



PraktijkRapport Rundvee 88

Efficiënt gebruik van snijmaïs Deel 5: invloed afrijpingstype en oogststadium op opname en melkproductie



Mei 2006

Rundvee





Colofon

Uitgever

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

Redactie en fotografie

Veehouderij

© Animal Sciences Group

Het is verboden zonder schriftelijke toestemming van de uitgever deze uitgave of delen van deze uitgave te kopiëren, te vermenigvuldigen, digitaal om te zetten of op een andere wijze beschikbaar te stellen.

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.

Losse nummers zijn per E-mail of via de website te bestellen bij de uitgever.

Abstract

In the period 2003-2005 effects of genotypes and maturity stage on yield, quality, conservation and nutrition have been investigated. This research was focusing on the effects of maturity type and energy type on intake and milk performance. There was no influence of maturity type (stay green and dry down) on intake and milk performance. The starch energy type caused a higher milk performance than the cell wall energy type.

Keywords: dairy, silage maize, genotypes, harvest stage, maturity type, energy type, feed intake, milk performance

Referaat

ISSN 1570-8616
Zom, R.L.G. (ASG)
PraktijkRapport Rundvee 88
Efficiënt gebruik van snijmaïs. Deel 5: invloed afrijpingstype en oogststadium op opname en melkproductie (2006)
43 pagina's, 7 figuren, 32 tabellen

In de periode 2003-2005 is er onderzoek uitgevoerd naar de effecten van rastypen en oogststadium op opbrengst, kwaliteit, conservering en voeding. Dit onderzoek richt op de effecten van afrijpingstype en energietype op opname en melkproductie. Het afrijpingstype (stay green en dry down) had geen invloed op opname en melkproductie. Het zetmeel energietype gaf een hogere melkproductie dan het type met een betere celwandverteerbaarheid.

Trefwoorden: veehouderij, snijmaïs, rastypen, oogststadium, afrijpingstype, energietype, voeropname, melkproductie



PraktijkRapport Rundvee 88

Efficiënt gebruik van snijmaïs Deel 5: invloed afrijpingstype en oogststadium op opname en melkproductie

Efficient use of silage maize Part 5: effect of maturity type and harvest stage on intake and milkproduction

R.L.G. Zom (ASG)

Mei 2006

Voorwoord

Voor u ligt een deelrapportage 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 snijmaïs type 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 allerlei 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.

In het kader van een samenwerkingsverband tussen Nutreco (Boxmeer) en de Animal Sciences Group van Wageningen-UR is binnen het deelproject wat in dit rapport is beschreven onderzoek naar in-situ afbraak karakteristieken gedaan. Daarbij gaat onze dank uit naar Harmen van Laar (Nutreco) voor het uitvoeren, verwerken en toelichten van de gegevens van het in-situ afbraakonderzoek.

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

Samenvatting

Verschillende ontwikkelingen in maïsveredeling hebben geleid tot een grote heterogeniteit in rastypen. De variatie in rastypen heeft vooral betrekking op de factoren vroegheid, afrijpingstype en energietype. 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. Daarom is in opdracht van Productschap Zuivel in 2003 t/m 2005 door de divisie Veehouderij van de Animal Sciences Group (ASG Veehouderij) en Praktijk Onderzoek Plant en Omgeving (PPO) een omvangrijk onderzoek uitgevoerd naar de invloed van rastype en oogststadium op opbrengst, kwaliteit, conservering en voeding en productie. Van het totale project worden vijf rapporten uitgebracht, inclusief een samenvattend rapport. Het in dit rapport beschreven onderzoek richt zich op de invloed van afrijpingstype en energietype en oogststadium op de voeropname en melkproductie.

Deel A: Het effect van afrijpingstype op de voeropname en melkproductie

Bij snijmaïs bestaan er verschillen in afrijpingstype die meestal worden 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 het drogestofgehalte in de restplant. Vanwege de verschillen in afrijpingspatroon zou de smakelijkheid, verteerbaarheid én pensbestendigheid van zetmeel en de verteerbaarheid van celwanden van snijmaïs van het dry-down anders kunnen zijn dan bij het stay-green type. Om de mogelijke effecten van dry-down en stay-green eigenschappen van snijmaïs op de voeropname en melkproductie van hoog productieve melkkoeien te onderzoeken is een voederproef uitgevoerd. Hierin kregen twee gelijkwaardige behandelingsgroepen van elk 19 verse melkkoeien een basisrantsoen bestaande voor 70% uit snijmaïs van respectievelijk het dry-down type of het stay-green type.

