en loof bepaald.

Zaaidatum perceel: 28 juli 2008.

Proefveld: vijf objecten in vier herhalingen.

Strook van: 6×111 meter ($b \times l$).

20 veldjes: brutoveldjes twaalf rijen van 5,5 meter, nettoveldjes 4,5 meter.

Voor wortel: acht middelste rijen geoogst (18 m^2).

Voor loof: twee middelste rijen ($4,5 \text{ m}^2$).

Objecten/oogsttijdstippen:

- object 1 = oogst 26 november 2008;
- object 2 = oogst 19 januari 2008;
- object 3 = oogst 5 maart 2008;
- object 4 = niet geoogst omdat bieten waren weggerot (geplande oogst was eind maart);
- object 5 = niet geoogst (ontbladerd op 26 november; geplande worteloogst eind maart).

2.1.2 Rassen/zaaitijdstippenproef in Well, 2008/2009

Op een homogeen gedeelte van een perceel in Well is een proefveld aangelegd voor de bepaling van het effect van het zaaitijdstip op de opbrengst en het energierendement en de broeikasgas-emissiereductie bij vier verschillende rassen. Verder is de afvoer van stikstof, fosfaat, kalium en natrium met wortel en loof bepaald.

Experimentele opzet: splitplot in vier herhalingen met zaaitijdstippen op de hoofdblokken en rassen op de subblokken.

Aantal objecten: 16.

Aantal herhalingen: 4.

Breedteveldjes: netto 3 meter, bruto 9 meter.

Lengte veldjes: netto 14 meter, bruto 18 meter.

Rassen: Emilia KWS; Pauletta, YS 0143 en EB 0726.

Zaaidata: 26 juni 2008, 17 juli 2008, 7 augustus 2008 en 29 augustus 2008.

Oogstdata: 27 januari 2009 en 31 maart 2009.

De oogst die in maart 2009 gepland was, is gedeeltelijk eerder uitgevoerd vanwege de verwachting dat de bieten door vorst zouden gaan rotten.

2.1.3 Zaai-/oogsttijdstippenproef in Vredepeel, 2009/2010

Op een homogeen gedeelte van een perceel in Vredepeel is een proefveld aangelegd voor de bepaling van het effect van zaai- en oogsttijdstip op de opbrengst en het energierendement en de broeikasgasemissiereductie. Verder is de afvoer van stikstof, fosfaat, kalium en natrium met wortel en loof bepaald.

Experimentele opzet: Split-plot in vier herhalingen met oogsttijdstippen op de hoofdblokken en zaaitijdstippen op de subblokken.
 Aantal objecten: 8.
 Aantal herhalingen: 4.
 Breedte veldjes: netto 3 meter, bruto 9 meter.
 Lengte veldjes: netto 14 meter, bruto 18 meter.
 Zaaidata: 13 juni 2009, 3 juli 2009, 24 juli 2009 en 14 augustus 2009.
 Oogstdata: 23 november 2009 en 8 februari 2010.

2.2 Analyses

De wortelmonsters zijn volgens de standaardprocedure geanalyseerd voor de bepaling van de opbrengst en het gehalte aan suiker, kalium, natrium en aminostikstofverbindingen [5]. De wortelopbrengst is hierbij berekend inclusief het kopgedeelte. Van een deel van de brij zijn per veldje (herhaling) twee mengmonsters gemaakt. Deze zijn gesplitst voor bepaling van droge stof bij 105°C [6] en analyse van as, N en P na drogen bij 70°C [7,8,9].

Het loof is gewogen en vervolgens onderbemonsterd. Per veldje (herhaling) in totaal twee ondermonsters. Na verkleining zijn de twee ondermonsters gedroogd bij 70°C voor analyse van as, N, P, K, Na [7,8,9,10] en droge stof bij 105°C [6].

Het organischestofgehalte is berekend uit het drogestof- en asgehalte (droge stof - as) .

Voor bepaling van de methaangasopbrengst is voor wortel uitgegaan van 400 m³ methaan per ton organische stof en voor loof 340 m³ methaan per ton organische stof [11].

Het energierendement en de broeikasgasemissiereductie zijn berekend met de meetlat van Energieboerderij [12]. Deze meetlat is speciaal voor het project Energieboerderij ontwikkeld en beschreven in een separaat rapport [13]. Uitgegaan is van de productie van elektriciteit uit het biogas zonder benutting van de geproduceerde warmte.

Het energierendement is berekend als:

$$\frac{(\text{geproduceerde energie} - \text{verbruikte energie in de keten}) \times 100\%}{\text{geproduceerde energie}}$$

De broeikasgasemissiereductie is berekend als:

$$\frac{(\text{vermeden fossiele broeikasgasemissie} - \text{broeikasgasemissie keten}) \times 100\%}{\text{vermeden fossiele broeikasgasemissie}}$$

De verdeling tussen wortel en loof is op basis van energieinhoud.

3. Resultaten

3.1 Oogsttijdstippenproef in Well, 2008/2009

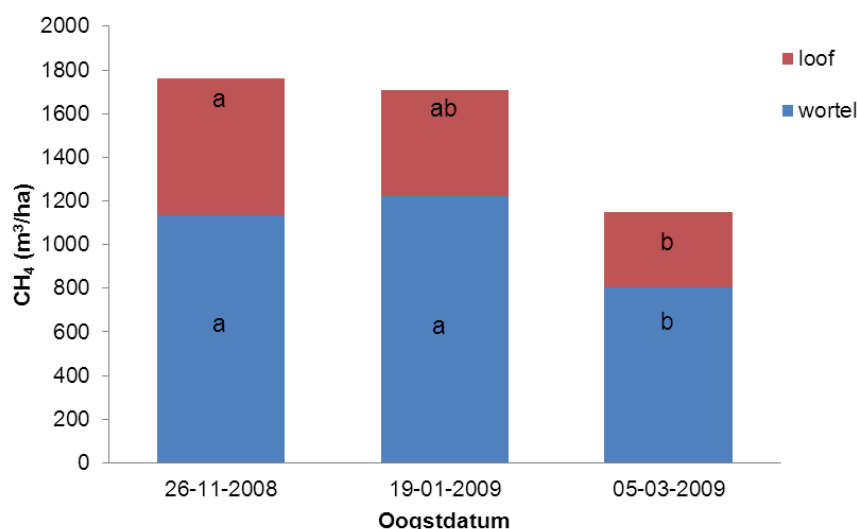
De opbrengst voor wortel en loof staan vermeld in tabel 1.

