



PraktijkRapport Rundvee 84

# Efficiënt gebruik van snijmaïs Deel 1: invloed rastype en oogststadium op opbrengst, kwaliteit, conservering en voeding



Juli 2006

**Rundvee**





## Colofon

### Uitgever

Animal Sciences Group  
Postbus 65, 8200 AB Lelystad  
Telefoon 0320 - 238238  
Fax 0320 - 238050  
E-mail [info.po.asg@wur.nl](mailto:info.po.asg@wur.nl)  
Internet <http://www.asg.wur.nl/po>

**Redactie en fotografie**  
Communication Services

### Aansprakelijkheid

Animal Sciences Group aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen

## Abstract

In the period 2003-2005 effects of genotypes and maturity stage on yield, quality, conservation and nutrition have been investigated. The results are published in four reports (PraktijkRapport Rundvee 82 t/m 85). In this report the results of the whole research are summarized and completed with some practical applications.

**Keywords:** dairy, silage maize, genotypes, harvest stage, conservation losses, degradation characteristics, feed intake, milk performance

## Referaat

ISSN 1570-8616

H.A. van Schooten, W. van Dijk, J.W. Cone en R.L.M. Zom

PraktijkRapport Rundvee 84

Efficiënt gebruik van snijmaïs Deel 1: invloed van rastype en oogststadium op opbrengst, kwaliteit, conservering en voeding (2006)

35 pagina's, 9 figuren, 20 tabellen

In de periode 2003-2005 is er onderzoek uitgevoerd naar de effecten van rastypen en oogststadium op opbrengst, kwaliteit, conservering en voeding. De resultaten zijn gepubliceerd in vier rapporten (PraktijkRapport Rundvee 82 t/m 85). In dit rapport zijn de resultaten van het totale onderzoek samengevat en aangevuld met enkele praktijktoepassingen.

**Trefwoorden:** veehouderij, snijmaïs, rastypen, oogststadium, conserveringsverliezen, afbraakarakteristieken, voeropname, melkproductie



PraktijkRapport Rundvee 84

# Efficiënt gebruik van snijmaïs Deel 1: invloed rastype en oogststadium op opbrengst, kwaliteit, conservering en voeding

## Efficient use of silage maize Part 1: effect of genotype and harvest stage on crop yield, quality, conservation and nutrition

H.A. van Schooten  
J.W. Cone  
W. van Dijk  
R.L.M. Zom

Juli 2006

## Voorwoord

Voor u ligt het samenvattende rapport van het onderzoeksproject "Efficiënt gebruik van snijmaïs". Dit project is in de periode 2003 t/m 2005 uitgevoerd door de Divisie Veehouderij van de Animal Sciences Group (ASG Veehouderij) van Wageningen UR en het Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO) van de Plant Sciences Group van Wageningen UR.

Snijmaïs is naast gras het belangrijkste voedergewas in Nederland, jaarlijks wordt meer dan 200.000 hectare verbouwd. Als melkveehouders er in slagen hun eigen grond efficiënt te benutten voor de voerproductie, kan de aankoop van voeders beperkt blijven, wat de kostprijs drukt. Zo'n "efficiënte voerproductie" wordt, voor wat betreft snijmaïs, gerealiseerd als een snijmaïstype wordt verbouwd wat past bij de omstandigheden van het eigen bedrijf (denk aan grondsoort, ligging en productieniveau). Echter, niet alleen de keuze voor een bepaald rastype snijmaïs is bepalend; waarschijnlijk is nog veel belangrijker hoe de veehouder vervolgens met zijn gewas (ruwvoer) omgaat. Denk aan de bepaling van het juiste oogstmoment, het beperken van de conserveringsverliezen, het stimuleren van de voeropname door het melkvee en het bepalen van een optimale rantsoensamenstelling om met gezonde koeien het quotum vol te melken een hoog saldo te realiseren.

Het project "Efficiënt gebruik van snijmaïs" heeft zich gericht op allerhande praktische vragen bij het gebruik van snijmaïs door melkveehouders. Deze vragen hadden vooral betrekking op de interactie tussen verschillende rastypen en optimale oogststadia voor wat betreft opbrengst, kwaliteit, conserveringsverliezen en opname en benutting door de koe. Omdat deze vragen niet los van elkaar gezien kunnen worden en om tot een zo geïntegreerd mogelijk oogstadvies te komen zijn de aspecten in samenhang onderzocht. Door de uitkomsten van het onderzoek in vier deelrapportages en een samenvattende rapportage te beschrijven is getracht om het geheel op overzichtelijke wijze voor u in beeld te brengen. Hopelijk dragen de uitkomsten van het onderzoek bij tot een efficiënter inzet van snijmaïs op de veehouderijbedrijven en daarmee tot een beter bedrijfsresultaat.

Wij bedanken Productschap Zuivel, Productschap Diervoeder en het Ministerie van LNV voor hun financiële ondersteuning van (onderdelen van) het project.

Mede namens het projectteam,

Gert van Duinkerken  
Manager Cluster Diervoeding  
ASG Veehouderij

# Inhoudsopgave

## Voorwoord

<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Opbrengst en kwaliteit</b> .....	<b>3</b>
2.1	Materiaal en Methoden .....	3
2.1.1	Proefopzet en -uitvoering .....	3
2.1.2	Weersomstandigheden .....	4
2.2	Resultaten .....	4
2.2.1	Algemeen beeld afrijping .....	4
2.2.2	Invloed van rastypen .....	5
2.2.3	Optimale oogststadium.....	6
2.3	Conclusies .....	7
<b>3</b>	<b>Conservering</b> .....	<b>8</b>
3.1	Proefopzet en uitvoering.....	8
3.2	Resultaten .....	8
3.2.1	Kuuldichtheden .....	8
3.2.2	Conserveringsresultaat.....	9
3.2.3	Perssapverliezen .....	9
3.2.4	Drogestofverliezen.....	10
3.2.5	Voederwaardeverliezen .....	10
3.2.6	Verandering zetmeelgehalte en celwandverteerbaarheid door inkuielen.....	11
3.2.7	Haksellengte .....	12
3.2.8	Effect van bewaarduur.....	12
3.3	Conclusies .....	13
<b>4</b>	<b>Afbraakarakteristieken van zetmeel en celwanden</b> .....	<b>14</b>
4.1	Invloed van rastype en oogststadium .....	14
4.1.1	Proefopzet en uitvoering.....	14
4.1.2	Resultaten .....	14
4.2	Invloed van haksellengte .....	18
4.2.1	Proefopzet en uitvoering.....	18
4.2.2	Resultaten .....	19
4.3	Invloed bewaarduur maïssilage.....	19
4.3.1	Proefopzet en uitvoering.....	19
4.3.2	Resultaten .....	19
4.4	Conclusies .....	19
<b>5</b>	<b>Opname en productie</b> .....	<b>21</b>
5.1	Voederproef 1: Het effect van afrijpingstype op de voeropname en melkproductie.....	21
5.1.1	Proefopzet afrijpingstype.....	21
5.1.2	Resultaten afrijpingstype.....	21
5.1.3	Conclusies afrijpingstype .....	23
5.2	Voederproef 2: De effecten van energietype en oogststadium.....	24
5.2.1	Proefopzet energietype en oogststadium .....	24
5.2.2	Resultaten energietype en oogststadium.....	25
5.2.3	Conclusies energietype en oogststadium .....	28

<b>6</b>	<b>Resultaten onderzoek versus oude adviezen .....</b>	<b>30</b>
<b>7</b>	<b>Praktijktoepassingen .....</b>	<b>32</b>
	<b>Literatuur.....</b>	<b>35</b>

# 1 Inleiding

In dit rapport worden de resultaten van de verschillende deelprojecten uit het onderzoeksproject “Efficiënt snijmaïsgebruik” samengevat weergegeven in hoofdstukken. In dit hoofdstuk gaan we in op de aanleiding van het totale onderzoeksproject. In de afzonderlijke hoofdstukken wordt de aanleiding beschreven van het betreffende deelproject.

## Project “Efficiënt snijmaïsgebruik”

Efficiënt gebruik van voer van het eigen bedrijf is cruciaal voor een optimale mineralenbenutting en voor verlaging van de kostprijs. Door een efficiënt gebruik kunnen we de aanvoer van mineralen en de aankoopkosten van voer immers beperken. Snijmaïs is naast gras het belangrijkste voedergewas in Nederland. Jaarlijks wordt meer dan 200.000 hectare verbouwd, met name vanwege een hoge voederwaarde-opbrengst per hectare en oogstzekerheid van het gewas. Snijmaïs is energierijk, eiwitarm en bevat relatief veel zetmeel.

De veredeling van snijmaïs in Nederland was voor 1985 vooral gericht op verbetering van de opbrengst en de oogstzekerheid door selectie op met name vroegrijpheid, stevigheid en fusariumresistentie.

De vroegheid van de rastypen is verbeterd door zowel een vroegrijpe korrel als door een vroegrijpe plant. Doordat maïsveredelaars verschillende richtingen gekozen hebben, kan het voorkomen dat twee rastypen bij de oogst hetzelfde drogestofgehalte bereiken, maar dat het ene rastype dit bereikt door een rijpe, harde korrel en een groen gewas, terwijl het andere rastype dit bereikt door een minder rijpe, zachtere korrel en een afgestorven gewas.

Eind jaren tachtig, is de voederwaarde het belangrijkste veredelingsdoel geworden. Omdat rasverschillen in voederwaarde hoofdzakelijk worden veroorzaakt door verschillen in kolfaandeel (zetmeelgehalte) en door verschillen in celwandverteerbaarheid zijn er globaal twee sporen te onderscheiden om de voederwaarde te verhogen:

1. Verhoging van het zetmeelgehalte (kolfaandeel) in de totale drogestofopbrengst
2. Verhoging van de celwandverteerbaarheid

De bovengenoemde ontwikkelingen in maïsveredeling hebben geleid tot een grote heterogeniteit in rastypen. De variatie in rastypen heeft met name betrekking op drie factoren (tabel 1). Deze variëteit in rastypen gaat waarschijnlijk samen met een grote verscheidenheid in plantsamenstelling, optimaal oogststadium, conserveringsverliezen en voedertechische aspecten zoals verteerbaarheid, opname en productie. Mogelijk houden de huidige adviezen met betrekking tot teelt, oogst, conservering en voeding van snijmaïs onvoldoende rekening met de grotere diversiteit in rastypen.

**Tabel 1** Rastypen snijmaïs

Factor	Uiterste typen		
Vroegheid	Zeer vroeg	↔	Middenvroeg
Afrijsing	Harde korrel bij groen gewas	↔	Zachte korrel bij afgerijpte plant
Soort energie	Veel zetmeel	↔	Veel verteerbare celwanden

In 2002 hebben het toenmalige Praktijkonderzoek van de Animal Sciences Group (ASG) en Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO) in opdracht van Productschap Zuivel (PZ) een deskstudie uitgevoerd naar de interacties tussen de snijmaïstypen en oogststadium, conservering, voeding en dierprestaties. De resultaten van deze studie zijn beschreven in Praktijkrapport Rundvee 16 (Van Schooten et al., 2002). Naar aanleiding van de conclusies uit de deskstudie is in opdracht van PZ in de jaren 2003 t/m 2005 een omvangrijk onderzoek gestart met verschillende rastypen. Het onderzoek is uitgevoerd door ASG Veehouderij en PPO en richtte zich op praktische vragen bij het gebruik van snijmaïs door melkveehouders zoals:

- Wanneer kan ik de uiteenlopende snijmaïstypen het beste oogsten?
- Hoe verloopt de conservering en wat zijn de verliezen?
- Zijn er verschillen tussen rastypen in benutting door de koe?
- welk type past het best op mijn bedrijf c.q. hoe kan ik meer melk uit mijn eigen voer halen?

Deze vragen kunnen niet los van elkaar worden gezien en zijn daarom in één samenhangend onderzoek ondergebracht. Het onderzoek is verdeeld in een viertal deelprojecten, te weten:

1. Oogsttijdenonderzoek, waarbij gekeken is naar het kwaliteitsverloop van de verschillende rastypen gedurende de afrijpingsperiode.

2. Conserveringsonderzoek, waarbij onderzocht is of er verschillen zijn in conserveringsverliezen tussen de verschillende rastypen gedurende de afrijpingsperiode.
3. Onderzoek naar verschillen in afbraakkenmerken van zetmeel en celwanden, bepaald met in-vitro technieken, tussen rastypen en oogststadia.
4. Onderzoek naar verschillen in opname en dierprestatie tussen de afrijpingstypen en energietypen.

De resultaten van het hele onderzoek zijn samengevat in PraktijkRapport Rundvee 84. Deel 1: invloed van rastype en oogststadium op opbrengst, kwaliteit, conservering en voeding. De volledige resultaten van de deelprojecten zijn in vier afzonderlijke rapportages weergegeven:

1. Praktijkrapport Rundvee 85. Efficiënt gebruik van snijmaïs, Deel 2: invloed rastype en oogststadium op opbrengst en kwaliteit.
2. Praktijkrapport Rundvee 86. Efficiënt gebruik van snijmaïs, Deel 3: invloed rastype en oogststadium op conservering.
3. Praktijkrapport Rundvee 87. Efficiënt gebruik van snijmaïs, Deel 4: invloed rastype en oogststadium op afbraakkenmerken van zetmeel en celwanden.
4. Praktijkrapport Rundvee 88. Efficiënt gebruik van snijmaïs, Deel 5: invloed afrijpingstype en energietype op opname en productie.



## 2 Opbrengst en kwaliteit

### Inleiding

Het optimale oogststadium bereikt men wanneer de voederwaardeopbrengst maximaal is. Het moment waarbij dit het geval is hangt o.a. af van de weersomstandigheden (straling en temperatuur). Onder gemiddelde Nederlandse omstandigheden zal rond 10 oktober de maximale productie worden bereikt. Daarna is de assimilatie doorgaans lager dan de ademhaling. Maar ook de conditie van het loof speelt hierbij een rol. Uit eerder onderzoek blijkt dat de maximale opbrengst werd bereikt wanneer nog circa 5 bladeren voor meer dan 50% groen waren. De groeiomstandigheden bepalen dus sterk wanneer de maximale productie wordt bereikt. In het algemeen is dit in gunstige jaren op een vroeger tijdstip en bij een hoger drogestofgehalte. In de praktijk wordt de maïs meestal geoogst bij een drogestofgehalte tussen 30 en 35%. Hierin zijn tevens niet-teeltfactoren zoals conserveringsverliezen, inkuilbaarheid en benutting door het vee meegewogen. Door de toegenomen heterogeniteit in rastypen is het de vraag of de huidige adviezen met betrekking tot oogst, conservering en voeding van snijmaïs voldoende rekening houden met deze grotere diversiteit. Het onderzoek dat in dit hoofdstuk wordt beschreven richt zich op de invloed van rastype en oogststadium op het opbrengst- en kwaliteitsverloop van de maïs op het veld.

### 2.1 Materiaal en Methoden

#### 2.1.1 Proefopzet en -uitvoering

In zowel 2003 als 2004 zijn twee veldproeven uitgevoerd. Deze zijn aangelegd in Zuid-Nederland (zandgrond, Cranendonck) en Centraal-Nederland (kleigrond, Lelystad). De objectkeuze is identiek voor alle vier proeven. De volgende factoren zijn meegenomen:

- acht rastypen
- vijf oogststadia

In tabel 2 staan de verschillende rastypen weergegeven. De verschillende rastypen onderscheiden zich in vroegheid (vroeg en laat), afrijpingspatroon (dry down en stay green) en basis van energiewaarde (zetmeel of celwandverteerbaarheid).

De met vroeg en laat aangemerkte rastypen bevinden zich in respectievelijk de vroege en middenvroege groep volgens de Nederlandse Rassenlijst. Stay green typen zijn typen waarvan de restplant relatief langer groen blijft en de dry down typen zijn de typen waarvan de restplant relatief sneller afsterft. De energiewaarde van snijmaïs wordt bepaald door het zetmeelgehalte en de verteerbaarheid van de celwanden. De zetmeeltypen onderscheiden zich door een hoog zetmeelgehalte en een lagere celwandverteerbaarheid, de celwandtypen door een lager zetmeelgehalte en een hoge verteerbaarheid van de celwanden.

**Tabel 2** Overzicht rastypen oogsttijdenproeven

Rastypecode	Vroegheid	Afrijpingspatroon	Basis energiewaarde
R1	Vroeg	Dry down	Zetmeel
R2	Vroeg	Dry down	Celwanden
R3	Vroeg	Stay green	Zetmeel
R4	Vroeg	Stay green	Celwanden
R5	Laat	Dry down	Zetmeel
R6	Laat	Dry down	Celwanden
R7	Laat	Stay green	Zetmeel
R8	Laat	Stay green	Celwanden

De volgende oogststadia zijn nagestreefd:

- T1: 24% drogestof
- T2: 28% drogestof
- T3: 32% drogestof
- T4: 36% drogestof
- T5: 40% drogestof

### 2.1.2 Weersomstandigheden

Het groeiseizoen van beide jaren, vooral dat van 2003, was warmer dan normaal (tabel 3). In 2004 was dit vooral een gevolg van een warme augustus- en septembermaand. In 2003 was vrijwel het gehele groeiseizoen de temperatuur hoger dan normaal.