Tussen de snijmaïskuilen van het dry-down en stay-green type bleek praktisch geen verschil te bestaan in voederwaarde, zetmeelgehalte, NDF en de *in-vitro* verteerbaarheid. De resultaten van de *in-situ* afbraak met de nylonzakjesmethode geven aan dat tussen beide afrijpingstypen slechts geringe verschillen bestaan in de afbraakarakteristieken van zetmeel en NDF. Mede door de geringe verschillen in de samenstelling van de snijmaïs was de nutriënten- en voederwaardesamenstelling van het gehele rantsoen bij beide behandelingsgroepen vrijwel identiek.

De proefbehandelingen resulteerden niet in verschillen in de opname van droge stof, VEM, DVE, zetmeel en NDF. Hierdoor leidde het voeren van snijmaïsrijke rantsoenen op basis van snijmaïs van of het dry-down type of het stay-green type uiteindelijk niet tot verschillen in melkgift, melksamenstelling en de productie van vet, eiwit, lactose en meetmelk. Verder waren er geen verschillen in energie- en eiwitdekking, gewicht en conditiescore-verloop.

De conclusie is dat het afrijpingstype van snijmaïs binnen het gangbare oogsttraject van 30 tot 35% droge stof geen effect heeft op de voeropname, melkproductie, melksamenstelling, gewicht en conditiescore verloop. Het afrijpingstype dry-down of stay-green is vanuit het oogpunt van dierprestatie van ondergeschikt belang en daarom hoeft men er bij de rassenkeuze geen rekening te mee te houden.

Deel B: De effecten van energietype en oogststadium op de voeropname en melkproductie

Bij snijmaïs worden twee energietypen onderscheiden: het zetmeeltype en het celwandtype. Snijmaïs van het zetmeeltype heeft relatief een hoog zetmeelgehalte en een lagere verteerbaarheid van de celwandfractie. Snijmaïskuil van een celwandtype heeft een lager zetmeelgehalte en een relatief hoge verteerbaarheid van de celwanden. Thans wordt 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 om het gewas in een minder ver afgerijpt stadium te oogsten, vanwege een lager gehalte aan (bestendig) zetmeel en een betere verteerbaarheid van de celwanden ten opzichte van laat oogsten. Er zijn echter weinig onderzoeksgegevens bekend over de effecten van het energietype en afrijpingsstadium van snijmaïs op de voeropname en melkproductie. Daarom is een voederproef uitgevoerd waarin de effecten van het energietype van snijmaïs (celwandtype vs. zetmeeltype) geoogst bij twee afrijpingsstadia (vroeg bij circa 30% en laat bij circa 36% droge stof in het gewas) op de voeropname en melkproductie van hoog productieve melkkoeien is onderzocht. Hierin kregen vier gelijkwaardige behandelingsgroepen (C-V, C-L, Z-V, Z-L) van elk 18 verse melkkoeien een basisrantsoen bestaande voor 70% uit snijmaïs. De behandelingsgroepen C-V en C-L kregen een rantsoen met snijmaïs van het celwandtype en de behandelingsgroepen Z-V en Z-L kregen een rantsoen met snijmaïs van het zetmeeltype. De snijmaïs van de behandelingsgroepen C-V en Z-V werd vroeg geoogst, d.w.z. bij een drogestofgehalte in het veldgewas van ongeveer 30%. De snijmaïs van de

behandelingsgroepen C-L en Z-L werd laat geoogst, hetgeen overeenkomt met een drogestofgehalte in het veldgewas van circa 36%.

Vroeg oogsten van snijmaïs leidde tot hogere gehalten aan ruwe celstof en NDF en lager zetmeelgehalte in de ingekuilde snijmaïs. 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 celwandtype en zetmeeltype 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.