Zowel bij de wortel als het loof zijn er geen significante verschillen in opbrengst tussen de oogst in november en januari. Door de vorstperiode, die duurde van voor de kerst tot 10 januari met temperaturen tot -20°C , bleken bij de oogst in januari de bieten voor $\frac{3}{4}$ aangetast door vorst. De meeste bieten zagen bovendien zwart in het centrum van de kop. In maart bleek dat de koppen van de bieten rot waren. Hierdoor waren de opbrengsten significant lager.

De berekende methaanopbrengst staat grafisch weergegeven in figuur 1.

Tabel 1. Wortel- en loofopbrengst voor de tussenteelt, gezaaid 28 juli 2008, bij verschillende oogstdata (Well, 2008/2009).

oogstdatum	versgewicht (t/ha)		organische stof (t/ha)	
	wortel	loof	wortel	loof
26 november 2008	13,2	21,7	2,8	1,8
19 januari 2009	13,9	17,9	3,1	1,4
05 maart 2009	10,9	7,0	2,0	1,0
lsd* ¹ 5%	2,8	6,5	0,6	0,6

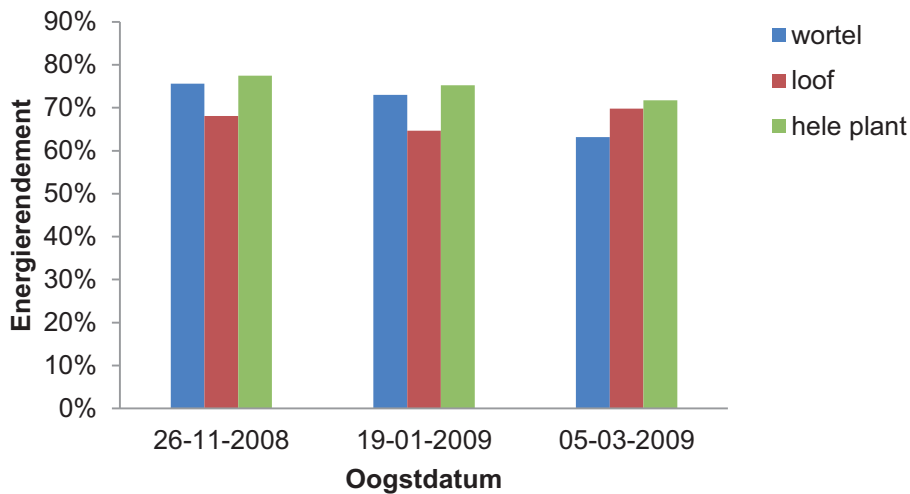


Figuur 1. Methaanopbrengst voor wortel en loof bij tussenteelt op verschillende oogstdata (Well, 2008/2009). Verschillende letters duiden op significante verschillen voor respectievelijk wortel (lsd¹ 5% = 254 m³/ha) en loof (lsd¹ 5% = 198 m³/ha).

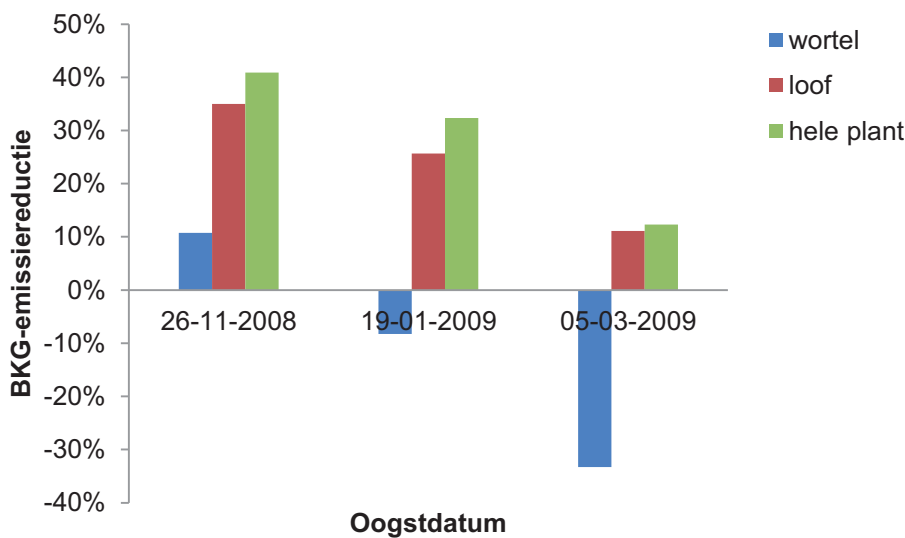
De methaanopbrengst verschilde tussen november en januari voor zowel wortel als loof niet significant. Voor wortel was de gemiddelde opbrengst 1.178 m³ per hectare en voor loof 555 m³ per hectare. In maart was de opbrengst voor wortel en loof respectievelijk 805 en 342 m³ per hectare. Vooral doordat de bieten gingen rotten, nam de totale methaanproductie dus af van 1.733 naar 1.147 m³ per hectare.

In figuur 2 en 3 staat het energierendement en de broeikasgasemissiereductie (BKG-emissiereductie) weergegeven voor de verschillende oogstdata.

¹ least significant difference.



Figuur 2. Energierendement van wortel, loof en de hele plant (wortel + loof) bij de verschillende oogstdata (Well, 2008/2009).