Wat betreft neerslag was 2003 droger en 2004 natter dan normaal. In 2003 waren vooral de maanden augustus en september droog. Bij de proef in Cranendonck is in augustus van dat jaar berekend. In 2004 viel vooral in de maanden juli en augustus veel neerslag.

De totale hoeveelheid straling was in beide jaren hoger dan het langjarig gemiddelde. In 2003 was deze hoger dan in 2004.

**Tabel 3** Gemiddelde dagtemperatuur, globale stralingssom en neerslagsom over de periodes mei-september en mei-oktober in 2003 en 2004 op de locaties Cranendonck en Lelystad (voor de locatie Cranendonck is uitgegaan van de gegevens van KNMI-station Eindhoven)

	Dagtemperatuur (°C)		Stralingssom (kJ/cm <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>		Neerslagsom (mm)	
	Mei-sep	Mei-okt	Mei-sep	Mei-okt	Mei-sep	Mei-okt
Cran, 2003	18,3	16,7	264	284	283	362
Cran, 2004	17,1	16,2	241	261	401	471
<i>Norm</i>	<i>15,6</i>	<i>14,8</i>	<i>236<sup>2</sup></i>	<i>256<sup>2</sup></i>	<i>310</i>	<i>371</i>
Lely, 2003	16,3	14,8	256	277	277	429
Lely, 2004	16,0	15,1	241	260	341	489
<i>Norm<sup>3</sup></i>	<i>15,3</i>	<i>14,5</i>	<i>232</i>	<i>250</i>	<i>334</i>	<i>411</i>

1 Voor de locatie Lelystad is uitgegaan van de gegevens van locatie De Bilt

2 Waarden Maastricht

3 Waarden De Bilt

## 2.2 Resultaten

### 2.2.1 Algemeen beeld afrijping

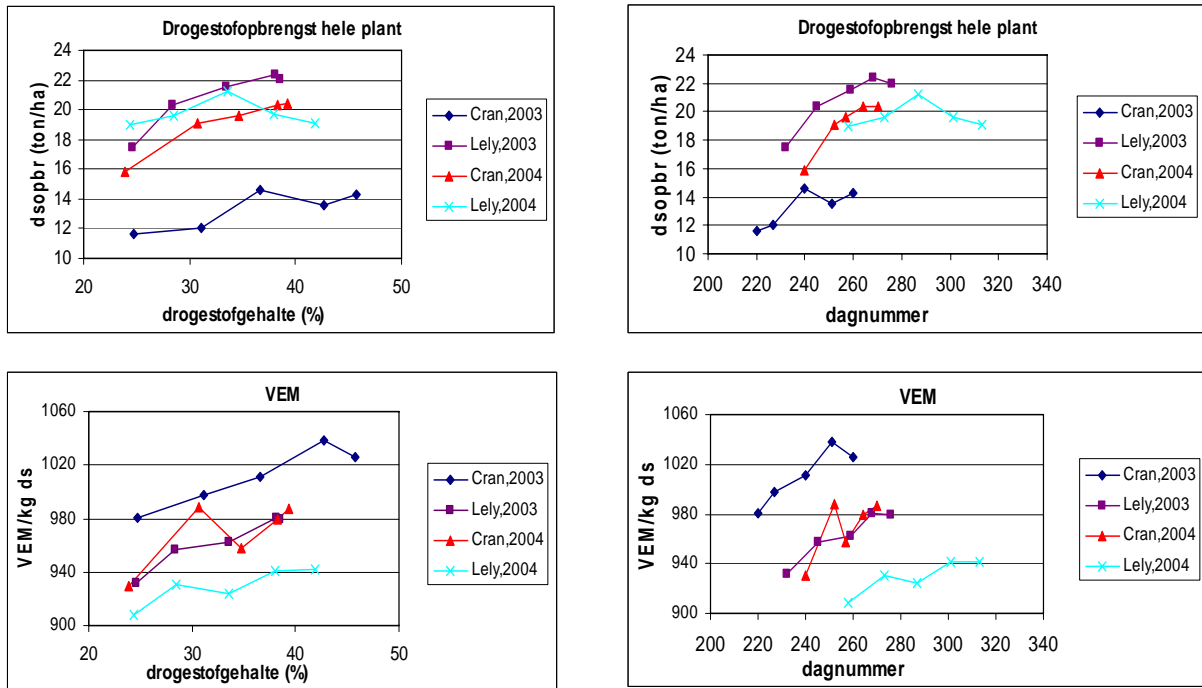
#### Drogestofopbrengst

Gemiddeld over de rastypen bleef in het oogsttraject 24-40% in drie van de vier proeven de drogestofopbrengst licht toenemen of nagenoeg constant (figuur 1). In één proef (Lely 2004) nam de opbrengst af vanaf een drogestofgehalte van circa 35%. In het laatste geval viel het afrijpingstraject later in het groeiseizoen en werd de maximale opbrengst bereikt rond half oktober.

#### Voederwaarde

De voederwaarde van snijmaïs (VEM/kg ds) wordt in belangrijke mate bepaald door de verteerbaarheid van de organische stof. Gemiddeld over de rastypen bleek deze gedurende de afrijpingsperiode licht toe te nemen. Blijkbaar werd in de onderhavige proefserie de afname van de celwandverteerbaarheid meer dan gecompenseerd door de toename van het zetmeelgehalte. Dit kan samenhangen met de gunstige groeiomstandigheden. In eerder onderzoek is vastgesteld dat onder gemiddelde omstandigheden de voederwaarde redelijk constant bleef tussen een drogestofgehalte van 25 en 35%.

**Figuur 1** Relatie tussen drogestofgehalte van de hele plant en drogestofopbrengst en VEM-gehalte in relatie tot rastype (vroeg/laat, dry down/stay green en zetmeel/celwand) (gemiddeld over de vier proeven)



### 2.2.2 Invloed van rastypen

#### Raskarakterisering

Vroegheidsverschillen komen vooral tot uiting in verschillen in drogestofgehalte. Op stadium T3 was het drogestofgehalte van de vroege rassen in absolute zin circa 2,5% hoger dan dat van de late rassen (relatief drogestofgehalte vroege rassen 7-8% hoger dan dat van latere rassen). Afgaande op de resultaten van het reguliere rassenonderzoek was een verschil verwacht van ruim 3% (relatief drogestofgehalte vroege rassen 9% hoger dan dat van latere rassen). Dat het verschil in onderhavig onderzoek wat geringer was hangt waarschijnlijk samen met de gunstige groeiomstandigheden.

Bij de factor afrijping bleek dat de stay-greentypen wat langer groen bleven. Dit was vooral aan het begin van de afrijping het geval, aan het eind werden de verschillen geringer. Tot aan een drogestofgehalte van 30-32% hadden stay green typen 1-2 meer groene bladeren dan dry down typen. Ook hadden stay green typen in absolute zin een 1-2% hoger drogestofgehalte in de kolf dan de dry down typen.

Bij de factor energiewaarde was bij de zetmeeltypen het zetmeelgehalte 35-40 g per kg hoger dan bij de celwandtypen. De celwandverteerbaarheid was bij de celwandtypen in absolute zin circa 4,5% hoger dan bij de zetmeeltypen.

#### Effecten rastypen op opbrengst en voederwaarde

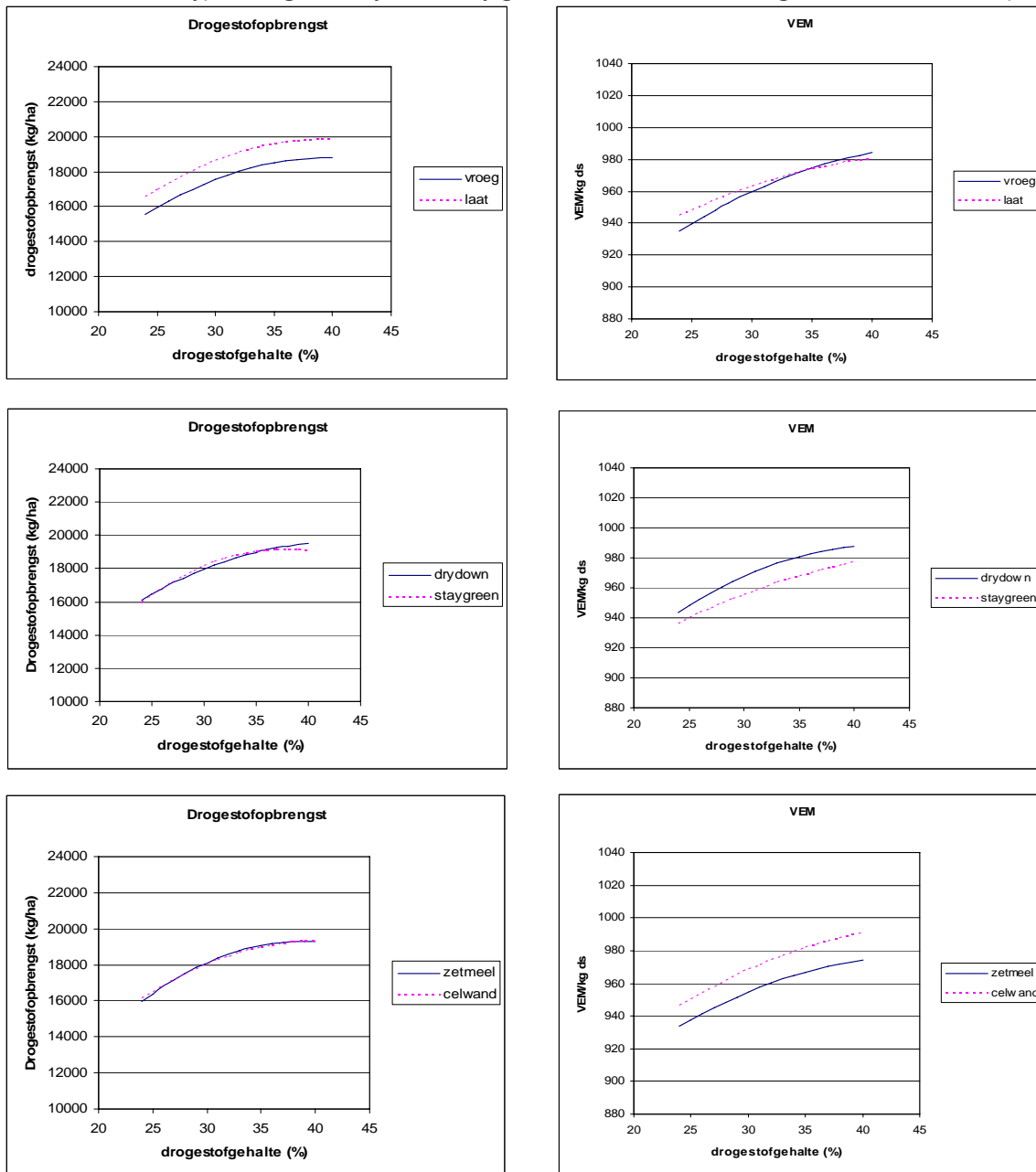
Er was sprake van significante rastype-effecten (figuur 2). De drogestofopbrengst was bij late typen hoger dan bij vroege typen. Wat betreft opbrengst zijn er geen verschillen waargenomen bij de factoren afrijping (dry down en stay green) en energiewaarde (zetmeel en celwanden).

Bij de voederwaarde (VEM kg ds) werd een significant effect gevonden van de factoren afrijping en energiewaarde. De voederwaarde was bij de dry down typen hoger dan bij de stay green typen en bij de celwandtypen hoger dan bij de zetmeeltypen.

De voederwaarde wordt voor een belangrijk deel bepaald door het zetmeelgehalte en de celwandverteerbaarheid. Bij het zetmeelgehalte was er alleen bij de factor energiewaarde sprake van significante verschillen. Bij de zetmeeltypen was het zetmeelgehalte volgens verwachting hoger dan bij de celwandtypen omdat de typen mede hierop waren geselecteerd. Bij de celwandverteerbaarheid (CWD) was er zowel bij de factoren vroegheid als energiewaarde sprake van significante niveaoverschillen. Bij de vroege typen was de CWD wat hoger dan bij de late typen terwijl bij de celwandtypen de CWD hoger was dan bij de zetmeeltypen. In het laatste geval is dit volgens verwachting omdat de rastypen daar mede op waren geselecteerd.

Bij geen van de belangrijke opbrengst- en kwaliteitsparameters is een significante interactie tussen rastype en oogststadium waargenomen. Het afrijpingspatroon was bij de verschillende rastypen was dus vergelijkbaar.

**Figuur 2** Relatie tussen drogestofgehalte van de hele plant en drogestofopbrengst en VEM-gehalte in relatie tot rastype (vroeg/laat, dry down/stay green en zetmeel/celwand) (gemiddeld over de vier proeven)



### 2.2.3 Optimale oogststadium

Omdat er geen sprake was van significante interactie tussen opbrengst en kwaliteit en oogststadium is gemiddeld over de rastypen nagegaan wanneer de maximale VEM-opbrengst wordt behaald (tabel 3). De datum en het drogestofgehalte waarbij dit het geval was, liep uiteen van respectievelijk 17 september tot 15 oktober en 34 tot 48%. Evenals in eerder onderzoek blijkt dat bij gunstige omstandigheden de maximale voederwaardeopbrengst eerder wordt bereikt bij een hoger drogestofgehalte. Bij de conditie van het loof bleek dat het aantal groene bladeren waarbij productie maximaal was, in drie van de vier proeven lager was dan de in het huidige advies gehanteerde ondergrens van vijf groene bladeren.

De berekende optimale drogestofgehalten lagen in drie van de vier proeven aanzienlijk hoger dan het huidige adviestraject (28-35% drogestof), dat mede gebaseerd is op niet-teelt aspecten als conservering en opname en

benutting door het vee. De hoge optima zullen voor een belangrijk deel samenhangen met de gunstige groeiomstandigheden. Anderzijds is in vergelijking met eerder oogsttijdenonderzoek het rassensortiment ook vroeger geworden.

**Tabel 3** Datum en drogestofgehalte waarbij de VEM-opbrengst maximaal was

Proef	Datum	Drogestofgehalte (%)	Dagen na bloei	Groenheid (aantal bladeren > 50% groen)
Cran 2003	17/9	48,2	59	<sup>1</sup>
Lely 2003	29/9	40,7	69	3,4
Cran 2004	26/9	38,0	66	3,3
Lely 2004	15/10	34,1	69	5,2

<sup>1</sup> Optimum niet te berekenen omdat opbrengst bleef stijgen bij dalend aantal groene bladeren

### 2.3 Conclusies

- Er was geen wezenlijk verschil in het verloop van de belangrijkste opbrengst- en kwaliteitsparameters gedurende het oogsttraject tussen de verschillende rastypen.
- Er is geen verschil gevonden in oogstelasticiteit (verloop afrijping rond het optimum) tussen stay green- en dry-down typen. Ook zetmeel- en celwandtypen lieten een vergelijkbaar afrijpingspatroon zien.
- Gemiddeld over de rastypen werd de maximale voederwaardeopbrengst op het veld in drie van de vier proeven bereikt bij drogestofgehalten die aanzienlijk hoger lagen dan het huidige adviestraject (30-35%).
- Het aantal groene bladeren waarbij de productie maximaal was, was in drie van de vier proeven lager dan de in het huidige oogstadvies gehanteerde ondergrens van vijf groene bladeren.
- Enkel gelet op teeltaspecten (maximale voederwaardeopbrengst op veld) kan worden geconcludeerd dat onder gunstige omstandigheden bij een hoger drogestofgehalte kunnen worden geoogst (35-40%) dan de huidige bovengrens van 35%. Dit geldt echter alleen bij een oogst die voor 10 oktober valt. Vooral bij vroege rastypen kan zich een dergelijke situatie voordoen. Latere rastypen zullen een hoog drogestofgehalte in veel gevallen niet bereiken.

## 3 Conservering

### Inleiding

Momenteel is er een tabel beschikbaar waarin de relatie tussen het drogestofgehalte van de snijmaïs bij de oogst en de conserveringsverliezen aan drogestof en voederwaarde zijn weergegeven. Deze tabel dateert van eind jaren tachtig. In deze tabel wordt geen onderscheid gemaakt in rastypen. Het huidige rassenassortiment heeft een breder scala aan rastypen en wijkt nogal af van de rassen uit de periode waarin deze tabel is ontwikkeld. Het is dus goed mogelijk dat er een andere relatie bestaat tussen drogestofgehalte en inkuilverliezen en dat deze afhankelijk is van het rastype. Dit wordt ondersteund door geluiden vanuit de praktijk waar men maïs met een drogestofgehalte van rond de 32% inkuilt en er vervolgens veel perssap uit de kuil loopt, terwijl dit op basis van de huidige inzichten niet te verwachten is.

De laatste tijd is er als gevolg van structuurproblemen in het rantsoen bij melkkoeien een discussie gaande over de grotere haksellengte van snijmaïs. Een grotere haksellengte is kan echter ook van invloed zijn op de conservering.

Dit deelproject richt zich op het effect van verschillende rastypen en oogststadium op de conservering en conserveringsverliezen. Tevens zijn op één oogstmoment twee haksellengtes onderzocht. Ten slotte is op beperkte schaal ook nog gekeken naar het effect van de bewaarduur op de conservering.