De resultaten van in-situ verteerbaarheidsonderzoek geven aan dat zetmeel afkomstig van snijmaïs van het zetmeeltype een hogere bestendigheid heeft dan die van het celwandtype. Het is niet bekend of de gevonden verschillen in de bestendigheid van zetmeel algemeen geldend zijn voor snijmaïs van het zetmeeltype en celwandtype. Uit andere onderzoeken zijn echter wel indicaties dat de zetmeelbestendigheid rasafhankelijk is. De koeien op een rantsoen met snijmaïskuil van het zetmeeltype hadden een hogere VEM en zetmeelopname ten opzichte van het celwandtype. Oogsttijdstip had geen effect 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 meer melk, eiwit en lactose. Dit kan wellicht worden verklaard uit een grotere opname van zetmeel. Zetmeel is de belangrijkste bron van glucogene nutriënten (glucose en propionzuur) voor de vorming van lactose dat in belangrijke mate de grootte van het melkvolume bepaald. Door de hogere bestendigheid van het zetmeel in snijmaïs van het zetmeeltype wordt meer zetmeel in de darm verteerd. Zetmeel verteert in de darm wordt mogelijk efficiënter benut. De lagere afbraaksnelheid en hogere bestendigheid van het zetmeel kan mogelijk in de pens tot gunstiger omstandigheden (pens pH) hebben geleid voor afbraak van celwanden waardoor de productie van microbiële eiwit en azijnzuur groter is geweest. Hierdoor zijn meer nutriënten beschikbaar gekomen voor de vorming van respectievelijk eiwit en melkvet.

Zowel bij snijmaïs van het zetmeeltype als van het celwandtype heeft, binnen het oogsttraject van 30 tot 36% droge stof, 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 in het rantsoen is daarom niet zinvol. Veehouders dienen het oogststadium af te laten hangen van andere factoren zoals de kans op perssapverliezen en optimale drogestofopbrengst. 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 voor hoogproductieve koeien geen meerwaarde ten opzichte van een snijmaïsras van het zetmeeltype. Een hoge zetmeelbestendigheid lijkt juist gunstig te zijn voor de melkproductie. Echter, het is op dit moment niet mogelijk om snijmaïsrassen te kiezen op basis van zetmeelbestendigheid, dit omdat in het rassenonderzoek zetmeelbestendigheid buiten beschouwing wordt gelaten. Tot dat 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.

Summary

Several developments in maize breeding have led to a large heterogeneity in genotypes. The variation in genotypes particularly concerns the factors earliness, ripening and kind of energy. This variation probably goes together with a wide variety of plant composition, optimum harvest stage, ensiling losses and feeding aspects like digestibility, intake and production. Present advices considering harvest, conservation and feeding silage maize take no account of the larger diversity in genotypes. Therefore a wide research has been performed to study the effects of genotype and harvest (maturity) stage on yield, quality, conservation, feeding aspects and milk production. Five reports have been produced on the entire project. This report is focusing on feed intake and milk performance of silage maize as affected by maturity type, energy type and stage of maturity.

Part A. The effects of maturity type on feed intake and milk performance

Between forage maize varieties of the same maturity class may exist differences in maturing characteristics (i.e. the maturing rates of the leaves and cob). Maize varieties of the “dry down” type are characterised by a steady increase of dry matter content of both the leave and cob fraction. As a result, maturation of the leaves and cob contribute proportionally to the increase of the total dry matter content of the whole plant. Maize varieties of the “stay green” type are characterised by a rapid increase of the dry matter content of the cob and a relatively slow increase of the dry matter content of the leave fraction. Thus, at the same stage of maturity (i.e. dry matter content in the whole plant), stay-green type varieties will have cobs that are more mature and more green leaves than dry down type varieties. An increased maturity of maize kernels is associated with reduced starch degradation in the rumen and hence a shift in starch digestion from the rumen towards the intestine. In addition, stay green characteristics are associated with a higher cell wall digestibility and improved palatability of the residual plant. Therefore, maturing type (stay green vs. dry down) could affect feed intake, nutrient digestion and milk performance in dairy cows. Therefore a study was carried out in order to compare the effect of a stay-green and a dry down type forage maize variety on degradation characteristics of maize silage, feed intake and milk performance in early lactation dairy cows.