Figuur 3. Broeikasgasemissiereductie (BKG-emissiereductie) van wortel, loof en de hele plant (wortel+loof) bij de verschillende oogstdata (Well, 2008/2009).

Het energierendement van de wortel en de gehele plant neemt weliswaar iets af bij de latere oogsttijdstippen, maar ook bij de oogst in maart is het rendement nog aanzienlijk. Echter, de BKG-emissiereductie voldoet alleen bij het eerste oogsttijdstip voor het loof en de gehele plant aan de huidige norm van 35% [3]. De lagere wortelopbrengsten leidden in maart zelfs tot een broeikasgasemissieverhoging als alleen de wortel wordt vergist.

De nutriëntenafvoer is voor de verschillende oogstdata weergegeven in tabel 2.

Tabel 2. Afvoer van nutriënten bij de tussenteelt, gezaaid 28 juli 2008, op verschillende oogstdata (Well, 2008/2009).

oogstdatum	P ₂ O ₅ (kg/ha)		N (kg/ha)		K ₂ O (kg/ha)		Na ₂ O (kg/ha)	
	wortel	loof	wortel	loof	wortel	loof	wortel	loof
26 november 2008	15	21	22	62	38	124	1,3	20
19 januari 2009	7	17	25	62	38	74	1,5	11
05 maart 2009	11	13	18	42	29	32	1,2	3
lsd ¹ 5%	3	6	5	22	7	32	0,2	6

De afvoer met het loof was voor fosfaat, kalium en natrium bij de oogst in november significant hoger dan bij de oogst in januari en maart. Door het afsterven van het loof was de afvoer van nutriënten in maart het laagst, al waren er voor stikstof geen significante verschillen tussen de oogstdata bij het loof. De afvoer met de wortel was voor fosfaat in januari het laagst en voor de overige nutriënten in maart. Hoewel de dip in de fosfaatafvoer in januari significant is, is hiervoor geen logische verklaring.

3.2 Rassen/zaaitijdstippenproef in Well, 2008/2009

De bieten van de zaaitijdstippen in juni en juli ontwikkelden zich zeer snel (figuur 4).



Figuur 4. Rassen/zaaitijdstippenproefveld in Well.
Zaaidata: linksvoor 7 augustus 2008, linksachter 17 juli 2008 en rechtsvoor 26 juni 2008.
Foto genomen op 26 augustus 2008.

De in augustus gezaaide bieten bleven relatief klein. Bovendien vraten hazen de kleine plantjes gedeeltelijk op. Hierdoor bleef van de bieten die eind augustus waren gezaaid, zelfs geen oogstbaar gewas over.

¹ least significant difference.

Van de drie overige zaaitijdstippen werden twee van de vier herhalingen op 27 januari 2009 gerooid. Door de vorstperiode eind december/begin januari met temperaturen tot -20°C waren de bieten van de eerste twee zaaitijdstippen namelijk volledig bevroren. De verwachting was dat deze zouden gaan weggroten. De bieten die begin augustus waren gezaaid waren iets minder door de vorst aangetast. Alleen van dit zaaitijdstip (07-08-2008) zijn eind maart nog de twee overige herhalingen geoogst. Van de eerste twee zaaitijdstippen waren de bieten toen grotendeels rot (zie figuur 5). Ook van het derde zaaitijdstip bleken de bieten echter niet hersteld van de vorst. De gemiddelde opbrengst was nog lager dan in januari. De opbrengsten voor wortel en loof bij de oogst op 27 januari 2009 staan weergegeven in tabel 3. De opbrengst bij de eerste twee zaaitijdstippen is aanmerkelijk hoger dan bij het derde zaaitijdstip. Ook zijn er significante verschillen tussen de rassen.

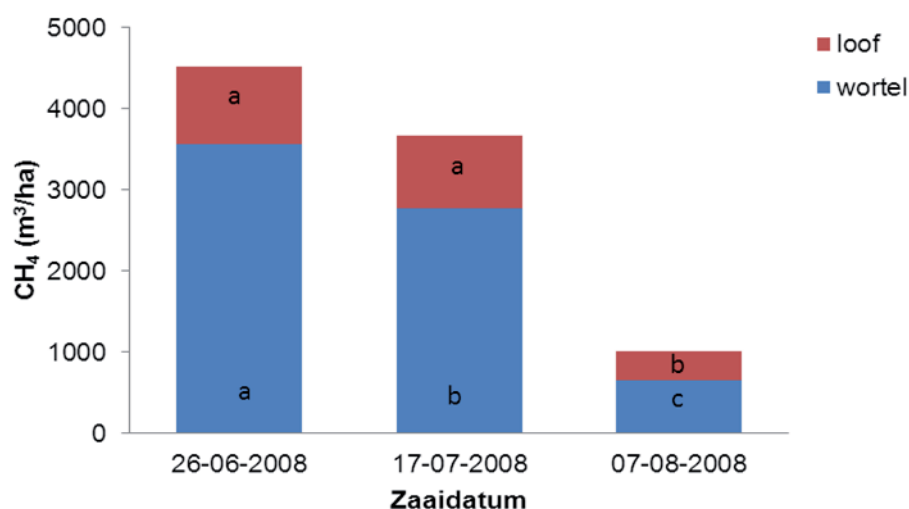


Figuur 5. Door vorst aangetaste bieten van het rassen/zaaitijdstippenproefveld (Well, 2008/2009). Links gezaaid 7 augustus 2008, rechts gezaaid 17 juli 2008. Foto genomen 3 maart 2009.