### 3.1 Proefopzet en uitvoering

Het materiaal voor dit conserveringsonderzoek was afkomstig van het deelproject "Teelt". Voor dat onderzoek werden vier veldproeven aangelegd met elk acht verschillende rastypen die op vijf verschillende oogststadia werden geoogst (zie hoofdstuk 2). Materiaal van deze veldjes werd ingekuult in pvc minisilo's van circa 18 liter. De maïs werd gehakseld met een praktijkhakselaar die was afgesteld op een theoretische haksellengte van 6 mm. Op oogststadium T3 werd het inkuilresultaat vergeleken bij twee haksellengtes. Naast de 6 mm werd voor de grotere haksellengte de hakselaar afgesteld op 15 mm.

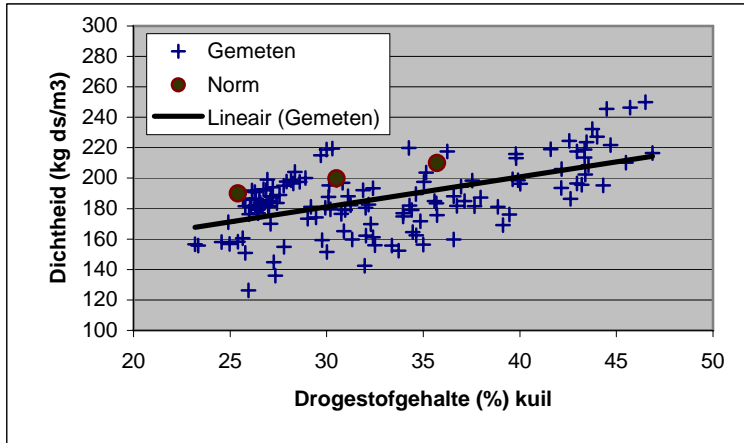
Het onderzoek naar de bewaarduur werd uitgevoerd met maïs van de voederproef op locatie Lelystad uit het onderdeel "Dierprestatie" (zie hoofdstuk 5). Daarbij werden een zetmeeltype en een energietype vergeleken bij twee drogestofgehaltenes, circa 30 en 35%. Naast de praktijkkuilen die voor de voederproef werden aangelegd werd ook materiaal ingekuult in minisilo's. Zowel de praktijkkuilen als de minisilokuilen werden bemonsterd na een inkuilperiode van 2 weken, 6 weken, 6 maanden en 1 jaar.

### 3.2 Resultaten

#### 3.2.1 Kuildichtheden

Op locatie Lelystad is in 2004 de dichtheid van alle kuilen bepaald. Daarnaast is op locatie Cranendonck in 2003 de dichtheid van de kuilen op de oogststadia T2, T4 en T5 en in 2004 op oogststadium T1 bepaald. De dichtheden zijn samen met de huidige norm, die worden gehanteerd voor een kuilhoogte van 1,5-2 m, uitgezet in figuur 3. De dichtheid van de kuilen in de minisilo's nam toe naarmate het drogestofgehalte van de kuil toenam. Deze relatie komt overeen met de huidige dichtheidsnormen in de praktijk. Het absolute niveau van de dichtheden in de minisilo's was echter ongeveer 20 kg ds/m<sup>3</sup> lager dan de praktijknormen die worden gehanteerd voor een kuilhoogte van 1,5-2 m ondanks dat met een gewicht van 30 kg getracht is om een kuilhoogte van circa 2 m na te bootsen.

**Figuur 3** Relatie tussen drogestofgehalte en dichtheid van maïskuilen

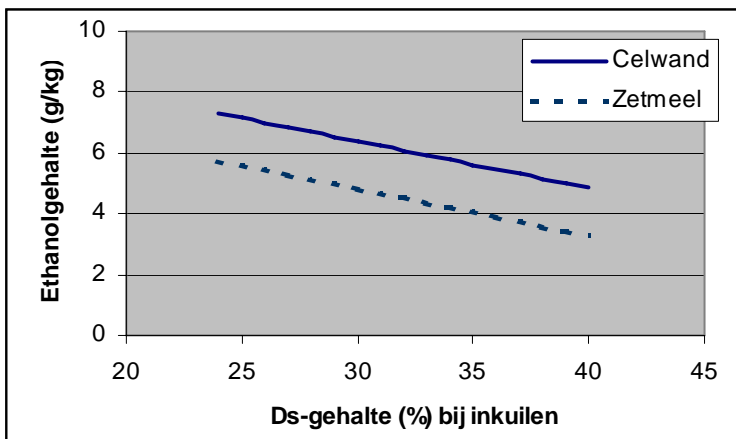


### 3.2.2 Conserveringsresultaat

Alle maïskuilen waren goed geconserveerd. Het hoogste gehalte aan boterzuur en ammoniak was respectievelijk 0,2 g/kg en 0,45 g/kg. Van de onderzochte fermentatieproducten bleek het gehalte aan melkzuur en azijnzuur nauwelijks afhankelijk te zijn van het oogststadium. Het gehalte aan ammoniak daalde steeg licht naarmate de maïs droger werd geogst terwijl het gehalte aan ethanol daalde van 6,5 tot 4 g/kg. Tussen de contrasterende rastypen zaten over het algemeen weinig verschillen in gehalten aan fermentatieproducten. Het grootste verschil zat tussen de beide energietypen. Hierbij was het ethanolgehalte van de celwandtypen 1,2 g/kg hoger dan van de zetmeeltypen (zie figuur 4).

Het rastype geen effect had op de pH van de kuilen. De pH was wel afhankelijk van het drogestofgehalte bij inkuilen van de maïs. De pH steeg gemiddeld van ruim 4,1 bij een drogestofgehalte van 24% tot bijna 4,3 bij een drogestofgehalte van 40%.

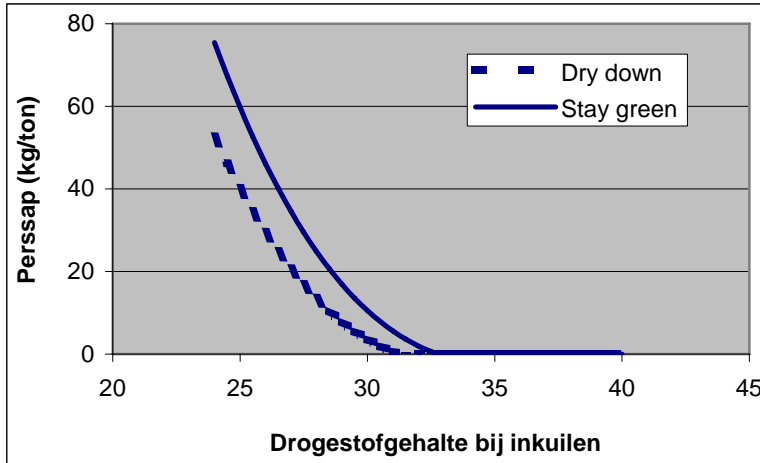
**Figuur 4** Relatie tussen drogestofgehalte bij inkuilen en ethanolgehalte van de kuil



### 3.2.3 Perssapverliezen

De hoeveelheid perssap die gedurende de conserveringsperiode vrijkwam was afhankelijk van het drogestofgehalte bij inkuilen. Gemiddeld begonnen de perssapverliezen bij circa 32% ds. De hoeveelheid perssap liep op tot gemiddeld 60-65 kg per ton verse maïs bij 24% ds. Tevens bleek de hoeveelheid perssap afhankelijk te zijn van het afrijpingstype. Bij het stay green type kwam eerder en meer perssap vrij dan bij het dry down type (zie figuur 5) Het verschil in hoeveelheid perssap was niet constant, maar afhankelijk van het ds-gehalte. De kritieke perssapgrens lag bij het dry down type op circa 31% ds en bij het stay green type op 32,5%. Bij elk perssapsniveau was het verschil tussen het dry down type en stay green type steeds 1,5% ds. M.a.w. door het stay green werd steeds eenzelfde hoeveelheid perssap geproduceerd als bij het dry down type bij een drogestofgehalte die 1,5% hoger lag.

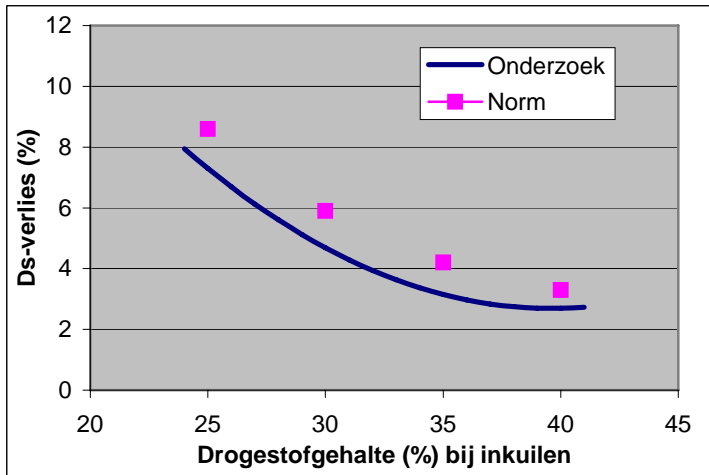
**Figuur 5** Relatie tussen drogestofgehalte bij inkuilen en hoeveelheid perssap



### 3.2.4 Drogestofverliezen

De drogestofverliezen waren duidelijk afhankelijk van het oogststadium/drogestofgehalte bij inkuilen maar niet van het rastype. In figuur 6 is het gemodelleerde verband weergegeven. Het ds-verlies daalde van 8% bij 24% ds tot bijna 3% bij 40% ds. Daarna lijkt het drogestofverlies licht toe te nemen. Mogelijk wordt bij inkuilen van droge mais meer lucht ingesloten als gevolg van een lagere dichtheid. De hogere perssapp verliezen van de stay green typen ten opzichte van de dry down typen geven bij een drogestofgehalte van 25% in theorie een hoger ds-verlies van 0,1%. Dit verschil bleek te klein om te kunnen leiden tot hogere aantoonbare drogestofverliezen. In figuur 6 is tevens de huidige norm voor drogestofverliezen weergegeven. In vergelijking hiermee was het verlies aan drogestof gemiddeld 1% lager.

**Figuur 6** Relatie tussen drogestofgehalte bij inkuilen en drogestofverliezen door conservering



### 3.2.5 Voederwaardeverliezen

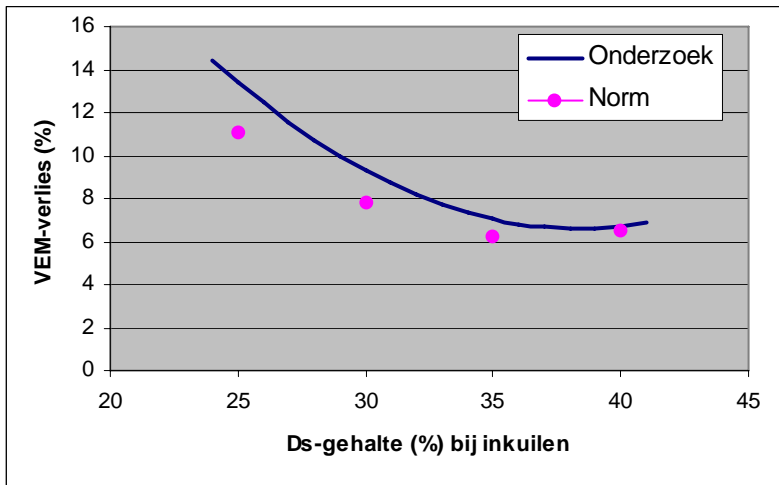
Bij het inkuilen worden de totale voederwaardeverliezen naast verliezen aan drogestof ook bepaald door een daling van de voederwaarde in de drogestof. De voederwaardeverliezen zijn daarom hoger dan de drogestofverliezen. In figuur 7 is de gemodelleerde relatie weergegeven tussen de voederwaardeverliezen en het drogestofgehalte bij inkuilen. De voederwaardeverliezen waren duidelijk afhankelijk van het drogestofgehalte. Het verlies aan voederwaarde daalde van ruim 13% bij 25% drogestof tot circa 6,5% bij 37-40% drogestof. Daarna lijkt het verlies aan voederwaarde weer licht toe te nemen.

Tussen de verschillende rastypen waren geen verschillen in verlies aan voederwaarde. Het verschil in perssappverliezen tussen het stay green type en dry down type komt dus net als bij de drogestofverliezen niet tot uiting in verschillen in verliezen aan voederwaarde.



In figuur 7 is tevens de bestaande norm voor voederwaardeverliezen weergegeven. De voederwaardeverliezen uit dit onderzoek bleken hier aardig mee overeen te komen. Alleen in nattere traject van 25 tot 30% was het verlies aan voederwaarde 1-2% hoger.

**Figuur 7** Relatie tussen drogestofgehalte bij inkuilen en voederwaardeverliezen bij inkuilen



### 3.2.6 Verandering zetmeelgehalte en celwandverteerbaarheid door inkuilen

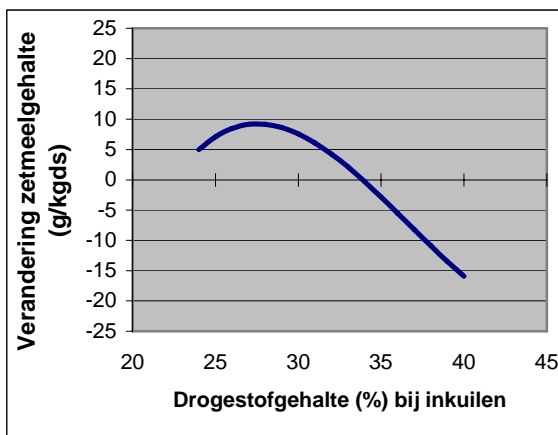
Naast de voederwaarde wordt ook het zetmeelgehalte en celwandverteerbaarheid als kwaliteitseigenschap weergegeven op de rassenlijst. Deze eigenschappen worden evenals de voederwaarde vóór inkuilen bepaald. Als gevolg van conservering veranderen de gehalten van deze eigenschappen.

De verandering van het zetmeelgehalte en de celwandverteerbaarheid als gevolg van inkuilen waren niet afhankelijk van het rastype.

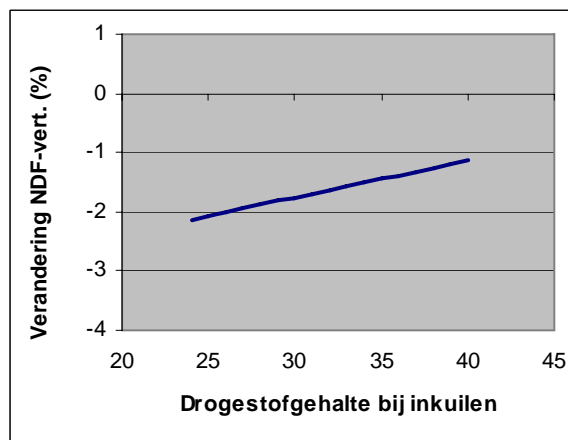
De verandering van het zetmeelgehalte bleek afhankelijk te zijn van het drogestofgehalte bij inkuilen (zie figuur 8). In het traject van 25 tot 30% ds bleek het zetmeelgehalte na inkuilen 5-10 g/kg ds hoger dan voor inkuilen. Daarna daalde het verschil. Bij 40% ds was het zetmeelgehalte na inkuilen gemiddeld 15 g/kg ds lager dan voor inkuilen.

De verandering van de celwandverteerbaarheid bleek, hoewel beperkt, ook afhankelijk te zijn van het drogestofgehalte bij inkuilen (zie figuur 9). Bij 25% ds was de celwandverteerbaarheid na inkuilen gemiddeld 2% lager dan voor inkuilen. Bij 40% ds was de afname gemiddeld 1%.

**Figuur 8** Relatie tussen verandering in zetmeelgehalte door conservering en het drogestofgehalte bij inkuilen



**Figuur 9** Relatie tussen verandering in celwandverteerbaarheid door conservering en het drogestofgehalte bij inkuilen



### 3.2.7 Haksellengte

Het drogestofgehalte bij inkuilen van de maïs die voor dit onderzoek is gebruikt was gemiddeld 34% en varieerde van 30 tot 37%.

Uit de resultaten van locatie Lelystad 2004 de dichtheid kon een vergelijking worden gemaakt tussen de beide haksellengtes (6 en 15 mm). Hieruit bleek dat de dichtheid van de kuilen met een haksellengte van 6 mm 5-10% groter was dan van de kuilen met een haksellengte van 15 mm (zie tabel 4).

**Tabel 4** Effect haksellengte op de kuildichtheid

Dichtheid	Haksellengte	
	6 mm	15 mm
Vers (kg/m <sup>3</sup> )	560	508
Droge stof (kg ds/ m <sup>3</sup> )	173	162

Binnen het onderzochte drogestof traject was er praktisch geen verschil in conservering tussen de kuilen met een haksellengte van 6 en 15 mm (zie tabel 5). Zowel de pH als de verschillende fermentatieproducten vertoonden nauwelijks verschillen. Ook waren er geen aantoonbare verschillen tussen de verliezen aan drogestof en voederwaarde (VEM).