Two maize varieties were selected for a large contrast in dry-down and stay-green characteristics. The two maize varieties were harvested and ensiled at a target dry matter content of 330 g/kg. Thirty-eight fresh cows were used in a 15 week feeding trial which consisted of a four week covariate period followed by an 11 week treatment period. The cows were blocked according to lactation number (primiparous, multiparous cows) milk yield and composition in the previous lactation (multiparous cows) and within blocks randomly assigned to randomly to one of the two treatments Dry-down and Stay-green. The experimental diets were offered *ad libitum* and consisted of a mixture of maize silage, grass silage and soy bean meal in a ratio 70:17:13 on a DM basis. In addition to that, the cows were offered 7.0 kg DM of a commercial compound concentrate per day. An additional study with three rumen cannulated cows was conducted in order to determine the *in-situ* degradation characteristics of the dry matter, starch and Neutral Detergent Fibre (NDF) using the nylon bag technique. The results of the feeding trial showed that there were no differences in the chemical composition and feeding value (Net energy for lactation (VEM), digestible protein available in the intestine (DVE), degradable protein balance OEB)) between the dry-down type and stay-green type maize silage. The intake of dry matter and nutrients (crude protein, crude fibre, NDF, VEM, DVE and OEB) did not differ among the treatments. There were also no differences in milk yield, milk constituent yield and milk composition between the treatments. The results of the *in-situ* degradation study indicated that both the non-soluble fraction and *in-situ* degradation rate of starch were somewhat higher for the dry-down type than for the stay-green type. However, the proportion of rumen undegradable by-pass starch was similar for the two varieties. The indigestible fraction of NDF was slightly lower but the degradation rate of NDF was higher and the non-soluble fraction was larger in the dry down type variety than in the stay-green type variety.

In conclusion, maturing type (stay-green vs. dry down) of forage maize have only small effects on *in-situ* degradation characteristics of maize silage and no effect on feed intake and milk performance by dairy cows. Therefore, dairy farmers should not bother about stay-green or dry down characteristics of forage maize but just select those varieties with the best yield prospective and feeding value.

Part B: The effects of energy type and stage of maturity on feed intake and milk performance in dairy cows

Between forage maize varieties with a similar digestibility of the organic matter may exist variation in starch content and cell wall digestibility. Differences in starch content and cell wall digestibility are used as criteria to classify forage maize varieties into different energy types. Varieties relatively high in starch, but with a low cell wall digestibility are considered as “starch energy type” varieties. Whereas varieties relatively low in starch, but with a high cell wall digestibility are considered as “cell wall energy type” varieties.

Currently, in situations with a large proportion of maize silage in dairy cow rations, it is recommended to use a cell wall energy type maize variety or to harvest a starch energy type maize variety in an early stage of maturity in order to reduce the concentration of (by-pass) starch in the diet and to improve cell wall digestibility and dietary fibre content. One reason for this advice is that an excess of by-pass starch in the diet is fermented in the large intestine, with a subsequent lowered energetic efficiency. A second reason is to prevent a shortage of physical structure (effective fibre) in the diet. However, up to now, there are no clear reports that support the idea that in case of maize silage rich diets, a cell wall energy type variety should be preferred over a starch energy type maize variety or that a starch energy type variety should be harvested in an early stage of maturity. Therefore, an experiment was undertaken to study the effects of energy type (starch vs. digestible cell walls) and stage of maturity (early vs. late) of maize silage on *in-situ* digestibility, feed intake and milk performance in dairy cows.

Two maize varieties were selected for a large contrast in starch content and *in vitro* digestibility of Neutral Detergent Fibre (high starch variety "Z" and high cell wall digestibility variety "C"), but with similar *in vitro* digestibilities of organic matter. Four maize silages (C-V, C-L, Z-V, Z-L) were made by harvesting each of the two maize varieties Z and C at an early stage of maturity ("V", target 300 g DM/kg) and a late stage of maturity ("L", target 360 g DM/kg).

Seventy-two fresh cows were used in a 15 week feeding trial which consisted of a four week covariate period followed by an 11 week treatment period. The cows were blocked according to lactation number (first parity, second parity and older cows) milk yield and composition in the previous lactation (second parity and older cows) and within blocks randomly assigned to randomly to one of the four treatments. The treatments were defined as C-V (variety C, stage of maturity V), C-L (variety C, stage of maturity L), Z-V (variety Z, stage of maturity V) and Z-L (variety Z, stage of maturity L). The experimental diets were offered *ad libitum* and consisted of a mixture of maize silage, grass silage and soy bean meal in a ratio 70:18:12 on a DM basis. In addition to that, the cows were offered 6.5 kg DM of a commercial compound concentrate per day. An additional study with three rumen cannulated cows was conducted in order to determine the *in-situ* degradation characteristics of the dry matter, starch and Neutral Detergent Fibre (NDF) using the nylon bag technique.