Tabel 3. Wortel- en loofopbrengst bij de oogst op 27 januari 2009 van de tussenteeltproef met rassen en zaaitijdstippen (Well, 2008/2009)

zaaidatum	ras	versgewicht (t/ha)		organische stof (t/ha)	
		wortel	loof	wortel	loof
26 juni 2008	Emilia KWS	37,3	23,7	8,3	2,8
26 juni 2008	Pauletta	45,5	25,7	9,0	2,4
26 juni 2008	YS 0143	43,6	31,9	9,4	2,9
26 juni 2008	EB 0726	44,9	27,0	9,0	3,1
	gemiddeld	42,8	27,1	8,9	2,8
17 juli 2008	Emilia KWS	33,5	25,4	7,4	2,8
17 juli 2008	Pauletta	33,2	19,4	6,4	2,0
17 juli 2008	YS 0143	33,5	35,3	6,8	3,5
17 juli 2008	EB 0726	35,1	23,9	7,2	2,3
	gemiddeld	33,8	26,0	6,9	2,6
7 augustus 2008	Emilia KWS	8,8	7,3	1,9	0,8
7 augustus 2008	Pauletta	5,4	10,0	0,5	1,0
7 augustus 2008	YS 0143	9,9	13,1	2,2	1,3
7 augustus 2008	EB 0726	8,9	9,7	1,9	1,2
	gemiddeld	8,2	10,0	1,6	1,1
lsd ¹ 5%, ras		2,5	4,9	0,5	0,4
lsd ¹ 5%, zaaitijddatum		2,1	4,2	0,4	0,4

De berekende methaanopbrengsten gemiddeld over de rassen staan per oogstdatum grafisch weergegeven in figuur 6.

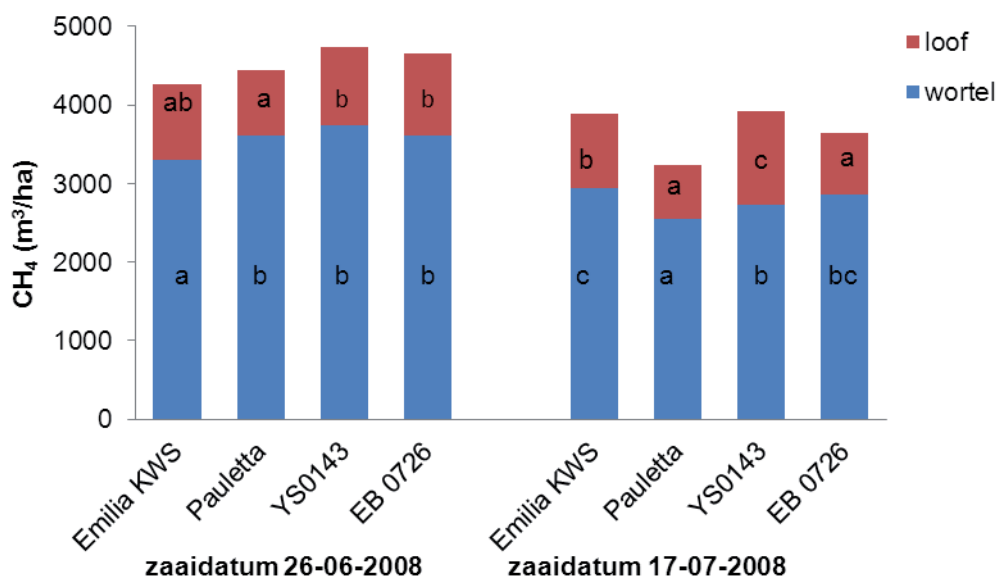


Figuur 6. Gemiddelde methaanopbrengst van de rassen van wortel en loof voor de verschillende zaaidata bij de oogst op 27 januari 2009 (Well, 2008/2009). Verschillende letters duiden op significante verschillen voor respectievelijk wortel (lsd¹ 5% = 159 m³/ha) en loof (lsd¹ 5% = 129 m³/ha).

¹ least significant difference.

De methaanopbrengst van de wortel neemt sterk af naarmate de zaai later plaatsvindt. Voor loof was er geen significant verschil in methaanopbrengst tussen de zaaidatum in juni en juli. Bij de uitzaai in augustus was de methaanopbrengst van zowel wortel als loof zeer laag.

Voor de eerste twee zaaidata staan de methaanopbrengsten per ras weergegeven in figuur 7.



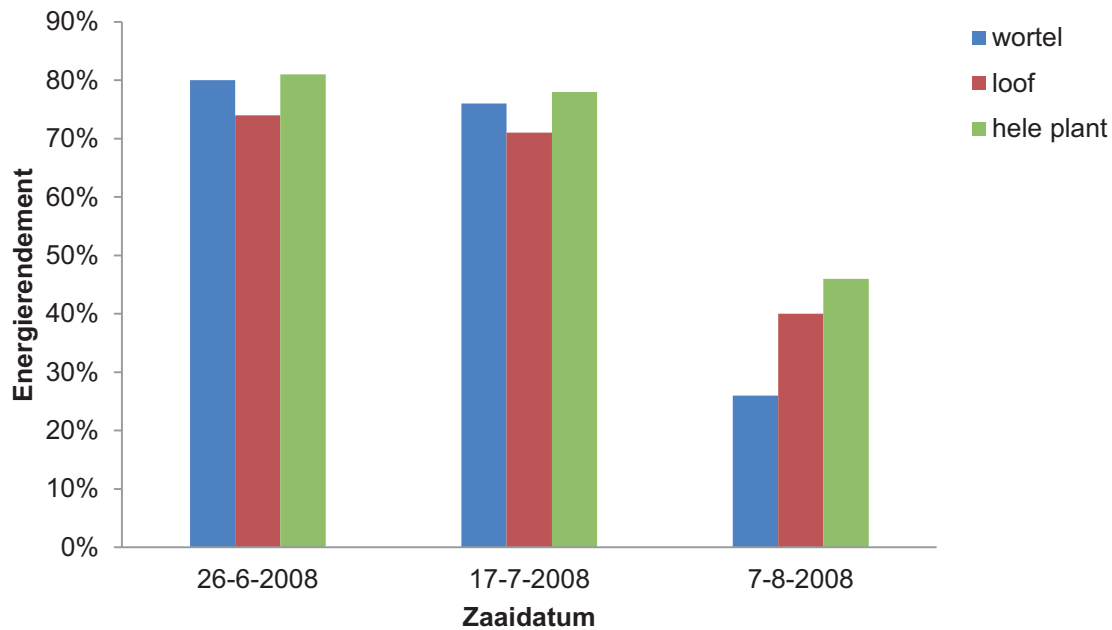
Figuur 7. Methaanopbrengst van wortel en loof per ras voor de eerste twee zaaidata bij de oogst op 27 januari 2009 (Well, 2008/2009).