**Tabel 5** Effect haksellengte op conservering en verliezen

	Haksellengte	
	6 mm	15 mm
Ds-gehalte bij inkuilen	34.0	34.1
Ds verlies	4.8	4.5
VEM verlies	5.3	6.2
pH	4.21	4.24
Melkzuur	19.3	19.5
Azijnzuur	4.7	4.9
Ethanol	4.2	4.3
NH <sub>3</sub> -fractie	4.7	4.5

### 3.2.8 Effect van bewaarduur

Het effect op de bewaarduur werd niet beïnvloed door het rastype en afrijpingsstadium. De gemiddelde resultaten van de bewaarduurproef staan in tabel 6. Het grootste deel, 60-70%, van de fermentatieproducten (melkzuur, azijnzuur en ethanol) werd in de eerste twee weken na inkuilen gevormd. In deze periode daalde het suikergehalte van de kuilen van gemiddeld 70 tot 8 g/kg ds.

In de periode van 2 weken tot een half jaar na inkuilen nam het gehalte aan met name melkzuur en azijnzuur nog licht toe. In de periode daarna tot een jaar na inkuilen lijkt op het gehalte aan melkzuur wat te dalen en het gehalte aan azijnzuur wat te stijgen. Dit was echter alleen gemeten in de minisilo's en kon niet worden bevestigd door ander onderzoek.

**Tabel 6** Effect van bewaarduur op conservering en voederwaarde

	Bewaarduur (dagen)					Lsd (5%)
	0	14	42	180	365 <sup>1</sup>	
Melkzuur (g/kg)	0,1	10,2	12,4	15,9	10,4	3,54
Azijnzuur (g/kg)	0,2	3,3	3,5	5,0	12,0	1,64
Ethanol (g/kg)	0,2	1,8	2,0	2,1	2,5	0,62
Suiker (g/kg ds)	72	8	7	8	26	13,8
Zetmeel (g/kg ds)	335	320	316	318	308	28,0
Vc-os (%)	78,0	76,0	74,4	75,1	71,8	2,08
NDF-vert (%) <sup>2</sup>	54,9	52,5	51,3	50,2	-	1,14

<sup>1</sup> Alleen onderzocht in de minisilo's

<sup>2</sup> Alleen onderzocht in de praktijkkuilen

### 3.3 Conclusies

- In het algemeen zat er weinig verschil in conservering tussen de verschillende rastypen. Alleen tussen de contrasterende energietypen zat een klein verschil in het gehalte aan totaal fermentatieproducten. Het gehalte was bij de zetmeeltypen iets hoger dan bij de celwandtypen en werd met name veroorzaakt door het ethanolgehalte.
- Het oogststadium van de maïs was beperkt van invloed op conservering. Het gehalte aan ethanol daalde naarmate de maïs droger werd ingekuild, terwijl het gehalte aan NH<sub>3</sub>-N licht steeg. De effecten hadden echter geen invloed op de beoordeling van het conserveringsresultaat. De pH steeg licht naarmate de maïs droger werd ingekuild.
- De hoeveelheid perssap werd naast het drogestofgehalte bij inkuilen ook beïnvloed door het afrijpingstype. De perssapgrens lag bij stay green typen gemiddeld bij 32,5% ds (bij inkuilen) en bij de dry down typen bij 31% ds. Daarnaast produceerden de staygreentypen bij eenzelfde drogestofgehalte meer perssap. Wanneer de maïs werd ingekuild bij 28% droge stof, produceerde het dry down type 14 kg perssap per ton en het stay green type 25 kg per ton.
- Er was geen effect van rastype op de drogestof- en voederwaardeverliezen door inkuilen. Deze waren wel afhankelijk van het drogestofgehalte bij inkuilen. Het gemiddelde niveau van de drogestofverliezen uit dit onderzoek lag circa 1% lager dan de bestaande norm. Het niveau van de voederwaardeverliezen was echter bij lagere drogestofgehaltes iets hoger. De resultaten van het onderzoek geven gemiddeld geen aanleiding om de bestaande verliesnormen bij inkuilen aan te passen.
- In het traject van 30 tot 37% drogestof bij inkuilen was er geen verschil in conserveringsverliezen tussen een theoretische haksellengte van 6 en 15 mm. De dichtheid van de kuilen met 6 mm haksellengte was wel 5 tot 10% hoger. Een hogere dichtheid betekent over algemeen minder kans op broei. Een haksellengte van 6 mm verdient daarom de voorkeur.
- De verandering in zetmeelgehalte en celwandverteerbaarheid door inkuilen was niet afhankelijk van het rastype, maar wel van het drogestofgehalte bij inkuilen. Bij natte kuilen tot 30% droge stof steeg het zetmeelgehalte met 5-10 g/kg ds en daalde de celwandverteerbaarheid met circa 2%. Bij droge kuilen van 40% ds daalde het zetmeelgehalte met 15 g/kg ds en daalde de celwandverteerbaarheid met circa 1%.
- Zowel de verandering in zetmeelgehalte als de verandering in celwandverteerbaarheid waren niet afhankelijk van het rastype. Samen met het feit dat ook de drogestof- en de voederwaardeverliezen niet afhankelijk waren van het rastype kan geconcludeerd worden dat de rasvolgorde zoals die in de rassenlijst staat vermeld wat betreft voederwaardering niet veranderd als gevolg van inkuilen.
- Het effect van de bewaarduur op de conservering en voederwaarde werd niet beïnvloed door het rastype en het oogststadium. Het grootste deel van het conserveringsproces vindt plaats binnen 2 weken na inkuilen. De rest van het conserveringsproces vindt plaats binnen 6 weken na inkuilen. Er kan vanuit worden gegaan dat daarna de kuil stabiel is. Voor de praktijk betekent dat het huidige advies om een snijmaïskuil minimaal vier weken dicht te laten voordat er begonnen wordt met voeren, niet aangepast hoeft te worden.
- Ten slotte dient nog opgemerkt te worden dat verschillende resultaten gerelateerd worden aan drogestofgehalte bij inkuilen. Als gevolg van het inkuilproces daalt het drogestofgehalte in het normale oogsttraject circa 1,5%. De praktijk ziet op de kuilanalyses het drogestofgehalte na inkuilen. Bij de interpretatie van de resultaten naar de praktijk toe dient men hier rekening mee te houden.

## 4 Afbraakkarakteristieken van zetmeel en celwanden

### Inleiding

De problemen om te komen tot een juiste inschatting van de kwaliteit van zetmeel in krachtvoerders bestaan zeker ook voor zetmeel in maïs en maïssilage. Ook voor zetmeel in snijmaïs kan getwijfeld worden aan de juistheid van nylonzakjesgegevens, doordat ook bij snijmaïs de oplosbare fractie overschat wordt. De kwaliteit van snijmaïs wordt in de rassenlijst o.a. gewaardeerd naar kolfaandeel (= zetmeelgehalte) en celwandverteerbaarheid. Er wordt hierbij geen rekening gehouden met de kwaliteit van het zetmeel en de afbraaksnelheid van de celwanden. Voor zetmeel betekent dit dat niet bekend is welk deel van het zetmeel bestendig is en wat de fermentatiesnelheid van het onbestendige deel is. Evenmin is bekend welke rasverschillen er bestaan ten aanzien van zetmeelkwaliteit en hoe de zetmeelkwaliteit verandert gedurende het groeiseizoen. Veranderingen in zetmeelkwaliteit moeten geïntegreerd worden met veranderingen in celwandkwaliteit (mate en snelheid van afbraak in de pens) om te komen tot een juiste inschatting van de snijmaïskwaliteit.

Het onderzoek naar de fermentatiekarakteristieken van zetmeel en celwanden in snijmaïs richtte zich op:

1. Invloed van rastype en oogststadium
2. Invloed van haksellengte
3. Invloed van bewaarduur van maïssilage

Monstervoorbehandeling van de monsters is voor dit onderzoek van wezenlijk belang. Verschillen in met name zetmeelafbreekbaarheid kunnen genivelleerd worden door het drogen. Daarom is in eerste instantie onderzocht wat de invloed van voorbehandeling (vers, drogen, malen, invriezen) van snijmaïsmonsters is op de fermentatiekenmerken van de gehele plant en de korrels en restplant afzonderlijk, zowel voor als na inkuielen, gemeten met de gasproductietest. Uit dit onderzoek is geconcludeerd dat voor de rest van het onderzoek de monsters het best gemalen en gevriesdroogd kunnen worden. De resultaten van het onderzoek staan uitgebreid beschreven in PraktijkRapport 87.

### 4.1 Invloed van rastype en oogststadium

#### 4.1.1 Proefopzet en uitvoering

Het materiaal voor dit onderzoek was afkomstig van de deelprojecten "Teelt" (zie hoofdstuk 2) en "Conservering" (zie hoofdstuk 3). Het onderzoek werd uitgevoerd met het monstermateriaal van locatie Lelystad 2003. Daarbij is gebruik gemaakt van dezelfde rastypen (R1 – R8) en oogststadia (T1 – T5). Het in-vitro-onderzoek werd uitgevoerd met vier zetmeelrijke rastypen (R1, R3, R5 en R7) en drie oogsttijdstippen (T1, T3 en T5). De monsters werden in duplo geanalyseerd met de gasproductietest. Aanvullend werd materiaal van de 12 objecten gescheiden in korrels uit de kolf en restplant. De zetmeelhoudende korrels uit de kolf en de restplant werden afzonderlijk geanalyseerd (in duplo) met de gasproductietest. Van een selectie van acht kolfmonsters (uiterste oogstdata van de vier maïstypen) werd de fermentatiekinetiek van zetmeel, bepaald met de gasproductietest, gecontroleerd door middel van extra zetmeelbepalingen tijdens de fermentatie. Daarnaast werd van alle 12 korrelmonsters via incubatie met pepsine-HCl en pancreatine de mate van zetmeelvertering in vitro op het niveau van de dunne darm vastgesteld. Daarnaast werden van de genoemde 12 objecten (verse gewasmonsters) de bijbehorende objecten uit het conserveringsonderzoek onderzocht met de gasproductietechniek.

#### 4.1.2 Resultaten

##### Gasproductietechniek

Uit de resultaten van het onderzoek naar de fermentatiekarakteristieken van de gehele plant (kolf + restmateriaal) blijkt dat het oogsttijdstip een significant effect had op het zetmeelgehalte, gasproductie na 20 uur (GP20), mate van fermentatie van de oplosbare fractie (A1), van de onoplosbare fractie (A2), de fractionele fermentatiesnelheid (Rmax2) en op de fermentatiesnelheid (B2) (zie tabel 7). De effecten van het rastype waren minder uitgesproken. Het rastype had geen effect op A2 en slechts beperkt op fermentatiesnelheid (B2). Het rastype had wel een effect op zetmeelgehalte, GP20, A1 en Rmax2. De combinatie oogsttijdstip x ras was alleen significant voor A1 en Rmax2. We concluderen dat het oogsttijdstip een zeer grote invloed had op de gasproductieparameters voor de gehele plant (kolf + restplant).

**Tabel 7** Gasproductieparameters van niet ingekuilde snijmaïsmoesters van de gehele plant, inclusief kolf

Oogst- stadium	Ras	Zetmeel g/kg DS	GP20	A1	A2	B2	Rmax2
T1	R1	152	242,8	52,0	190,8	7,65	0,179
	R3	183	238,2	46,0	192,5	7,61	0,190
	R5	140	256,0	65,7	190,3	7,61	0,165
	R7	193	241,8	49,4	192,4	7,70	0,191
T3	R1	364	256,4	30,6	225,8	7,56	0,272
	R3	331	257,2	30,7	226,5	7,62	0,271
	R5	321	270,6	41,2	229,4	7,62	0,239
	R7	346	257,0	32,7	224,3	7,76	0,262
T5	R1	353	247,8	25,1	222,7	7,79	0,289
	R3	405	256,6	27,6	229,0	7,90	0,270
	R5	379	263,8	31,1	232,7	7,66	0,280
	R7	380	259,3	31,3	228,0	7,89	0,281
<i>LSD</i>		-	<i>10,4</i>	<i>5,5</i>	<i>6,5</i>	<i>0,21</i>	<i>0,017</i>
T1	-	167	244,7	53,3	191,4	7,64	0,181
T3	-	341	260,3	33,8	226,5	7,64	0,261
T5	-	379	256,8	28,8	228,1	7,81	0,280
<i>LSD</i>		<i>18</i>	<i>5,2</i>	<i>2,7</i>	<i>3,3</i>	<i>0,11</i>	<i>0,009</i>
-	R1	290	249,0	35,9	213,1	7,67	0,247
-	R3	306	250,6	34,8	215,9	7,71	0,244
-	R5	280	263,4	46,0	217,5	7,63	0,228
-	R7	306	252,7	37,8	214,9	7,78	0,245
<i>LSD</i>		<i>21</i>	<i>6,0</i>	<i>3,2</i>	<i>3,8</i>	<i>0,12</i>	<i>0,010</i>
Effect oogststadium		***	***	***	***	**	***
Effect ras		*	**	***	NS	#	**
Oogststadium x ras		-	NS	*	NS	NS	*

NS :  $P \geq 0,1$ , # :  $P < 0,1$ , \* :  $P < 0,05$ , \*\* :  $P < 0,01$ , \*\*\* :  $P < 0,001$

De gasproductieresultaten voor alleen de kolven zijn weergegeven in tabel 8. Ze laten zien dat het oogsttijdstip een significant effect had op het zetmeelgehalte en mate en snelheid van fermentatie (GP20, A1, A2, Rmax2 en B2). De effecten van het rastype waren ook hier minder uitgesproken. Het rastype had geen effect op B2 en slechts beperkt op het zetmeelgehalte. Het rastype had wel een effect op mate van fermentatie (GP20, A1, A2) en Rmax2. De combinatie oogsttijdstip x ras had geen significant effect op gasproductiesnelheid (B2). Zowel het oogsttijdstip als het ras en de interactie daartussen hadden een significant effect op de zetmeelafbraak, berekend uit zetmeelgehalte en gasproductie. Geconcludeerd kan worden dat met name het oogsttijdstip een zeer grote invloed had op de gasproductieparameters voor de kolfmonsters. De jongere monsters hadden een hogere A1, hetgeen duidt op meer snel fermenteerbare suikers. Op latere oogsttijdstippen was het zetmeelaandeel duidelijk hoger, hetgeen tot uiting kwam in grotere waarden voor A2. De hogere waarden van B2 bij latere oogsttijdstippen duidt op een langzamere afbraak, hetgeen ook blijkt uit de afgenomen berekende zetmeelafbraak of anders gezegd een toegenomen bestendigheid (100-zetmeelafbraak %). De berekende bestendigheid steeg van 22,9% bij T1 tot 38,1% bij T5.

**Tabel 8** Gasproductieparameters van de kolfmonsters en de berekende zetmeelfermentatie na 10 uur incubatie

Oogst- stadium	Ras	Zetmeel g/kg ds	GP20	A1	A2	B2	Rmax2	Zetmeelafbraak na 10 h (%)
T1	R1	402	290,2	47,1	243,1	7,09	0,312	77,6
	R3	447	311,9	44,9	267,0	7,31	0,317	78,5
	R5	375	301,0	54,1	246,9	7,28	0,263	81,8
	R7	480	291,8	36,4	255,4	7,32	0,343	70,4
T3	R1	665	306,9	27,9	279,0	7,31	0,416	63,9
	R3	593	315,2	29,4	285,8	7,68	0,378	67,9
	R5	625	309,1	31,6	277,5	7,52	0,386	65,9
	R7	636	310,4	24,0	286,4	7,67	0,402	64,4
T5	R1	660	313,9	23,9	290,0	7,80	0,389	63,2
	R3	649	309,8	22,1	287,8	7,83	0,365	61,7
	R5	638	304,8	25,3	279,6	7,54	0,369	62,7
	R7	643	307,4	24,6	282,8	7,93	0,343	60,2
<i>LSD</i>		-	<i>10,4</i>	<i>3,8</i>	<i>8,3</i>	<i>0,46</i>	<i>0,023</i>	<i>2,6</i>
T1	-	426	298,7	45,6	253,1	7,25	0,309	77,1
T3	-	630	310,4	28,2	282,2	7,54	0,395	66,5
T5	-	648	309,0	23,9	285,0	7,77	0,366	61,9
<i>LSD</i>		<i>29</i>	<i>5,2</i>	<i>1,9</i>	<i>4,2</i>	<i>0,23</i>	<i>0,012</i>	<i>1,3</i>
-	R1	576	303,6	32,9	270,7	7,40	0,372	68,2
-	R3	563	312,3	32,1	280,2	7,61	0,353	69,4
-	R5	546	305,0	37,0	268,0	7,44	0,339	70,1
-	R7	586	303,2	28,3	274,9	7,64	0,363	65,0
<i>LSD</i>		<i>33</i>	<i>6,0</i>	<i>2,2</i>	<i>4,8</i>	<i>0,27</i>	<i>0,013</i>	<i>1,5</i>
Effect oogststadium		***	***	***	***	**	***	***
Effect ras		#	*	***	***	NS	**	***
Oogststadium x ras		-	*	**	*	NS	***	**

NS :  $P \geq 0,1$ , # :  $P < 0,1$ , \* :  $P < 0,05$ , \*\* :  $P < 0,01$ , \*\*\* :  $P < 0,001$

Voor alleen de restplant (plant zonder kolf) had het oogsttijdstip een significant effect op alle bepaalde parameters en ook het rastype had in alle gevallen een significant effect op de gasproductieparameters (zie tabel 9). De combinatie van oogsttijdstip en ras was niet significant voor de meeste parameters. Conclusie: zowel het oogsttijdstip als het rastype hadden een grote invloed op de gasproductieparameters voor de monsters restplant. De jongere monsters hadden een hogere A1, wat duidt op meer snel fermenteerbare suikers, en een iets hogere A2, wat duidt op beter afbreekbare celwanden. Ook de lage waarde van B2 op T1 duidt op een snellere afbraak voor de jongere monsters, dus op een lagere zetmeelbestendigheid.