Early harvest resulted in maize silages with a higher crude fibre and NDF content, but lower starch content. The cell wall energy type maize silages had on average a higher NDF content, but lower starch content compared to the starch energy type maize silages. However, the differences in starch content were small. The four maize silages had similar values of net energy for lactation (VEM), digestible protein available in the intestine (DVE), degradable protein balances OEB and a similar digestibility of organic matter. The results of the *in-situ* degradation study showed that within stage of maturity, there was a reduced rate of *in-situ* degradation of starch and an improved proportion of rumen undegradable by-pass starch for the starch energy type maize silages compared to the cell wall energy type maize silages. The rates of *in-situ* starch degradation of silage C-V, CL, Z-V and Z-L were 5.96, 3.46, 2.21 and 2.29 %/h, respectively. The fractions of non-soluble rumen degradable starch of silage C-V, CL, Z-V and Z-L were 38.4, 45.5 38.5 and 84.3 %, respectively. The fractions of rumen undegradable by-pass starch of silage C-V, CL, Z-V and Z-L were 23.2, 32.7, 32.7, and 54.4%, respectively. However, it is not clear whether the observed differences in starch degradation characteristics between the starch and cell wall energy type are typical for these energy types. There are indications for differences in degradation characteristics of starch among maize hybrids. There were only small differences in the characteristics of *in-situ* NDF degradation.

The main effect stage of maturity of maize had no effect on dry matter and net energy intake. Harvest at an early stage of maturity resulted in a significant higher NDF intake and lower starch intake (8.52 and 4.38 kg/d) than harvest at a late stage of lactation (8.19 and 5.03 kg/d). Stage of maturity of maize had no effect on milk yield, milk constituent yield and milk composition.

The cows that received a diet based on starch energy type maize had a significant higher net energy and starch intake (23.7 kVEM/d and 4.86 kg/g) than cows that received a diet based on cell wall energy type maize (22.9 kVEM/d and 4.56 kg/d). Furthermore, the cows on a diet containing starch energy type maize silage produced significantly more milk, milk protein, lactose and fat and protein corrected milk (39.6 kg milk/d; 1276 g protein/d; 1861 g lactose/d; 40.4 kg FPCM/d) compared to cows on a diet with the cell wall energy type maize silage (38.9 kg milk/d; 1212 g protein/d; 1778 g lactose/d; 38.9 kg FPCM/d). This difference in milk performance may be explained by differences in the intake of starch and the site of starch digestion (rumen or intestine). Starch is the most important source of glucogenic precursors (glucose and propionic acid) for lactose synthesis, either from propionic acid production in the rumen or through glucose absorption from the small intestine. Lactose is the main osmotic component of milk and thereby it determines milk volume. Furthermore, a lower starch degradation rate and consequently a higher proportion of by-pass starch may have caused a shift in starch digestion from the rumen towards the intestine in cows fed a diet with the starch energy type maize silage. Starch digestion in the intestine is energetically more efficient than starch digestion in the rumen. In addition to that, a shift in starch digestion from the rumen to the intestine may have also improved the conditions (rumen pH)

for cellulolytic rumen microbes which may have resulted in an improved cell wall digestion and microbial protein synthesis.