Per zaaidatum duiden verschillende letters op significante verschillen voor respectievelijk wortel ($l_{sd}^{15\%} = 183 \text{ m}^3/\text{ha}$) en loof ($l_{sd}^{15\%} = 149 \text{ m}^3/\text{ha}$).

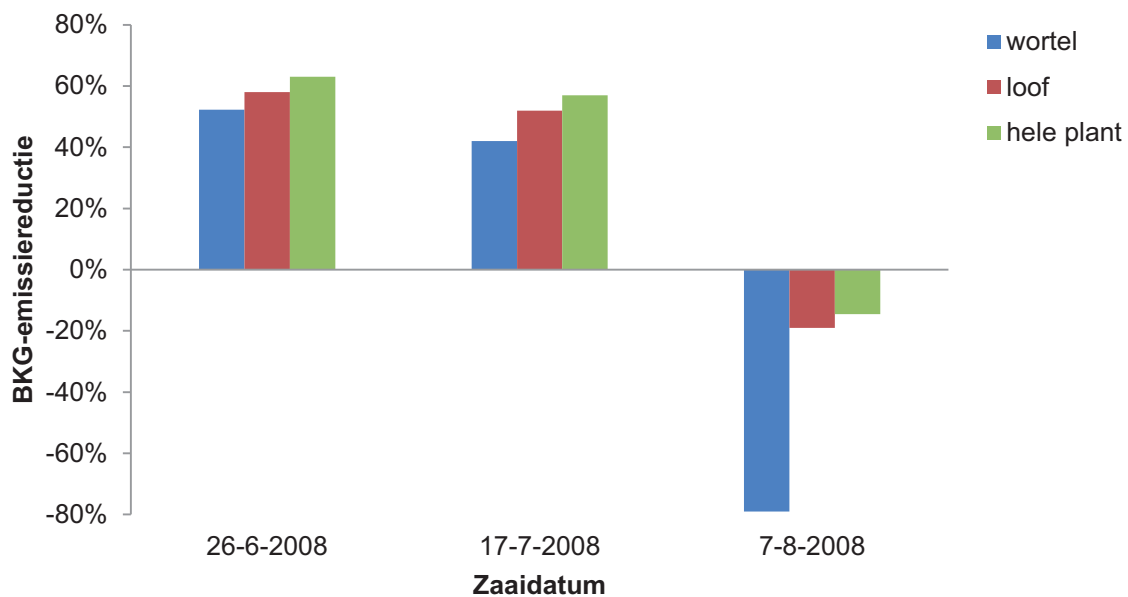
Voor de methaanopbrengst uit de wortel is het effect van de zaaidatum op de opbrengst aanzienlijk groter dan de verschillen tussen de rassen. Bij het loof zijn er vooral bij het tweede zaaitijdstip grote verschillen tussen de rassen. De berekende hoeveelheid methaan uit het loof bij Pauletta was slechts 676 m^3 per hectare, terwijl bij YS 0143 dit 1.187 m^3 per hectare was.

Het energierendement en de broeikasgasemissiereductie (BKG-emissiereductie) staan voor wortel, loof en voor de gehele plant weergegeven in de figuren 8 en 9. Hierbij zijn de resultaten van de rassen per zaaidatum gemiddeld.

¹ least significant difference.



Figuur 8. Gemiddeld energierendement van de rassen van wortel, loof en de hele plant (wortel+loof) voor de verschillende zaaidata bij de oogst op 27 januari 2009 (Well, 2008/2009).



Figuur 9. Gemiddelde BKG-emissiereductie van de rassen van wortel, loof en de hele plant (wortel+loof) voor de verschillende zaaidata bij de oogst op 27 januari 2009 (Well, 2008/2009).

Duidelijk is te zien dat het energierendement bij de derde zaaidatum voor zowel wortel, loof als de gehele plant aanzienlijk lager is. De BKG-emissiereductie voldoet voor de uitzaai in juni en juli nog aan de huidige norm van 35% [3]. Bij de uitzaai in augustus is er echter sprake van een toename van de broeikasgasemissie.

De nutriëntenafvoer is voor de verschillende zaaidata per ras weergegeven in tabel 4.

Tabel 4. Afvoer van nutriënten bij de oogst op 27 januari 2009 van de tussenteeltproef met rassen en zaaitijdstippen (Well, 2008/2009).

zaaidatum	ras	P ₂ O ₅ (kg/ha)		N (kg/ha)		K ₂ O (kg/ha)		Na ₂ O (kg/ha)	
		wortel	loof	wortel	loof	wortel	loof	wortel	loof
26 juni 2008	Emilia KWS	27	24	88	112	122	126	4,7	18
26 juni 2008	Pauletta	34	23	131	114	203	103	9,7	20
26 juni 2008	YS 0143	33	28	92	115	152	145	5,8	24
26 juni 2008	EB 0726	34	29	124	125	184	130	9,1	23
gemiddeld		32	26	109	117	165	126	7,3	21
17 juli 2008	Emilia KWS	25	26	79	118	116	139	4,9	19
17 juli 2008	Pauletta	27	18	93	86	158	81	8,9	17
17 juli 2008	YS 0143	26	30	73	129	132	175	5,9	29
17 juli 2008	EB 0726	25	22	88	99	146	91	7,2	17
gemiddeld		26	24	83	108	138	122	6,7	21
7 augustus 2008	Emilia KWS	6	8	23	40	33	48	1,4	7
7 augustus 2008	Pauletta	2	10	15	54	24	57	1,5	10
7 augustus 2008	YS 0143	10	13	24	61	42	78	2,2	18
7 augustus 2008	EB 0726	8	12	25	47	39	70	2,1	14
gemiddeld		7	11	22	50	35	63	1,8	13
lsd ¹ 5%, ras		5	5	6	21	12	23	1,0	4
lsd ¹ 5%, zaaitijddatum		4	4	5	18	11	20	0,8	4

Met de bieten van de eerste twee zaaidata worden bij de oogst aanzienlijke hoeveelheden nutriënten afgevoerd. Tussen de rassen komen in een aantal gevallen significante verschillen voor. Deze zijn deels te verklaren uit een hogere organischestofproductie per hectare.