**Tabel 9** Gasproductieparameters van de monsters restplant

Oogststadium	Ras	GP20	A1	A2	B2	Rmax2
T1	-	210,0	52,1	157,9	8,47	0,134
T3	-	193,0	38,3	154,8	9,05	0,139
T5	-	190,7	43,3	147,4	9,40	0,131
<i>LSD</i>		<i>6,3</i>	<i>2,9</i>	<i>4,8</i>	<i>0,15</i>	<i>0,003</i>
-	R1	190,2	40,1	150,1	9,34	0,131
-	R3	193,2	39,2	154,0	8,96	0,137
-	R5	211,1	52,8	158,3	8,84	0,138
-	R7	197,0	46,1	151,0	8,76	0,134
<i>LSD</i>		<i>7,2</i>	<i>3,3</i>	<i>5,6</i>	<i>0,17</i>	<i>0,003</i>
Effect oogststadium		***	***	**	***	***
Effect ras		***	***	*	***	**
Oogststadium * ras		NS	NS	#	#	NS

NS : P≥0,1, # : P<0,1, \* : P<0,05, \*\* : P<0,01, \*\*\* : P<0,001

### Enzymatische afbraak zetmeel

De gevriesdroogde en gemalen kolfmonsters werden 1 uur geïncubeerd met pepsine-HCl en vervolgens 3 uur met pancreatine om respectievelijk de maag en de dunne darm van eenmagige dieren te simuleren. De resultaten in tabel 10 geven een zelfde beeld als in tabel 8: naarmate er later geoogst wordt, neemt de afbreekbaarheid van zetmeel af. Ook waren er significante verschillen tussen de vier onderzochte rassen.

**Tabel 10** Enzymatische zetmeelafbraak van verse kolfmonsters na 1 uur voorincubatie met pepsine-HCl en 3 uur incubatie met pancreatine

Oogststadium	Ras	Zetmeelafbraak (%)
T1	R1	66,5
	R3	63,7
	R5	69,0
	R7	55,6
T3	R1	57,9
	R3	57,6
	R5	58,4
	R7	52,4
T5	R1	51,3
	R3	47,4
	R5	55,0
	R7	48,2
<i>LSD</i>		<i>2,1</i>
T1	-	63,7
T3	-	56,6
T5	-	50,5
<i>LSD</i>		<i>1,1</i>
-	R1	58,6
-	R3	56,2
-	R5	60,8
-	R7	52,1
<i>LSD</i>		<i>1,2</i>
Effect oogststadium		***
Effect ras		***
Oogststadium * ras		***

NS : P≥0,1, # : P<0,1, \* : P<0,05, \*\* : P<0,01, \*\*\* : P<0,001

**Afbraak maïsmonsters na inkuilen**

Maïs werd geoogst met een hakselaar (6 mm) en vervolgens 8 weken ingekuild in laboratoriumsilo's, gevriesdroogd en gemalen over 1 mm. Bij de kuilmonsters was er een significant effect van het oogsttijdstip op de gasproductie na 20 uur incubatie (GP20) en op de mate van fermentatie van de oplosbare fractie (A1) en de onoplosbare fractie (A2). A1 werd negatief beïnvloed door het later oogsten, terwijl A2 positief werd beïnvloed door veroudering. Er was een matig significant effect van oogsttijdstip op B2, wat een maat is voor de afbraaksnelheid. Opvallend is dat er een significant effect was van oogsttijdstip op Rmax2, eveneens een maat voor de snelheid van afbraak. Voor de kuilmonsters was er alleen een duidelijk significant effect van het rastype op GP20 en A2. Dit leidde tot een lagere bestendigheid van het zetmeel van rastype R5 ( 30.3%) ten opzichte van de andere (37,5–40%). Er was geen significant effect van het oogsttijdstip x rastype.

Vergelijking van de resultaten van de kuilmonsters met de resultaten van de niet-ingekeurde monsters van de gehele plant laten zien dat het oogsttijdstip dezelfde effecten had op het verse materiaal als op het ingekeurde materiaal. Ook de effecten van het rastype waren vergelijkbaar. Deze resultaten laten zien dat de verschillen in eigenschappen tussen verschillende monsters blijven bestaan na het inkuilen. Ook de enzymatische bepaalde zetmeelafbraak van de ingekeurde monsters kwam redelijk goed overeen met die van de niet-ingekeurde monsters.

**Tabel 11** Gasproductieparameters en berekende zetmeelfermentatie na 10 uur incubatie van snijmaïskuil

Oogststadium	Ras	Zetmeel g/kg DS	GP20	A1	A2	B2	Rmax2	Zet. ferm. na 10 h
T1	R1	178	220,9	36,5	184,4	8,72	0,218	61,6
	R3	192	231,3	34,9	196,4	8,47	0,217	65,9
	R5	147	235,3	37,4	197,9	8,53	0,211	79,6
	R7	199	229,2	29,9	199,3	8,35	0,256	67,9
T3	R1	339	252,8	23,8	229,0	8,37	0,308	61,6
	R3	343	241,1	21,4	219,7	8,23	0,312	56,9
	R5	314	251,4	26,2	225,3	8,18	0,306	64,3
	R7	329	241,2	26,5	214,7	8,00	0,324	62,8
T5	R1	364	246,4	20,0	226,4	8,38	0,329	57,0
	R3	343	247,3	18,6	228,7	8,20	0,325	59,7
	R5	347	258,1	23,7	234,5	8,02	0,313	65,1
	R7	354	234,5	21,4	213,2	7,96	0,305	56,8
<i>LSD</i>		-	<i>11,8</i>	<i>5,7</i>	<i>11,1</i>	<i>0,65</i>	<i>0,025</i>	<i>9,7</i>
T1	-	179	229,1	34,7	194,5	8,51	0,225	68,7
T3	-	331	246,6	24,4	222,2	8,19	0,312	61,4
T5	-	352	246,6	20,9	225,7	8,14	0,318	59,6
<i>LSD</i>		<i>11</i>	<i>5,9</i>	<i>2,8</i>	<i>5,5</i>	<i>0,32</i>	<i>0,013</i>	<i>4,9</i>
-	R1	294	240,0	26,8	213,3	8,49	0,285	60,0
-	R3	293	239,9	25,0	214,9	8,30	0,284	60,8
-	R5	269	248,3	29,1	219,2	8,24	0,277	69,7
-	R7	294	234,9	25,9	209,0	8,10	0,295	62,5
<i>LSD</i>		<i>13</i>	<i>6,8</i>	<i>3,3</i>	<i>6,4</i>	<i>0,37</i>	<i>0,015</i>	<i>5,6</i>
Effect oogststadium		***	***	***	***	#	***	**
Effect ras		**	**	#	*	NS	NS	*
Oogststadium x ras		-	#	NS	*	NS	*	NS

NS : P≥0,1, # : P<0,1, \* : P<0,05, \*\* : P<0,01, \*\*\* : P<0,001

**4.2 Invloed van haksellengte**

*4.2.1 Proefopzet en uitvoering*

In dit deel van het onderzoek is onderzocht wat het effect is van twee verschillende haksellengtes (6 en 15 mm) op de fermentatiekarakteristieken, zoals bepaald met de gasproductietechniek. Bij dit deel van het onderzoek werd aangesloten bij het conserveringsonderzoek (zie hoofdstuk 3), zodat alleen op T3 de vergelijking tussen de



beide haksellengtes werd onderzocht. Alle acht rastypen (R1 t/m R8) zijn onderzocht. Planten werden geoogst en gehakseld op een theoretische haksellengte van 6 en 15 mm. Het gehakselde materiaal is vervolgens ingekuild in minisilo's. Na 8 weken werden de kuilen bemonsterd en de monsters gingen in de vriezer. Het materiaal werd niet gemalen en gedroogd voor analyse. Het was de bedoeling om van deze labkuiltjes ook de korrels en de restplant te scheiden en afzonderlijk te analyseren.

#### 4.2.2 Resultaten

Uit de resultaten bleek dat hakselen op 6 mm of op 15 mm en vervolgens 8 weken inkuilen geen effect had op de fermentatiekarakteristieken, zoals gemeten met de gasproductietechniek. Omdat het hier gaat om niet gemalen materiaal werd wel veel grotere spreiding in resultaten verkregen dan bij de gedroogde en gemalen monsters. Er werden wel kleine significante raseffecten waargenomen voor A1, Rmax2 en de berekende zetmeelafbraak na 10 uur incubatie. De verschillen waren echter zeer gering en geven geen aanleiding voor een voorkeur voor een bepaalde haksellengte.

### 4.3 Invloed bewaarduur maïssilage

#### 4.3.1 Proefopzet en uitvoering

Om duidelijkheid te krijgen over het verloop van de fermentatiekarakteristieken in maïskuilen werden de fermentatiekarakteristieken bepaald met de gasproductietechniek na verschillende inkuilperiodes. Hierdoor kregen we inzicht in het effect van de duur van conservering (ouderdom van de kuil) op de afbraakkarakteristieken. Bij dit deel van het onderzoek werd wederom aangesloten bij het conserveringsonderzoek (zie hoofdstuk 3). De rastypen R2 en R3 zijn op twee oogststadi (circa 30 en 36% ds) geoogst en ingekuild in praktijkkuilen en minisilo's.

Van vier praktijkkuilen en de vier bijbehorende minisilokuilen werden de fermentatiekarakteristieken van de gehele plant, zetmeelhoudende korrels uit de kolf en restplant bepaald na respectievelijk 1 dag, 14 dagen, 6 weken en 6 maanden na inkuilen. De monsters werden gevriesdroogd en gemalen over 1 mm voor de analyses, conform de uitkomsten van deel 1 van het onderzoek.

#### 4.3.2 Resultaten

De experimenten werden uitgevoerd met rastypen R2 en R3. Er bleken geringe verschillen te bestaan in fermentatiesnelheid tussen rastype R2 en R3. Rastype R3 fermenteerde iets sneller dan rastype R2. Conform eerdere resultaten was de fermentatiesnelheid van de jonge monsters (T2) iets hoger dan van de oudere monsters (T4). Bewaarduur van de kuilen had geen invloed op de mate van fermentatie (A1 en A2) en de snelheid van fermentatie (B2). Alleen de niet ingekulde monsters (0 dagen inkuilen) hadden een iets hogere waarde voor A1, wat verklaard kan worden doordat de suikers in deze kuilen nog niet verbruikt waren door het inkuilproces.

### 4.4 Conclusies

Bij de conclusies merken we op dat het in-vitro-onderzoek heeft plaatsgevonden met alleen de maïsmoesters van de locatie Lelystad, geoogst in 2003. Ook zijn slechts de vier zetmeelrijke rastypen onderzocht op drie oogsttijdstippen. Er kan dus beperkt waarde aan de uitkomsten worden gehecht.

#### Oogsttijdstip

- Veroudering van de planten leidt tot een lagere fermentatie van de oplosbare fractie en tot een hogere fermentatie van de niet-oplosbare fractie.
- Bij veroudering wordt de niet-oplosbare fractie (de celwanden en het zetmeel) minder snel afbreekbaar. Voor zowel de gehele plant, de kolf (zetmeel) als de restplant (NDF) geldt dat de snelste fermentatie werd waargenomen in het jongste materiaal en de langzaamste fermentatie in het oudste materiaal. Er was een minder eenduidige invloed van oogsttijdstip op de mate van fermentatie. Een hogere zetmeelafbraak werd ook met de enzymatische methode gevonden bij de jongste monsters.

- Bij een langzamere fermentatie mogen we aannemen dat een groter deel van het zetmeel bestendig is en de pens onafgebroken verlaat. Op dit moment zijn er geen goede rekenregels om de zetmeelbestendigheid uit de gasproductietest af te leiden, daar een en ander ook afhankelijk is van de passagesnelheid die alleen in het dier gemeten kan worden. Als maat voor de bestendigheid kan ook de zetmeelafbraak na 10 uur incubatie in de pens genomen worden. Bij het vroegste oogststadium (circa 24% ds) was de bestendigheid dan 22,9% en bij het laatste oogststadium (circa 40% ds) 38,1%. Algemeen is de aanname dat bestendig zetmeel in de dunne darm wordt afgebroken. Dat is echter niet zeker.

### **Rastype**

- Er was geen eenduidig effect van rastype op zowel mate als snelheid van fermentatie, hoewel puur statistisch hier en daar wel significante verschillen werden waargenomen. Ook in zetmeelbestendigheid werden geen eenduidige verschillen gevonden tussen de verschillende rastypen. De berekende bestendigheid van rastype R5 lijkt met name op basis van het ingekuilde materiaal wat lager dan van de overige rastypen. Om meer duidelijkheid te krijgen over de verschillen tussen de rastypen is meer systematisch onderzoek nodig.

### **Inkuilen**

- Vergelijking van de resultaten van de kuilmonsters met de resultaten van de niet-ingekuilde monsters van de gehele plant laten zien dat het oogsttijdstip dezelfde effecten had op het verse materiaal als op het ingekuilde materiaal. Ook de effecten van het rastype waren vergelijkbaar. Deze resultaten laten zien dat de verschillen in eigenschappen tussen verschillende monsters blijven bestaan na het inkuilen. Ook de enzymatische bepaalde zetmeelafbraak van de ingekuilde monsters kwam redelijk goed overeen met die van de niet-ingekuilde monsters.
- De duur van de inkuilperiode had geen invloed op de mate en snelheid van fermentatie, zoals in vitro gemeten met de gasproductietechniek.

### **Invloed haksellengte**

- Haksellengte (6 versus 15 mm) had geen invloed op zowel de mate als snelheid van fermentatie.

## 5 Opname en productie

In dit deelproject zijn twee voederproeven uitgevoerd waarin de effecten van afrijpingstype dry-down of stay-green (paragraaf 5.1) en het effect van het zetmeel- of celwandenergietype bij twee oogststadia (paragraaf 5.2) zijn onderzocht.

### 5.1 Voederproef 1: Het effect van afrijpingstype op de voeropname en melkproductie

De laatste jaren wordt veel aandacht geschonken aan het verschil in afrijpingspatroon van snijmaïs. Dit verschil wordt meestal aangeduid met “dry-down” en “stay-green”. Bij het dry-down type neemt tijdens de afrijping het drogestofgehalte van zowel de restplant als de kolf ongeveer gelijkmatig toe. Bij het stay-green type neemt tijdens de afrijping het drogestofgehalte in de kolf sneller toe dan in de restplant. Bij hetzelfde drogestofgehalte in gehele plant, heeft een dry-down type een hoger drogestofgehalte in de restplant dan een stay-green type. Tevens hebben de planten van een dry-down type op dat moment minder groene bladeren en zijn de kolven minder ver afgerijpt dan een van stay-green type. In de praktijk brengt men stay-green vaak in verband met een groener, dus frisser en smakelijker gewas. Omdat veroudering van de planten gepaard gaat met een afname van de verteerbaarheid, wordt vaak gedacht dat de restplant van stay-green typen beter verteerbaar is dan van dry-down typen. Ook het verschil in de mate van afrijping van de kolf tussen stay-green en dry-down kan leiden tot verschil in zetmeelbestendigheid. Door de verschillen in afrijpingspatroon zou de smakelijkheid, de verteerbaarheid en pensbestendigheid van zetmeel en de verteerbaarheid van celwanden van snijmaïs van het dry-down anders kunnen zijn dan van het stay-green type. Er is slechts weinig onderzoek gedaan naar de effecten van de afrijpingstypen dry-down en stay-green op de dierprestatie. Bovendien zijn de thans in de praktijk levende gedachten over verschillen in smakelijkheid en verteerbaarheid tussen dry-down en stay-green niet onderbouwd met resultaten uit onderzoek. Daarom is een voederproef uitgevoerd waarin de effecten van dry-down- en stay-greeneigenschappen van snijmaïs op de voeropname en melkproductie van hoog productieve melkkoeien werden onderzocht.

#### 5.1.1 Proefopzet afrijpingstype

De voederproef werd uitgevoerd met twee gelijkwaardige behandelingsgroepen (“Dry-down” en “Stay-green”) van elk 19 verse melkkoeien. Na een voorperiode van 4 weken waarin beide groepen hetzelfde rantsoen kregen, werden de koeien 11 weken aan hun proefbehandeling onderworpen. Tijdens deze behandelingsperiode kregen de proefgroepen Dry-down en Stay-green een basisrantsoen bestaande voor 70% uit snijmaïs van het respectievelijk het dry-down type (Ras1) of het stay-green type (Ras 7) (tabel 12).