In conclusion, within the range of 300 – 360 g DM/kg there is no effect of stage of maturity on feed intake and milk performance. The stage of maturity at harvest should depend on other factors such as prevention of effluent losses and DM yield. Furthermore, the results of this study show also that there is no evidence that in case of maize silage rich diets, a cell wall energy type variety should be preferred over a starch energy type maize variety or that a starch energy type variety should be harvested in an early stage of maturity in order to avoid an excess of dietary (by-pass) starch. On the contrary, even with maize silage rich diets, improving starch intake by feeding starch energy type maize silages and shifting starch digestion from the rumen to the intestine has a beneficial effect on the milk performance of early lactation dairy cows. Currently, it is not possible to choose maize varieties on the basis of the rumen degradability of starch, yet. Until then, farmers should choose a forage maize variety with a high net energy and starch content that suits best with the growing conditions of the farm.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
Deel A. Het effect van afrijpingstype op de voeropname en melkproductie		3
2	Inleiding	3
3	Materiaal en methoden	5
3.1	Proeflocatie	5
3.2	Proefopzet en proefbehandelingen	5
3.3	Voedergewassen	5
3.3.1	Graskuil	5
3.3.2	Snijmaïs	6
3.4	Voermethoden	6
3.5	Metingen, bemonstering en analyses	7
3.5.1	Gewasopbrengst en plantfracties	7
3.5.2	Voersamenstelling en voederwaarde	8
3.5.3	Voer- en nutriëntenopname	9
3.5.4	Melkproductie en melksamenstelling	9
3.5.5	Gewicht en conditiescore	9
3.5.6	VEM- en DVE-balans	9
3.6	Statistische analyse	10
4	Resultaten en discussie	11
4.1	Gewasopbrengst en chemische samenstelling van gewas, kolf en restplant	11
4.1.1	Opbrengsten en kolfaandeel	11
4.1.2	Chemische samenstelling gewas, kolf en restplant, vers product	11
4.2	Chemische samenstelling en voederwaarde	12
4.2.1	Chemische samenstelling en voederwaarde ingekuild product	12
4.2.2	In-situ afbraak	13
4.3	Voer- en nutriëntenopname	14
4.3.1	Voer- en nutriëntenopname tijdens de voorperiode	14
4.3.2	Voer- en nutriëntenopname tijdens de behandelingsperiode	15
4.3.3	Rantsoensamenstelling	16
4.4	Melkproductie, -samenstelling, gewicht en conditiescore	18
4.4.1	Melkgift en melksamenstelling tijdens de voorperiode	18
4.4.2	Melkgift en melksamenstelling tijdens de behandelingsperiode	18
4.4.3	Conditiescore en gewichtsverloop	20
5	Conclusies en aanbevelingen	21
Deel B: De effecten van energietype en oogststadium op de voeropname en melkproductie		22
6	Inleiding	22
7	Materiaal en methoden	24
7.1	Proeflocatie	24

7.2	Proefopzet en proefbehandelingen	24
7.3	Voedergewassen	24
7.3.1	Graskuil	24
7.3.2	Snijmaïs	25
7.4	Voermethoden	26
7.5	Metingen, bemonstering en analyses	26
7.6	Statistische analyse	27
8	Resultaten en discussie	28
8.1	Gewasopbrengst en gewassamenstelling	28
8.1.1	Drogestofopbrengst en kolfaandeel	28
8.1.2	Chemische samenstelling gewas, kolf en restplant	28
8.2	Voersamenstelling, voederwaarde en afbraakkenmerken	29
8.2.1	Chemische samenstelling en voederwaarde	29
8.2.2	In-situ afbraak	30
8.3	Voer- en nutriëntenopname	31
8.3.1	Voer- en nutriëntenopname tijdens de voorperiode	31
8.3.2	Voer- en nutriëntenopname tijdens de behandelingsperiode	32
8.3.3	Rantsoensamenstelling	34
8.4	Melkproductie, -samenstelling, gewicht en conditiescore	36
8.4.1	Melkgift en melksamenstelling tijdens de voorperiode	36
8.4.2	Melkgift en melksamenstelling tijdens de behandelingsperiode	36
8.4.3	Conditie-score en gewichtsverloop	39
9	Conclusies en aanbevelingen	40
	Literatuur	41

1 Inleiding

In dit rapport worden de resultaten van het voedingsdeel van het onderzoeksproject “Efficiënt snijmaïsgebruik” weergegeven. Het voedingsdeel bestaat uit twee delen, A en B. In dit hoofdstuk gaan we in op de aanleiding van het totale onderzoeksproject. Vervolgens leest u in deel A en B de aanleiding van het betreffende onderdeel.

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 voor een hoge voederwaardeopbrengst per hectare en oogstzekerheid van het gewas (Anonymus, 2005). 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
Afrijping	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. Oogststadium onderzoek, 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.

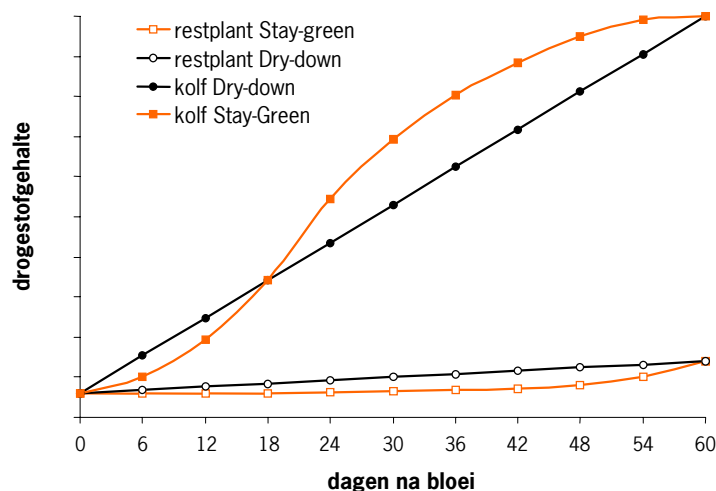
Deel A. Het effect van afrijpingstype op de voeropname en melkproductie