3.3 Zaai-/oogsttijdstippenproef in Vredepeel, 2009/2010

De vroegst gezaaide bieten ontwikkelden zich zeer snel. Figuur 8 laat het verschil in ontwikkeling zien tussen bieten van verschillende zaaidata.

¹ least significant difference.



Figuur 8. Bieten van veldjes met verschillende zaaidatum (13 juni 2009, 3 juli 2009, 24 juli 2009 en 14 augustus 2009) van het zaai/oogst-tijdstippenproefveld in Vredepeel.
Foto genomen op 17 september 2009.

Tijdens de winter van 2009/2010 begon half december een vorstperiode van ongeveer een maand. Hierdoor waren de bieten bij de tweede oogst in februari grotendeels door de vorst aangetast (figuur 9).



Figuur 9. Door vorst aangetaste bieten van het zaai/oogsttijdstippenproefveld in Vredepeel na de oogst op 8 februari 2010.

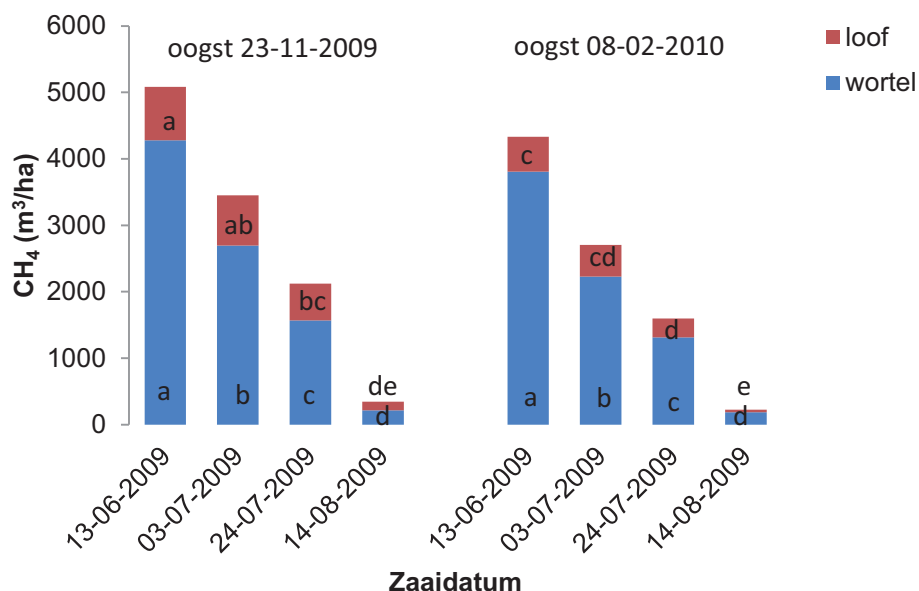
Bij de tweede oogst in februari lag het loof als gevolg van de vorst gedeeltelijk op de grond. Hierdoor was het asgehalte van het geoogste materiaal hoog. De opbrengsten voor wortel en loof staan vermeld in tabel 5.

Tabel 5. Wortel- en loofopbrengst bij de oogsten op 23 november 2009 en 8 februari 2010 van de tussenteeltproef met vier zaaidata (Vredepeel, 2009/2010).

zaaidatum	oogstdatum	versgewicht (t/ha)		organische stof (t/ha)	
		wortel	loof	wortel	loof
13 juni 2009	23 november 2009	41,2	26,8	10,7	2,4
03 juli 2009	23 november 2009	25,5	26,2	6,7	2,2
24 juli 2009	23 november 2009	14,8	20,6	3,9	1,6
14 augustus 2009	23 november 2009	2,2	6,0	0,5	0,4
13 juni 2009	08 februari 2010	41,6	10,5	9,5	1,5
03 juli 2009	08 februari 2010	25,0	10,4	5,6	1,4
24 juli 2009	08 februari 2010	15,3	7,1	3,3	0,8
14 augustus 2009	08 februari 2010	2,5	1,6	0,5	0,1
lsd ¹ 5%		5,9	7,7	1,4	0,7

De opbrengst van wortel en loof nemen sterk af naarmate de zaai later plaatsvindt. Tussen de oogsttijdstippen is er weinig verschil in wortelopbrengst. De loofopbrengst is echter aanzienlijk lager bij de tweede oogst in februari.

De berekende methaanopbrengsten staan voor de beide oogstdata per zaaidatum weergegeven in figuur 10.