**Tabel 12** Samenstelling proefrantsoenen (g/kg drogestof)

Proefbehandeling	Voorperiode	Dry-down	Stay-green
Snijmaïs dry-down type (Ras 1)	350	700	-
Snijmaïs stay-green type (Ras 7)	350	-	700
Graskuil	170	170	170
Krachtvoer	130	130	130

#### 5.1.2 Resultaten afrijpingstype

##### Voederwaarde en nutriëntensamenstelling

Er was praktisch geen verschil in voederwaarde, zetmeelgehalte, NDF en de in-vitro verteerbaarheid tussen de snijmaïskuilen van beide afrijpingstypen (tabel 13). De resultaten van de in-situ afbraak met de nylonzakjesmethode geven aan dat tussen beide afrijpingstypen geringe verschillen bestaan in de afbraakarakteristieken van zetmeel en NDF. De fracties niet-oplosbaar verteerbaar zetmeel en de afbraaksnelheid van het zetmeel zijn iets lager bij de snijmaïs van het dry-down type (Ras1) dan de snijmaïs van het stay-green type (Ras 7). Per saldo levert dit een vrijwel gelijke zetmeelbestendigheid op. De onverteerbare fractie van de NDF is kleiner en de verteerbare onoplosbare fractie is van de NDF is groter bij snijmaïs van het dry-down dan bij het stay-green type. Daarnaast is de afbraaksnelheid van de NDF bij snijmaïs van het dry-down type (Ras 1) groter dan van het stay-green type (Tabel 13). Mede door de geringe verschillen in de samenstelling van de snijmaïs was de nutriënten en voederwaardesamenstelling van het gehele rantsoen bij beide behandelingsgroepen praktisch gelijk (tabel 14).

**Tabel 13** Gemiddelden van de chemische samenstelling, voederwaarde en afbraakkenmerken van de verschillende afrijpingstypen van snijmaïs (g/kg drogestof, tenzij anders aangegeven)

	Dry-down (Ras 1)	Stay-green (Ras 7)
Drogestof (g/kg)	324	319
Ruw eiwit	67	69
Ruwe celstof	175	173
VC-OS (%)	75,5	74,3
Zetmeel	355	360
NDF	371	371
<i>Voederwaarde</i>		
VEM (/kg ds)	968	946
DVE	47	45
OEB	-36	-31
FOS	507	485
<i>Afbraakkenmerken zetmeel (%)</i>		
Onverteerbare fractie	0,29	0,90
Verteerbare niet oplosbare fractie	30,60	36,29
Direct oplosbare fractie	69,11	62,81
Afbraaksnelheid (per uur)	3,9660	5,405
Bestendigheid	23,3	23,2
<i>Afbraakkenmerken NDF (%)</i>		
Onverteerbare fractie	30,8	35,4
Verteerbare niet oplosbare fractie	60,7	55,4
Direct oplosbare fractie	8,6	9,2
Afbraaksnelheid (per uur)	0,9802	0,6808
Bestendigheid	80,6	83,5

**Tabel 14** Gemiddelde gewogen nutriënten- en voederwaardesamenstelling van het totale rantsoen inclusief mengvoer (g/kg drogestof, tenzij anders vermeld)

	Behandelingsperiode	
	Dry-down	Stay-green
<i>Nutriënten</i>		
Ruw eiwit	154	153
Ruwe celstof	157	156
NDF	366	365
Zetmeel	199	199
<i>Voederwaarde</i>		
VEM /kg ds	999	987
DVE	95	93
OEB	6	8
FOS	547	536

### Voer- en nutriëntenopname, melkproductie en -samenstelling

Het voeren van rantsoenen op basis van overwegend snijmaïs van óf het dry-down type óf het stay-green type resulteerde niet in verschillen in de opname van drogestof, VEM, DVE, zetmeel en NDF (tabel 15). De behandelingsgroep die een rantsoen kreeg op basis van snijmaïs van het stay-green type had een weliswaar een significant hogere OEB opname, maar de verschillen waren gering. Bovendien was bij beide behandelingsgroepen de OEB van het rantsoen positief, zodat bij geen van de behandelingsgroepen de stikstofvoorziening beperkend was voor de synthese van microbiel eiwit.

Ook leidde het voeren van snijmaïsrijke rantsoenen op basis van snijmaïs van óf het dry-down type óf het stay-green type niet tot verschillen in melkgift, melksamenstelling en de productie van vet, eiwit, lactose en FPCM (tabel 15). Verder waren er geen verschillen in energie en eiwitdekking, gewicht en conditiescore verloop.

**Tabel 15** Gemiddelde dagelijkse voer- en nutriëntenopname, melkproductie, melksamenstelling, gewicht en energie- en eiwit dekking gedurende de behandelperiode.

Behandelingsgroep	Dry-down	Stay-green	lsd <sup>1</sup>	p <sup>2</sup>
Vrijwillige voeropname (kg)	45,4	46,0	1,941	0,535
Vrijwillige drogestof opname (kg ds)	16,0	16,0	0,763	0,949
Krachtvoeropname automatisch (kg ds)	6,9	6,8		
Totale opname (kg ds)	22,9	22,8	0,900	0,871
<i>Nutriëntenopname</i>				
kVEM	22,8	22,5	0,895	0,434
DVE (g)	2169	2116	86,1	0,207
OEB (g)	137	172	15,92	<0,001
NDF (kg)	8,36	8,32	0,325	0,786
Zetmeel (g)	4,46	4,54	0,200	0,402
<i>Melkproductie</i>				
Melkgift (kg)	36,4	36,0	1,59	0,570
Vet (%)	4,59	4,67	0,2797	0,884
Vet (g)	1672	1680	100,5	0,871
Eiwit (%)	3,41	3,49	0,1027	0,373
Eiwit (g)	1243	1257	59,5	0,637
Lactose (%)	4,46	4,53	0,0769	0,363
Lactose (g)	1625	1635	108,1	0,848
Meetmelk (kg)	39,2	39,1	1,749	0,911
Gewicht	638	643	11,41	0,371
VEM dekking (%)	96	95	3,374	0,944
DVE dekking (%)	101	99	4,054	0,262

<sup>1</sup> lsd is het kleinste significante verschil (p<0,05)

<sup>2</sup> p-waarde (F-probability). Hoe lager de p-waarde, des te groter de waarschijnlijkheid dat een verschil een effect is van de behandelingen.

### 5.1.3 Conclusies afrijpingstype

Tussen rantsoenen met een groot aandeel snijmaïs (80% van het ruwvoer; 49% van het totale rantsoen) van óf dry-down type óf het stay-green type, geoogst binnen het gangbare traject van 30 tot 35% drogestof was er geen verschil in voeropname. Dit duidt erop dat er tussen snijmaïs van het dry-down en stay-green type geen verschil bestaat in smakelijkheid, zoals in de praktijk vaak wordt aangenomen. Ook bestond er geen verschil in voederwaarde en chemische samenstelling. De in-situ afbreekbare fractie en de afbraaksnelheid van NDF van het stay-green type was niet hoger dan van het dry-down type. De veronderstelling dat stay-green eigenschappen van snijmaïs een indicatie zijn voor een betere celwandverteerbaarheid wordt in dit onderzoek niet bevestigd. Het voeren van rantsoenen die bestaan uit overwegend snijmaïs van of het dry-down type of het stay-green type leidde niet tot verschillen in de opname van drogestof, energie, eiwit, zetmeel en andere nutriënten. Als een resultaat hiervan waren geen verschillen in melkproductie, melksamenstelling, gewicht en conditiescore verloop. De raseigenschappen dry-down of stay-green zijn vanuit het oogpunt van de voeropname en melkproductie en melksamenstelling onbelangrijk. Daarom hoeft men bij de rassenkeuze geen rekening te houden met het afrijpingstype.

## 5.2 Voederproef 2: De effecten van energietype en oogststadium

De laatste jaren is er in de veredeling van snijmaïs, naast vroegrijpheid, afrijpingstype (stay-green, dry-down) en voederwaarde (VEM/kg drogestof), meer aandacht geschonken aan het energietype. Bij snijmaïs worden twee energietypen onderscheiden: het zetmeeltype en het celwandtype. Een snijmaïskuil van een zetmeeltype heeft bij een gelijke VEM/kg drogestof een hoger zetmeelgehalte en een lagere verteerbaarheid van de celwandfractie dan een celwandtype. Omgekeerd, een snijmaïskuil van een celwandtype heeft bij een gelijke VEM/kg drogestof een lager zetmeelgehalte en een hogere verteerbaarheid van de celwanden dan een zetmeeltype.

In de praktijk wordt vaak geadviseerd om in rantsoenen met een groot aandeel snijmaïs te kiezen voor een snijmaïsras van het celwandtype. Wanneer in zo'n situatie toch een snijmaïsras van het zetmeeltype wordt geteeld, luidt het advies het gewas in een minder ver afgerijpt stadium te oogsten. Dit vanwege een lager gehalte aan (bestendig) zetmeel en een betere verteerbaarheid van de celwanden ten opzichte van laat oogsten. Deze adviezen worden gemotiveerd op basis van een aantal veronderstellingen. Een van die veronderstellingen is dat vanwege de relatief grote bestendigheid van maïszetmeel, er te veel zetmeel in de dunne darm terecht komt die daar niet allemaal kan worden verteerd. Een tweede veronderstelling is dat snijmaïs van het celwandtype meer structuur bevat door een relatief hogere NDF en ruwe celstofgehalten waardoor de kans op mogelijke pensverzuring wordt verminderd. Een derde veronderstelling is dat bij snijmaïsrijke rantsoenen met relatief ver afgerijpte snijmaïs te weinig energie op pensniveau beschikbaar is voor een optimale pensfermentatie. Zulke rantsoenen worden in praktijk als "te traag" beschouwd.

De mate van celwandverteerbaarheid en het afrijpingsstadium van snijmaïs hebben mogelijk effect op voeropname en melkproductie. Door een ruimere keuze in het aanbod van snijmaïsrassen met een verschillend energietype is voor veehouders de vraag actueel welk energietype binnen de bedrijfsvoering het best past. Echter, er zijn weinig onderzoeksgegevens bekend over de effecten van het energietype en afrijpingsstadium van snijmaïs op de voeropname en melkproductie. Het advies om bij een groot aandeel snijmaïs in het rantsoen een celwandtype te kiezen of een zetmeeltype vroeg te oogsten is daarom niet onderbouwd met resultaten uit onderzoek. Om deze leemte op te vullen is een voederproef uitgevoerd waarin de effecten van het energietype van snijmaïs (celwandtype versus zetmeeltype) geoogst bij twee afrijpingsstadia (vroeg bij ca. 30% en laat ca. 36% drogestof in het gewas) op de voeropname en melkproductie van hoog productieve melkkoeien is onderzocht.

### 5.2.1 Proefopzet energietype en oogststadium

Er is een voederproef is uitgevoerd met vier gelijkwaardige behandelingsgroepen (C-V, C-L, Z-V en Z-L) met elk 18 verse melkkoeien. De proefbehandelingen waren gedefinieerd als celwand energietype, vroeg geoogst (snijmaïskuil C-V), celwand energietype, laat geoogst (snijmaïskuil C-L); zetmeel energietype, vroeg geoogst (snijmaïskuil Z-V) en zetmeel energietype, laat geoogst (snijmaïskuil Z-L). Beide snijmaïshybriden (Ras 2 en Ras 3) waren afkomstig uit de rassenvergelijkingsproef in het kader van dit project. Ras 2 was een snijmaïsras van het celwand energietype gekenmerkt door een hoge verteerbaarheid van de celwanden bij een relatief laag zetmeelgehalte, terwijl Ras 3 een snijmaïsras van het zetmeel energietype was gekenmerkt door een relatief lage verteerbaarheid van de celwanden met een hoog zetmeelgehalte. De streefwaarde van het drogestofgehalte in de gehele plant bedroeg bij vroege oogst en late oogst respectievelijk 30 en 36% drogestof. Na een voorperiode van 4 weken waarin alle groepen hetzelfde rantsoen kregen, werden de koeien gedurende 11 weken aan hun proefbehandeling onderworpen. Tijdens deze behandelingsperiode kregen de proefgroepen een basisrantsoen bestaande voor 70% uit snijmaïs van het celwandtype (Ras 2) óf het energietype (Ras 3) die waren geoogst in twee stadia vroeg (ca. 30% ds) óf laat (ca. 36% ds). In tabel 16 staat de rantsoensamenstelling vermeld. Door de opzet konden de verschillen tussen behandelingsgroepen (C-V, C-L, Z-V en Z-L), alsmede de hoofdeffecten (zetmeeltype vs. celwandtype) en oogststadium (vroeg vs. laat) worden onderzocht.

**Tabel 16** Samenstelling van het onbeperkt verstrekt basis rantsoen gedurende de voor periode (week 1-4) en de behandelingsperiode (week 5-15)

	Voorperiode	Celwand		Zetmeel	
		Vroeg	Laat	Vroeg	Laat
Snijmaïskuil					
Celwandtype vroeg geoogst (C-V)	175	700			
Celwandtype laat geoogst (C-L)	175		700		
Zetmeeltype vroeg geoogst (Z-V)	175			700	
Zetmeeltype laat geoogst (Z-L)	175				700
Graskuil	180	180	180	180	180
Krachtvoer	120	120	120	120	120

### 5.2.2 Resultaten energietype en oogststadium

#### Voederwaarde en nutriëntensamenstelling

Vroeg oogsten van snijmaïs leidde tot hogere gehalten aan ruwe celstof en NDF en lager zetmeelgehalte in de ingekuilde snijmaïs (zie tabel 17). De snijmaïskuilen van het celwandtype had gemiddeld hogere NDF gehalten en een lager zetmeelgehalte. De verschillen in met name het zetmeel gehalte waren binnen oogsttijdstippen tussen celwand- en zetmeel klein. De verschillen in VEM, DVE en OEB waarden waren klein. Het zetmeeltype had zowel bij het vroege als late oogsttijdstip een hogere pensbestendigheid van het zetmeel als gevolg van een lagere afbraaksnelheid en een kleinere uitwasbare fractie. Het is niet bekend of de gevonden verschillen in de bestendigheid van zetmeel algemeen geldend zijn voor snijmaïs van het zetmeeltype en celwandtype. De gewogen samenstelling van de rantsoenen verschilden weinig tussen de rantsoenen met snijmaïs van het celwandtype en zetmeeltype (zie tabel 18). Rantsoenen met snijmaïs van het celwandtype hadden gemiddeld een iets hoger ruwe celstof- en NDF-gehalte, het zetmeelgehalte was echter nauwelijks lager dan bij rantsoenen met snijmaïs van het zetmeeltype.

**Tabel 17** Gemiddelden van de chemische samenstelling, voederwaarde en afbraakarakteristieken van de verschillende energietypen van snijmaïs (g/kg drogestof, tenzij anders aangegeven)

Energietype	Celwand (Ras 2)		Zetmeel (Ras 3)	
	Vroeg	Laat	Vroeg	Laat
Oogststadium				
Drogestof (g/kg)	299	343	287	340
Ruw eiwit	62	60	65	58
Ruwe celstof	193	179	177	167
VC-OS (%)	75,6	75,6	75,5	76,5
Zetmeel	317	390	334	401
NDF	408	392	379	362
<i>Voederwaarde</i>				
VEM (/kg ds)	965	960	958	979
DVE	48	43	46	43
OEB	-41	-36	-37	-38
FOS	525	480	506	483
<i>Afbraakarakteristieken zetmeel (%)</i>				
Onverteerbare fractie	1,51	1,21	1,45	1,76
Verteerbare niet oplosbare fractie	38,37	45,54	38,48	84,25
Direct oplosbare fractie	60,11	51,25	60,15	13,99
Afbraaksnelheid (per uur)	5,955	3,463	2,208	2,294
Bestendigheid	23,2	32,7	32,7	54,4
<i>Afbraakarakteristieken NDF (%)</i>				
Onverteerbare fractie	34,78	33,23	35,40	36,57
Verteerbare niet oplosbare fractie	65,22	66,77	73,91	63,43
Direct oplosbare fractie	0,0	0,0	-9,3*	0,0
Afbraaksnelheid (per uur)	0,628	0,913	0,751	0,878
Bestendigheid	92,0	98,7	88,7	89,6

\* Negatieve waarde als gevolg van variatie bij de analyse van NDF, omdat de afbraakcurve een juist en regelmatig verloop had kan de waarde op nul worden gesteld.

**Tabel 18** Gewogen totale rantsoensamenstelling inclusief mengvoer opgenomen via de krachtvoerautomaten gedurende de voorperiode en behandelperiode

Energietype	Behandelperiode			
	Celwand (Ras 2)		Zetmeel (Ras 3)	
	Vroeg	Laat	Vroeg	Laat
Oogststadium				
Rantsoen	C-V	C-L	Z-V	Z-L
<i>Nutriënten</i>				
Ruw eiwit	147	148	149	145
Ruwe celstof	162	161	157	151
NDF	363	363	351	344
Zetmeel	178	216	188	218
<i>Voederwaarde</i>				
VEM /kg ds	993	985	986	1000
DVE	86	93	85	84
OEB	0	5	3	2
FOS	533	503	521	513

### Voer- en nutriëntenopname, melkproductie en -samenstelling

De gemiddelden voor de hoofdeffecten van energietype en oogststadium zijn gegeven in tabel 19. Er was een significant effect van het oogststadium op de vers voeropname en een tendens voor een effect van energietype op de vers voeropname. Er was een tendens ( $0,1 > p \geq 0,05$ ) voor een hogere ruwvoeropname (kg ds) bij het zetmeeltype. Dit kan een gevolg zijn van verschillen in pensfermentatie. Recent buitenlands onderzoek geeft aan dat een grotere pensbestendigheid van zetmeel van snijmaïskuil een minder langdurige pH daling in de pens



geeft, resulterend in gunstiger omstandigheden voor celwandafbraak en de verdwijning van voerdeeltjes uit de pens.

De koeien op een rantsoen met snijmaïskuil van het zetmeeltype hadden een significant hogere VEM opname dan koeien op een rantsoen met snijmaïskuil van het celwandtype. Er was geen effect van oogststadium op de kVEM opname. Het oogststadium had een significant effect op de DVE, FOS en OEB opname. Dit volgt mede uit de berekeningswijze van de microbieel eiwitproductie in het DVE/OEB systeem. Bestendig zetmeel draagt hierin niet bij aan de fermenteerbare organische stof (FOS) als energiebron voor de synthese van microbieel eiwit. Er was een significant oogststadium effect op de OEB opname door een gemiddeld iets hoger OEB gehalte bij de vroeg geogste snijmaïs in combinatie met niet significant hogere drogestof opname.

Hoewel de gehalten aan ruwe celstof en NDF gemiddeld lager waren bij het zetmeeltype dan bij het celwandtype, was er echter door een gemiddeld iets hogere opname bij de koeien op een rantsoen met snijmaïskuil van het zetmeeltype geen verschil in de opname (kg/dag) van ruwe celstof en NDF tussen de energietypen. Hogere gehalten van ruwe celstof en NDF in het gewas bij de vroege oogst ten opzichte van late resulteerden in een significant effect van het oogststadium op de opname van ruwe celstof en NDF. Er was een significant effect van energietype op de zetmeelopname. De koeien die een rantsoen kregen met snijmaïskuil van het zetmeeltype hadden een significant hogere zetmeelopname ( $p < 0,05$ ) dan de koeien op een rantsoen met snijmaïskuil van het celwandtype. De toename van het zetmeelgehalte naarmate de afrijping verder is gevorderd resulteerde in een significant effect van oogststadium op de zetmeelopname ( $p < 0,001$ ).

Er is geen effect van oogsttijdstip op de melkgift en de productie en gehalten van melkvet, eiwit en lactose. Er is wel een significant effect van energietype op de productie van melk, eiwit en lactose. De koeien op een rantsoen met snijmaïskuil van het zetmeeltype produceerden significant meer melk, eiwit en lactose dan de koeien op een rantsoen met snijmaïskuil van het celwandtype. Ook was bij koeien op een rantsoen met snijmaïskuil van het zetmeeltype de vetproductie iets hoger dan bij koeien op een rantsoen met snijmaïskuil van het celwandtype. De grotere productie van melk en melkbestanddelen bij rantsoenen met snijmaïskuil van het zetmeeltype kan wellicht worden verklaard uit een grotere productie van glucogene, aminogene en lipogene nutriënten bij de afbraak in de pens en darm. Een hogere zetmeelopname bij rantsoenen met snijmaïskuil van het zetmeeltype kan mogelijk in een betere voorziening met de glucogene nutriënten propionzuur en glucose hebben geresulteerd. Deze nutriënten zijn nodig voor de vorming van lactose dat een belangrijke factor is in de paling van het melkvolume. De resultaten van het in-situ verteerbaarheidsonderzoek geven aan dat de zetmeel afkomstig van snijmaïs van het zetmeeltype een hogere bestendigheid heeft dan die van het celwandtype. Hierdoor is waarschijnlijk relatief meer zetmeel in de darm verteerd. Er zijn aanwijzingen dat zetmeel dat in de darm wordt verteerd efficiënter wordt benut. Een hogere bestendigheid van zetmeel in snijmaïskuil kan ook resulteren in een grotere en efficiëntere productie van microbieel eiwit en gunstiger omstandigheden voor celwandafbraak in de pens resulterend in een grotere in-situ verteerbaarheid van de restplant (celwanden). De grotere productie van microbieel eiwit en daarmee een betere voorziening met aminogene nutriënten kan hebben bijgedragen aan de hogere melkeiwit productie van de koeien op een rantsoen met de snijmaïs van het zetmeeltype. Verder kan de betere celwandafbraak hebben bijgedragen aan een hogere productie van azijnzuur wat een verklaring kan zijn voor de iets hogere melkvetproductie.

Er waren geen significante verschillen in gewicht tussen de behandelingsgroepen. Er is sprake van een significant effect van zowel het energietype en oogststadium op de DVE balans. Dit hangt samen met de berekeningswijze van de DVE waarde. Wellicht is de DVE waarde van de snijmaïs van het zetmeeltype met het relatief meer bestendige zetmeel onderschat.

**Tabel 19** Gemiddelde dagelijkse voer- en nutriëntenopname en melkproductie voor de hoofdeffecten energietype en oogststadium

Hoofdeffecten:	Energietype (E)		Oogststadium (O)		Isd <sup>1</sup>	E <sup>2</sup>	O <sup>2</sup>	interactie E×O <sup>2</sup>
	Celwand	Zetmeel	Vroeg	Laat				
Vers voeropname (kg)	48,2	50,2	53,4	45,0	2,270	~	***	*
Drogestof opname (kg ds)	16,8	17,5	17,5	16,7	0,821	~	~	NS
Krachtvoeropname (kg ds)	6,4	6,4	6,3	6,5				
Totale opname (kg ds)	23,1	23,9	23,9	23,2	0,881	~	NS	NS
<i>Nutriëntenopname</i>								
kVEM	22,9	23,7	23,6	23,0	0,858	*	NS	NS
DVE (g)	1955	2014	2034	1935	64,1	~	**	NS
OEB (g)	60	62	70	54	12,3	NS	***	***
NDF (kg)	8,39	8,32	8,52	8,19	0,321	NS	*	NS
Zetmeel (kg)	4,56	4,86	4,38	5,03	0,228	*	***	NS
<i>Melkproductie</i>								
Melkgift (kg)	37,9	39,6	38,7	38,8	1,337	*	NS	NS
Vet (%)	4,29	4,23	4,26	4,25	0,171	NS	NS	NS
Vet (g)	1626	1675	1649	1651	60,4	NS	NS	NS
Eiwit (%)	3,20	3,22	3,21	3,21	0,075	NS	NS	NS
Eiwit (g)	1212	1276	1243	1246	44,5	**	NS	NS
Lactose (%)	4,69	4,69	4,68	4,70	0,034	NS	NS	NS
Lactose (g)	1778	1861	1812	1827	63,3	**	NS	NS
Meetmelk (kg)	38,9	40,4	39,6	39,7	1,195	*	NS	NS
Gewicht	604	613	608	609	12,02	NS	NS	NS
VEM dekking (%)	98	97	98	97	2,966	NS	NS	NS
DVE dekking (%)	94	91	94	91	2,744	*	*	NS

<sup>1</sup> Isd = kleinste significante verschil

<sup>2</sup> Significantie van de hoofdeffecten en interactie: NS = niet significant =  $p \geq 0,1$ ; ~ =  $0,1 > p \geq 0,05$ ; \* =  $0,05 > p \geq 0,01$ ; \*\* =  $0,01 > p \geq 0,001$ ; \*\*\* =  $p < 0,001$

### 5.2.3 Conclusies energietype en oogststadium

Bij een rantsoen met een groot aandeel snijmaïs (80% van ruwvoer; 52% van totale drogestofopname) resulteert vroeg oogsten (ca. 28% drogestof) ten opzichte van laat oogsten (ca. 35%) in een hogere opname van ruw eiwit, ruwe celstof, NDF en ADF en een lagere zetmeelopname. Echter, vroeg oogsten van snijmaïs ten opzichte van laat oogsten heeft geen effect op de melkgift en de productie en gehalten van melkvet, eiwit en lactose. De effecten van vroeg ten opzichte van laat oogsten waren niet verschillend voor snijmaïs van het zetmeeltype of celwandtype.

Bij rantsoenen met een groot aandeel snijmaïs realiseerden de melkkoeien met snijmaïskuil van het zetmeeltype een hogere VEM en zetmeelopname en produceerden meer melk, eiwit, lactose en meetmelk dan de koeien op een rantsoen met snijmaïskuil van het celwandtype. Mogelijk houdt de hogere productie van melk en melkbestanddelen op rantsoenen met snijmaïs van het zetmeeltype verband met de grotere zetmeelbestendigheid. Hierdoor zou een groter deel van de zetmeelafbraak van de pens in de richting van darm zijn verschoven. Dit heeft mogelijk geresulteerd in betere omstandigheden voor de afbraak van celwanden. Tevens wordt mogelijk ook het zetmeel dat in de darm wordt afgebroken beter benut. De resultaten van dit onderzoek gaan in tegen het huidige advies om bij een groot aandeel snijmaïs in het rantsoen te kiezen voor een snijmaïsras van het celwandtype of snijmaïs van een zetmeeltype vroeg te oogsten om daarmee een te grote bestendigheid van het zetmeel te voorkomen. Ook de in de praktijk levende gedachte dat een hoge bestendigheid van zetmeel in snijmaïs leidt tot "trage" rantsoenen met onvoldoende fermenteerbare energie in de pens worden door dit onderzoek niet bevestigd. Het is onbekend of de hogere bestendigheid van het zetmeel bij snijmaïs van het zetmeeltype zoals is gevonden in dit onderzoek, algemeen geldend is voor alle rassen van het zetmeeltype. De resultaten van dit onderzoek geven aan dat meer onderzoek nodig is naar de effecten van de bestendigheid van het zetmeel bij snijmaïs op de voeropname en melkproductie van melkkoeien, om te komen tot een adequate normering van de behoefte aan bestendig zetmeel én waardering van de zetmeelbestendigheid van snijmaïs.

Omdat de zetmeelbestendigheid van snijmaïs een effect lijkt te hebben op de productie van melkkoeien, verdient het ook de aanbeveling om aandacht te besteden aan zetmeelbestendigheid in het kader van het rassen- en gebruikswaardenonderzoek van snijmaïs.

Zowel bij snijmaïs van het zetmeeltype als van het celwandtype heeft, binnen het oogsttraject van 28 tot 36% drogestof, vroeger of later oogsten geen effect op de drogestofopname en melkproductie van hoogproductieve melkkoeien. Het advies om snijmaïs van een zetmeeltype vroeger te oogsten ter voorkoming van te veel bestendig zetmeel is daarom niet zinvol. Veehouders dienen het oogststadium af te laten hangen van andere factoren zoals de kans op persapverliezen en optimale drogestof- en voederwaardeopbrengst. Ook het advies om bij een groot aandeel snijmaïs in het rantsoen te kiezen voor een snijmaïsras van het celwandtype en zo te voorkomen dat het rantsoen te veel bestendig zetmeel bevat is niet persé zinvol. Bij een groot aandeel snijmaïs in het rantsoen heeft een snijmaïsras van het celwandtype geen meerwaarde ten opzichte van een snijmaïsras van het zetmeeltype. De vrees voor een groot aandeel bestendig zetmeel of te "trage" rantsoenen voor hoogproductieve melkkoeien bij een groot aandeel snijmaïs van het zetmeeltype blijkt namelijk ongegrond. Een hoge zetmeelbestendigheid lijkt juist gunstig voor de melkproductie. Echter, het is op dit moment niet mogelijk om rassen te kiezen op basis van zetmeelbestendigheid, omdat in het rassenonderzoek zetmeelbestendigheid buiten beschouwing wordt gelaten. Totdat betere methoden beschikbaar komen moeten veehouders vooral kiezen voor een snijmaïsras met een hoge voederwaarde dat het best is aangepast aan de teeltomstandigheden op het bedrijf.

## 6 Resultaten onderzoek versus oude adviezen

In dit hoofdstuk vergelijken we de resultaten van het onderzoek met een aantal oude adviezen en aannames in de praktijk wat betreft optimaal oogststadium en rastypenkeuze.

### Optimale veldopbrengst

In dit onderzoek bleek dat bij het laat gezaaide gewas in Lelystad in 2004 na half oktober de opbrengst afnam. Dit stemt redelijk overeen met de datum van maximale productie van 10 oktober in het oude advies. Bij de andere drie proeven werd de maximale opbrengst al bereikt tussen half en eind september bij drogestofgehalten die aanzienlijk hoger lagen dan het huidige adviestraject (30-35%). Het aantal groene bladeren waarbij de maximale productie werd bereikt, was echter lager dan 5, namelijk 3-3,5. Mogelijk komt dit doordat de afrijping in deze proeven vroeger in het jaar viel bij in het algemeen gunstiger groeiomstandigheden (meer straling, hogere temperaturen). Bovendien was met name het jaar 2003 een zeer warm en zonnig jaar. Het kan dat er daardoor minder groen blad aanwezig hoeft te zijn om de assimilatie de ademhaling te laten overtreffen.

Tot nu toe werd ervan uitgegaan dat onder gemiddelde omstandigheden de voederwaarde redelijk constant is tussen een drogestofgehalte van 25 en 35%. De voederwaarde nam in alle vier proeven licht toe. Blijkbaar werd in dit onderzoek de afname van de celwandverteerbaarheid meer dan gecompenseerd door de toename van het zetmeelgehalte. Dit kan samenhangen met de reeds genoemde gunstige groeiomstandigheden.

Enkel gelet op maximale voederwaardeopbrengst op het veld kunnen we concluderen dat onder gunstige omstandigheden bij een hoger drogestofgehalte (34-40%) kan worden geoogst dan de huidige bovengrens van 35%. Dit geldt echter alleen bij een oogst die voor 10 oktober valt. Vooral bij vroege rastypen kan zich een dergelijke situatie voordoen. Latere rastypen zullen een dergelijk hoog drogestofgehalte in veel gevallen niet bereiken.

Bij de belangrijkste opbrengst- en kwaliteitsparameters werd de rasvolgorde niet wezenlijk beïnvloed door het oogststadium. Er is geen verschil gevonden in oogstelastischeiteit (verloop afrijping rond het optimum) tussen stay green en dry down typen. Ook zetmeel- en celwandtypen lieten een vergelijkbaar afrijpingspatroon zien. In het rassenonderzoek is gebleken dat bij individuele rassen wel sprake is van verschillen in snelheid van toename van het zetmeelgehalte. Dat dit in onderhavig onderzoek niet is waargenomen kan samenhangen met het feit dat hier vooral gekeken is naar gemiddelde waarden (vier rassen) per rastype. Bovendien worden in het rassenonderzoek veel meer rassen meegenomen.

### Conservering

De relatie tussen het drogestofgehalte bij inkuilen en inkuilverliezen uit dit onderzoek kwam redelijk overeen met de bestaande normen (zie hoofdstuk 3). De laagste inkuilverliezen traden op tussen een drogestofgehalte van 33 en 38%. Bij natter inkuilen nemen de inkuilverliezen toe omdat meer zuur gevormd moet worden voor een stabiele kuil en omdat er perssapverliezen optreden. Tot nu toe werd aangenomen dat de perssapgrens ongeveer bij een drogestofgehalte van 30% lag. In dit onderzoek lag het drogestofgehalte waarbij nog perssapverliezen optreden iets hoger. Daarnaast was de perssapgrens ook nog afhankelijk van het afrijpingstype. Bij het dry down type lag de perssapgrens bij een drogestofgehalte van 31% terwijl dit bij het stay green type bij 32,5% lag. Omdat in de praktijk geen onderscheid wordt aangegeven tussen dry down en stay green typen is het vanuit oogpunt van perssapverliezen aan te bevelen om maïs in te kuilen vanaf een ds-gehalte van minimaal 32%.

Bij een gelijk drogestofgehalte waren de perssapverliezen van de stay green typen hoger dan van de dry down typen. Desondanks waren er geen meetbare verschillen in verliezen aan drogestof en voederwaarde. Samen met het feit dat het niveau van verliezen overeenkwam met de bestaande normen betekent dit dat de bestaande tabel met verliesnormen kan blijven bestaan.

Binnen het normale oogsttraject waren er geen verschillen in conserveringsverliezen tussen een theoretische haksellengte van 6 en 15 mm. De dichtheid van de kuilen met 6 mm haksellengte was echter wel 5 tot 10% hoger dan van kuilen met 15 mm haksellengte. Een hogere dichtheid betekent over algemeen minder kans op broei doordat tijdens het voeren moeilijker lucht in de kuil kan dringen. Met name in het drogere traject vanaf 32% drogestof heeft een haksellengte van 6 mm daarom de voorkeur.