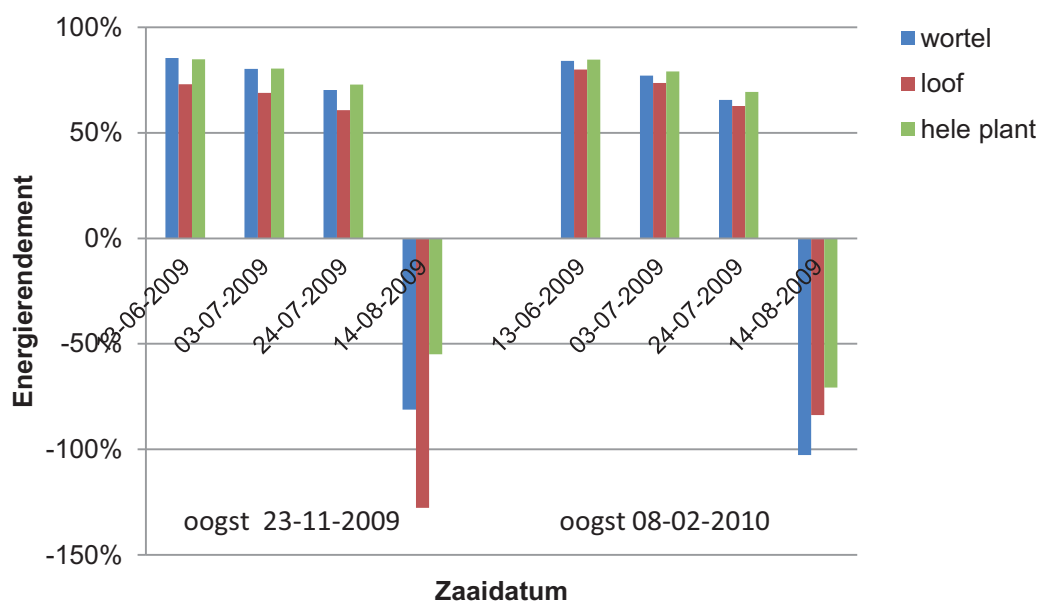


Figuur 10. Methaanopbrengst van wortel en loof per zaaidatum op 23 november 2009 en 8 februari 2010 (Vredepeel, 2009/2010).

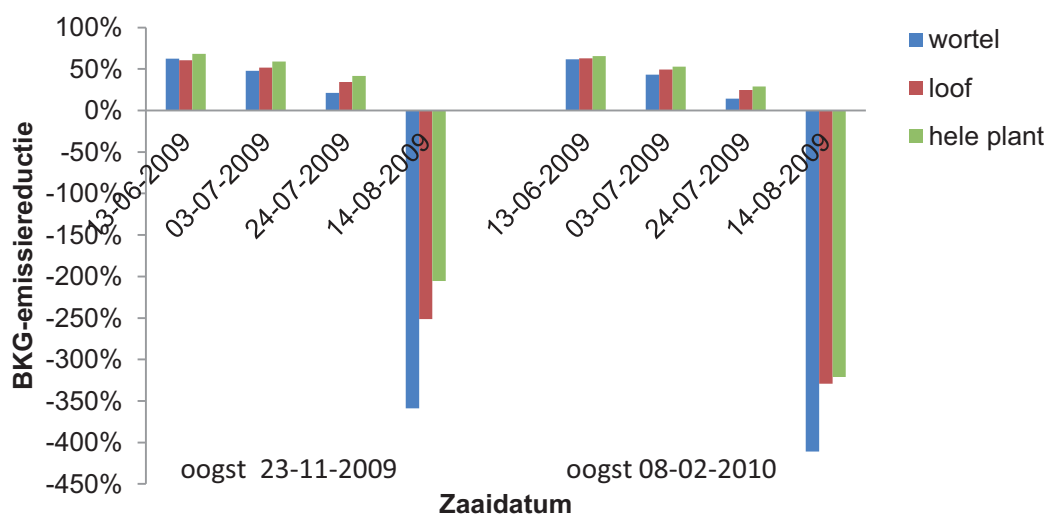
Verschillende letters duiden op significante verschillen voor respectievelijk wortel (lsd¹ 5% = 577 m³/ha) en loof (lsd¹ 5% = 227 m³/ha).

¹ least significant difference.

Het energierendement en de BKG-emissiereductie staan voor wortel, loof en voor de gehele plant weergegeven in figuren 11 en 12.



Figuur 11. Energierendement van wortel, loof en de hele plant (wortel+loof) voor de verschillende zaaidata bij de oogst op 23 november 2009 en 8 februari 2010 (Vredepeel, 2009/2010).



Figuur 12. BKG-emissiereductie van wortel, loof en de hele plant (wortel+loof) voor de verschillende zaaidata bij de oogst op 23 november 2009 en 8 februari 2010 (Vredepeel, 2009/2010).

De bieten die half augustus gezaaid zijn, geven op beide oogstdata een negatief energierendement. Ook de broeikasgasemissiereductie is zeer negatief. Voor de bieten die eind juli zijn gezaaid is het energierendement weliswaar nog goed, maar alleen de BKG-emissiereductie van de hele plant ligt met 42% nog boven de norm van 35% die in NTA8080 staat vermeld [3].

Tabel 6. Afvoer van nutriënten bij de oogst op 23 november 2009 en 8 februari 2010 van de tussenteeltproef met verschillende zaaidata (Vredepeel, 2009/2010)

zaaidatum	oogstdatum	P ₂ O ₅ (kg/ha)		N (kg/ha)		K ₂ O (kg/ha)		Na ₂ O (kg/ha)	
		wortel	loof	wortel	loof	wortel	loof	wortel	loof
13 juni 2009	23 november 2009	33	25	66	78	143	115	8,7	44,4
03 juli 2009	23 november 2009	23	22	45	76	109	120	5,9	42,2
24 juli 2009	23 november 2009	15	18	32	51	67	96	4,0	33,5
14 augustus 2009	23 november 2009	3	5	4	15	15	27	1,0	9,1
13 juni 2009	08 februari 2010	26	38	56	57	121	20	8,7	5,4
03 juli 2009	08 februari 2010	19	33	37	54	88	23	6,1	6,6
24 juli 2009	08 februari 2010	12	20	24	32	57	15	3,9	4,2
14 augustus 2009	08 februari 2010	3	2	6	5	13	1	1,0	0,3
lsd ¹ 5%		4,5	14,5	12,2	26	21	40	1,2	8,2

De afgevoerde hoeveelheden nutriënten was vooral afhankelijk van de zaaidatum. De nutriëntenafvoer bij de eerste oogst van de gehele plant daalde voor P₂O₅ van 58 naar 7 kg per hectare, voor stikstof van 143 naar 20 kg per hectare, voor K₂O van 258 naar 42 kg per hectare en voor Na₂O van 53 naar 10 kg per hectare. Tussen de oogstdata waren de verschillen minder groot. Alleen bij het loof was de afvoer van kalium en natrium bij de tweede oogst aanzienlijk lager.

¹ least significant difference.

4. Discussie

Zowel in de winter van 2008/2009 als van 2009/2010 was er een vorstperiode, waardoor de bieten werden aangetast. Omdat de bieten gingen rotten, was het laten staan van de bieten tot na de winter niet zinvol. Hieruit blijkt dat het overwinteren van de tussenteelt dermate risicovol is, dat het gunstiger is om voordat er vorstschade kan optreden het gehele gewas te oogsten en - indien nodig - te bewaren voor latere vergisting.

Bij de proeven met verschillende zaaidata was de opbrengst sterk afhankelijk van de zaaidatum. De methaanopbrengst van circa 3.500 m³ per hectare half juli bij de rassen/zaaitijdstippenproef (Well, 2008/2009) en begin juli bij de zaai-/oogsttijdstippenproef (Vredepeel, 2009/2010) komt overeen met de berekende methaanopbrengsten van een tussenteeltproef. Deze proef was in 2009 op PPO-locatie 't Kompas te Valthermond aangelegd, met de rassen Shakira en Caribata [14]. Bij een zaaidatum van 15 juli 2009 was de uit de organische stof berekende methaanopbrengst van wortel plus loof voor Shakira 3.660 en voor Caribata 4.185 m³ per hectare. Bij de bepaling van de biogasproductie uit gedroogd materiaal bij LeAF [15] lag de methaanopbrengst nog 10 tot 15% hoger.

Vóór augustus zaaien lijkt noodzakelijk om nog een acceptabele biogasproductie per hectare te kunnen realiseren. Dit is nodig om te voldoen aan de normen die aan de BKG-emissiereductie worden gesteld [3,4]. Echter, het beschikbare areaal van gewassen die in juni of juli geoogst worden, is klein. Dit beperkt de grootschalige toepassing van suikerbieten als tussenteelt. Met de oogst worden aanzienlijke hoeveelheden aan nutriënten afgevoerd. Om de bodemvruchtbaarheid te kunnen behouden, zal de extra afvoer van nutriënten gecompenseerd moeten worden via de bemesting. Vooral voor fosfaat, waarvoor gebruiksnormen per hectare gelden in plaats van per gewas, kan dit problemen opleveren als de gebruikruimte onvoldoende is [16].

5. Conclusies

- Invoering van de teeltgegevens in de meetlat van Energieboerderij laat zien dat met de tussenteelt van suikerbieten voor vergisting alleen bij vroege zaai een hoog energierendement en een aanzienlijke broeikasgasemissiereductie worden verkregen. Bij uitzaai na begin augustus waren de energierendementen en de broeikasgasreducties laag of zelfs negatief. Hiermee voldoet de tussenteelt van suikerbieten alleen aan de duurzaamheids-criteria bij uitzaai vóór augustus, als er nog een voldoende hoge opbrengst kan worden verkregen.
- Het vorstrisico is te groot om altijd na de winter te kunnen oogsten. De opbrengsten waren het hoogst voor of kort na een vorstperiode.
- Tussen rassen bestaan er significante verschillen in methaanopbrengst voor zowel wortel als loof.
- Bij vroege zaai met een voldoende hoge opbrengst worden aanzienlijke hoeveelheden nutriënten met het gewas afgevoerd. Vooral voor fosfaat kan dit problemen geven, indien er niet voldoende ruimte is om te compenseren.

6. Literatuur

1. Linnes, C. (2008): Bonbons für Bakterien – Zuckerrüben in der Biogasablage. Zuckerrübe, 57, no. 3, 114-115.
2. Huijbregts, T. (2008): Sugar beet storage – an overview of Dutch research. Internat. Sugar J., 110, 618-624.
3. NTA 8080. Duurzaamheidscriteria voor biomassa ten behoeve van energiedoelinden. Nederlands Normalisatie-instituut. NTA 8080:2009.
4. Renewable Energy Directive, CR (EC) 28/2009 (2009).
www.senternovem.nl/mmfiles/RED2009_NL_tcm24-328303.pdf.
5. Bruijn, J.M. de & Huijbregts, A.W.M. (2007): Uniforme methode voor gewichtsbepaling, monsternamen en monsteronderzoek van suikerbieten in Nederland. Uitgave van de Nederlandse Suikerindustrie. Uitgave 2007.
6. Animal feeding stuffs: Determination of moisture and other volatile matter content. ISO 6496: 1999.
7. Animal feeding stuffs: Determination of crude ash. ISO 5984: 2003.
8. Animal feeding stuffs: Determination of phosphorus content - Spectrometric method. ISO 6491: 1999.
9. Animal feeding stuffs: Determination of nitrogen content and calculation of crude protein content - Part 2: Bloch digestion/steam distillation method. ISO 5983-2: 2005 (with modification).
10. Animal feeding stuffs: Determination of the calcium, copper, iron, magnesium, manganese, potassium, sodium, and zinc contents - Atomic absorption spectrometric method. ISO 6869: 2001.
11. Raap, J. (2009): CFTC, pers. comm.
12. Energieboerderij: www.energieboerderij.nl.
13. Voort, M. van der & Stilma, E.S.C. (2011): Toelichting meetlat Energieboerderij; energiegebruik en broeikasgasemissie. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. PPO projectnummer; 32500348 (in druk).
14. Wijnholds, K.H., Groten, J.A.M., Voort, M.P.J. van der, Kamp, J.A.L.M. en Timmer, R.D. (2010): Energiekompas voor de Veenkoloniën. PPO-rapport nr. 3250081900.
15. <http://www.leaf-water.org>.
16. http://wetten.overheid.nl/BWBR0018989/geldigheidsdatum_03-08-2011.