## Voeding

Het advies om snijmaïs van een zetmeeltype vroeger te oogsten ter voorkoming van te veel bestendig zetmeel is in dit onderzoek niet zinvol gebleken. Uit het voedingsonderzoek met twee verschillende oogststadia bleek de benutting van snijmaïs geoogst bij 36% drogestof beter te zijn dan van snijmaïs geoogst bij 30% drogestof. Zowel uit het onderzoek met de gasproductietechniek als uit het in situ onderzoek bleek de bestendigheid toe te nemen, gemiddeld met een factor 1,5. Dit leidde tot een gelijke productie bij een iets lagere opname (0,8 kg ds) van de droge maïs (36% ds) ten opzichte van de nattere maïs (30% ds). Veehouders dienen daarom het oogststadium af te laten hangen van andere factoren zoals optimale drogestof en voederwaarde opbrengst, minimale inkuilverliezen en de optimale drogestofopname.

Ook het advies om bij een groot aandeel snijmaïs in het rantsoen te kiezen voor een snijmaïsras van het celwandtype en zo te voorkomen dat het rantsoen te veel bestendig zetmeel bevat, is niet per se zinvol. Bij een groot aandeel snijmaïs in het rantsoen heeft een snijmaïsras van het celwandtype geen meerwaarde ten opzichte van een snijmaïsras van het zetmeeltype. De vrees voor te veel bestendig zetmeel in het rantsoen of te "trage" rantsoenen bij een groot aandeel snijmaïs van het zetmeeltype is namelijk ongegrond.

Een hoge zetmeelbestendigheid lijkt juist gunstig te zijn voor de melkproductie van met name hoogproductieve koeien. Voorwaarde daarbij is wel dat de pens goed functioneert en dat de korrels goed gekneusd zijn. Het bestaande advies dat elke korrel beschadigd moet zijn lijkt onvoldoende, zeker wanneer de maïs wat droger geoogst wordt. Het beste is om als uitgangspunt te nemen dat de korrel minimaal in vieren moet zijn gedeeld. Uit het onderzoek naar afbraakkenmerken kwam naar voren dat het rastype beperkte en geen systematische invloed had op de bestendigheid van zetmeel. Het onderzoek is echter alleen uitgevoerd met zetmeeltypes. Uit het voedingsonderzoek kwam een duidelijk verschil in zetmeelbestendigheid naar voren tussen het zetmeel en celwandtype. Er kan echter niet een algemene relatie worden gelegd tussen de zetmeelbestendigheid en het energietype. Op dit moment is het niet mogelijk om rassen te uit te kiezen op basis van zetmeelbestendigheid omdat in het rassenonderzoek zetmeelbestendigheid niet wordt bepaald. Veehouders kunnen daarom het beste kiezen voor snijmaïsrassen met de hoogste voederwaarde en daarbinnen voor een ras met het hoogste zetmeelgehalte.

Voor het afrijpingstype dry-down of stay-green bleek in tegenstelling tot wat vaak in de praktijk gedacht wordt, dat er geen verschil is in verteerbaarheid en opname en productie door melkkoeien.

## 7 Praktijktoeepassingen

### Optimaal oogststadium

Op basis van maximale VEM-opbrengsten op het veld en de inkuilverliezen kunnen we concluderen dat het optimale oogststadium tussen de 33 en 39% drogestof ligt. Echter, wanneer de maïs wordt ingekuuld bij een drogestofgehalte boven de 36% neemt de kans op broei tijdens het voeren snel toe. Uit het voedingsonderzoek kwam naar voren dat de benutting van snijmaïs bij 36% drogestof wat hoger was dan bij 30% ds. Echter de opname tenderde tot iets lager bij 36% ds ten opzichte van 30% ds. Op basis van het ASG-voeropname model wordt de maximale drogestofopname gerealiseerd bij een drogestofgehalte in de snijmaïskuil van tussen de 31 en 35% drogestof *in de kuil*. Het verloop van de opname boven de 36% ds is nog onvoldoende duidelijk. Bovenstaande leidt tot de conclusie dat optimale drogestofgehalte bij inkuilen in een normaal vlot verlopende groeiseizoen rond de 36% ligt (dit komt overeen met 35% op de kuilanalyse). Wanneer op voorhand een verhoogd broeirisico wordt ingeschat, kan men ervoor kiezen de maïs wat minder droog in te kuilen. Perssapp verliezen moeten echter zoveel mogelijk worden voorkomen. Daarom is het verstandig om dan een minimum drogestofgehalte bij inkuilen van 32% aan te houden.

Het optimale drogestofgehalte van 36% zal bereikt worden wanneer de oogst voor 10 oktober valt. De groeiomstandigheden na dat tijdstip zijn dusdanig ongunstig dat de opbrengst niet meer toeneemt. Wanneer de oogst na 10 oktober valt, hangt het oogstmoment af van de risico's wat betreft stengelrot, legering en berijdbaarheid. Om al te grote inkuilverliezen te voorkomen moet het drogestofgehalte minimaal 28% zijn. Ook wanneer vóór 10 oktober het optimale gehalte van 36% nog niet is bereikt, is het verstandig om de oogstrisico's steeds in te schatten en te oogsten wanneer de risico's op stengelrot en berijdingsschade te groot worden.

De productie zal vóór 10 oktober ook niet meer toenemen wanneer de maïs te weinig bladeren heeft die voor de helft nog groen zijn. Globaal kan men aanhouden dat dit aantal de eerste helft van september minimaal twee moet zijn, de tweede helft van september minimaal drie en een half en de eerste helft van oktober minimaal vijf.

Wanneer dit aantal lager is en het ds-gehalte is minimaal 28% kan de maïs het beste worden geoogst.

Wanneer een lager (bestendig) zetmeelgehalte is gewenst dan op het moment van de rassenkeuze was ingeschat, kan men ook beslissen de maïs wat minder droog te oogsten dan een drogestofgehalte van 36%.

Bovenstaande nieuwe inzichten over het optimale oogststadium zijn verwerkt in een bestaand oogstbeslismodel (Van Dijk et al., 2006). Dit aangepaste model is weergegeven in figuur 9.

### Keuze ras(type)

Het optimale oogststadium is niet afhankelijk van het rastype. Ook is er geen noemenswaardig verschil in oogstelasticeit tussen de stay green en dry down typen. Uit het voedingsonderzoek kwam geen verschil naar voren in opname, voederwaarde en productie tussen het stay green type en dry down type. Dit betekent dat men bij de raskeuze geen rekening hoeft te houden met deze aspecten. De raskeuze blijft dus afhankelijk van het teeltrisico, gebruiksdoel en gewenste opbrengst en kwaliteitsaspecten. Deze zijn bedrijfsspecifiek. Wat betreft de kwaliteitsaspecten bleek uit het voedingsonderzoek waarbij het rantsoen voor 70% uit snijmaïs bestond, dat bestendig zetmeel gunstig is voor de benutting van snijmaïs bij hoogproductief melkvee. Hieruit volgt de conclusie dat voor koeien in de eerste fase van de lactatie geen bovengrens hoeft te worden gesteld aan de hoeveelheid bestendig zetmeel. Verderop in de lactatie geeft bestendig zetmeel doorgaans dalende productie en toenemende kans op vervetting. Het advies is daarom om de hoeveelheid bestendig zetmeel in het rantsoen af te laten hangen van lactatiestadium, productieniveau (bij een gemiddelde Body Condition Score (BCS)). De hoeveelheid bestendig zetmeel in een rantsoen is afhankelijk van de hoeveelheid zetmeel en het bestendigheidpercentage. Op dit moment wordt in het rassenonderzoek wel het zetmeelgehalte bepaald, maar de bestendigheid nog niet. Vooralnog moet er gerekend worden met een gemiddelde bestendigheid. Daarom kan men het beste een ras kiezen met de hoogste voederwaarde met daarbinnen een ras met een zetmeelgehalte die het beste past op bedrijfsniveau. Daarbij spelen productieniveau en aandeel snijmaïs een belangrijke rol. In tabel 20 zijn voor verschillende bedrijfsomstandigheden de raseigenschappen (in volgorde van belangrijkheid) weergegeven voor een goede voederwaardebenutting.

**Tabel 20** Belangrijke raseigenschappen voor een goede voederwaardebenutting bij verschillende bedrijfsomstandigheden

Bedrijfsomstandigheid	Belangrijke raseigenschappen
- <60% maïs in het rantsoen en hoog productieve veestapel (12.000kg melk)	Voederwaarde, zetmeelgehalte, celwandverteerbaarheid, ds-gehalte
- <60% maïs in het rantsoen en gemiddeld productieve veestapel (8.000kg melk)	Voederwaarde, zetmeelgehalte
- >60% maïs in het rantsoen en hoog productieve veestapel (12.000kg melk)	Voederwaarde, zetmeelgehalte, celwandverteerbaarheid
- >60% maïs in het rantsoen en gemiddeld productieve veestapel (8.000kg melk)	Voederwaarde, celwandverteerbaarheid, zetmeel

Wat betreft oogststadium komt als advies uit het onderzoek om iets droger te oogsten dan het bestaande advies. Dit betekent óf later oogsten óf een vroeger ras kiezen. Later oogsten geeft met name op lage natte percelen extra risico's ten aanzien van berijdbaarheid. Daarnaast is het in het nieuwe mestbeleid vanaf dit jaar verplicht op zand- en lössgrond een nagewas te telen. Bij later oogsten neemt de kans op een goed geslaagde groenbemester af. De keuze voor een wat vroeger ras heeft daarom de voorkeur boven wat later oogsten. Wanneer de maïs wat droger geoogst wordt, neemt de kans op stengelrot toe. Stengelrot verhoogt de kans op oogstverliezen, grond in de kuil en over het algemeen wordt de voederwaarde hierdoor negatief beïnvloed. Het is dus zaak rassen te kiezen met een zeer goede stengelrotresistentie. Er waren geen verschillen in inkuilverliezen tussen de rastypen. Ook de verandering in zetmeelgehalte en de verandering in celwandverteerbaarheid waren niet afhankelijk van het rastype. Dit betekent dat de rasvolgorde zoals die in de rassenlijst staat vermeld wat betreft voederwaardering niet veranderd als gevolg van inkuilen.

### Oogstmethode

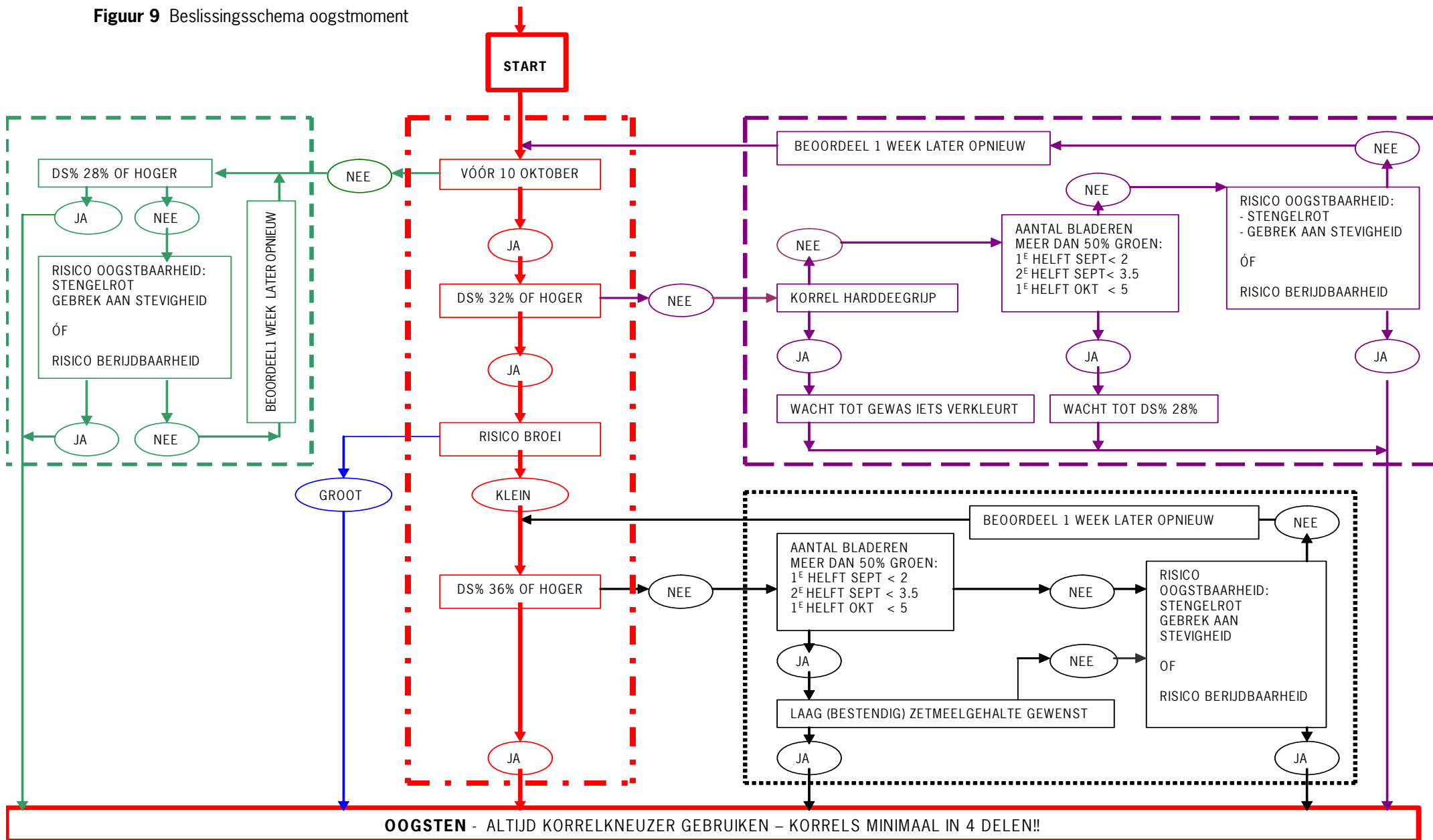
Uit het onderzoek is gebleken dat er geen verschil in conservering, conserveringsverliezen en afbraakarakteristieken is tussen snijmaïs dat gehakseld is op een lengte van 6 mm en 15 mm. Wel bleek dat de dichtheid van kuilen die kort gehakseld (6 mm) waren 5 tot 10% groter was dan van kuilen die lang gehakseld (15 mm) waren. Dit pleit er voor om maïs kort te hakselen omdat een grotere dichtheid de kans op broei tijdens het voeren vermindert.

Tot nu toe was het advies om de korrelkneuzer tijdens het hakselen zodanig in te stellen dat elke korrel geraakt werd. Wanneer de maïs wat droger geoogst wordt (36% ds op het veld) dan zullen de korrels meer bestendig zetmeel bevatten. Voor een goede benutting daarvan is alleen het raken van de korrels waarschijnlijk onvoldoende. Geadviseerd wordt daarom om de korrelkneuzer zodanig af te stellen dat de grootte van de korreldeeltjes maximaal een kwart van de hele korrel is.

Op basis van het onderzoek ligt in het nieuwe oogstadvies het optimale oogststadium bij een iets hoger ds-gehalte (36% bij inkuilen) dan in het oude advies. Naarmate de maïs droger wordt ingekuild neemt de kans op broei tijdens het voeren van de kuil toe. Broei kan echter worden voorkomen door goed kuilmanagement. Dit houdt o.a. in kort hakselen (6-8 mm), goed laagsgewijs verdichten en snel luchtdicht afdekken. Daarnaast dient de voersnelheid voldoende te zijn. Broei kan ook worden voorkomen door een broeibestrijdingsmiddel toe te passen. Het best is om de hele kuil te behandelen. Een goed compromis is om de bovenste derde deel te behandelen. Echter ook dan bedragen de kosten al snel € 50-100,- per ha. Uiteraard is het ook mogelijk om de maïs wat minder droog in te kuilen (de maximale voederwaardeopbrengst wordt dan niet benut). Het advies is dan wel om niet natter in te kuilen dan 32% ds om perssap te voorkomen.

Afhankelijk van het inkuilmanagement en het risico daarbij voor broei kan men het beste kiezen voor een hoger drogestof gehalte, een risicopremie in de vorm van een toevoegmiddel of toch voor een lager ds gehalte. Zie voor optimaal inkuilmanagement het handboek snijmaïs [www.handboeksnijmaïs.nl](http://www.handboeksnijmaïs.nl). Daarin wordt in hoofdstuk 11 uitgebreider ingegaan op opslag en bewaring van snijmaïs.

**Figuur 9** Beslissingsschema oogstmoment





## Literatuur

Cone J.W., I. da Costa Ramos en A.H. van Gelder, 2006. Efficiënt gebruik van snijmaïs. Deel 4; Invloed rastype en oogststadium op afbraakkenmerken van zetmeel en celwanden. PraktijkRapport Rundvee 87. Animal Sciences Group, Lelystad.

Van Dijk, W., J. Groten, W. van den Berg, J. Kassies en G. Weijers, 2006. Efficiënt gebruik van snijmaïs. Deel 2; Invloed rastype en oogststadium op opbrengst en kwaliteit. PraktijkRapport Rundvee 85. Animal Sciences Group, Lelystad.

Van Schooten H.A., 2006. Efficiënt gebruik van snijmaïs. Deel 3; Invloed rastype en oogststadium op conservering. PraktijkRapport Rundvee 85. Animal Sciences Group, Lelystad.

Zom R.L.G., 2006. Efficiënt gebruik van snijmaïs. Deel 5; Invloed afrijpingstype en energietype op opname en productie. PraktijkRapport Rundvee 88. Animal Sciences Group, Lelystad.