2 Inleiding

Door de grote vooruitgang die met de veredeling van snijmaïs is geboekt op het gebied van vroegrijpheid en oogstzekerheid is er de laatste jaren meer aandacht gekomen voor andere gewaseigenschappen zoals het afrijpingstype. Het verschil in afrijpingstype wordt meestal aangeduid met de termen dry-down en stay-green. Snijmaïs van het dry-down afrijpingstype wordt ook wel aangeduid als “gelijkmatig” of “harmonieus” afrijpend. Bij het dry-down type neemt tijdens de afrijping het drogestofgehalte van zowel de restplant als de kolf ongeveer gelijkmatig toe. Bij snijmaïs van het stay-green type, ook wel “groenblijvend” genoemd, neemt tijdens de afrijping het drogestofgehalte in de kolf sneller toe dan het drogestofgehalte in de restplant. Bij hetzelfde drogestofgehalte in de gehele plant, heeft een dry-down type hierdoor een hoger drogestofgehalte in de restplant dan een stay-green type. De planten van een dry-down type zijn op dat moment ook in sterkere mate afgestorven (verder afgerijpt) en hebben minder groene bladeren dan een stay-green type.

Daarentegen zijn bij een gelijk drogestofgehalte van de gehele plant de kolven van het dry-down type juist minder ver afgerijpt en hebben ze een lager drogestofgehalte dan de kolven van het stay-green type. Een schematisch voorbeeld van het verschil in het verloop van de afrijping is gegeven in figuur 1.

Figuur 1 Schematisch verloop van het drogestofgehalte in kolf en restplant van een dry-down en een stay-green type snijmaïs



Bij snijmaïs van een dry-down type is dus sprake van een relatief onrijpe kolf met een relatief lager drogestofgehalte met een wat verder afgerijpte restplant met een relatief hoger drogestofgehalte. De snijmaïs van een stay-green type heeft juist een verder afgerijpte kolf met een relatief hoger drogestofgehalte, terwijl de restplant minder ver is afgerijpt en een relatief lager drogestofgehalte heeft. Bij hetzelfde drogestofgehalte in de totale plant bestaan tussen snijmaïshybriden van het dry-down en stay-green verschillen in rijpheid van de korrel en de restplant. De mate afrijping van de korrel en restplant van snijmaïs heeft invloed op de verteerbaarheid van de nutriënten. Uit *in-vitro*, *in-situ* en *in-vivo* verteerbaarheidstudies blijkt dat bij toenemende rijpheid, afgelezen aan een hoger drogestofgehalte van de gehele plant, de verteerbaarheid en afbraaksnelheid van zetmeel en NDF van snijmaïs afneemt (Bal et al., 1997, Jensen et al., 2005, Jochmann et al., 1999, Sutton et al., 2000). De *in-vitro* afbreekbaarheid van maïskorrels neemt exponentieel af met de toename van het drogestofgehalte (rijpheid) van de korrel (Ettle et al., 2001, Kurtz et al., 2003). Dit betekent dat naarmate een gewas verder is afgerijpt, een groter deel van het zetmeel ontsnapt aan afbraak in de pens en in de dunne darm beschikbaar komt. Omdat bij hetzelfde drogestofgehalte in de gehele plant verschil bestaat in de korrelrijpheid van dry-down en stay-green typen kan worden verwacht dat ook de mate en plaats (pens of dunne darm) van de zetmeelafbraak tussen beide typen verschilt. Zetmeel dat wordt verteerd in de dunne darm wordt met een hogere efficiëntie benut dan zetmeel dat in de pens verteert (Owens et al., 1986). Een rijpere kolf met een grotere pensbestendigheid van het zetmeel kan daarom vanuit het oogpunt van nutriëntenbenutting voordelig zijn.

Ook voor de vertering van de celwandfracties geldt dat er mogelijk verschil bestaat tussen dry-down en stay-green typen. In een verder afgerijpt gewas is het NDF-gehalte en de verteerbaarheid van NDF lager (Jensen et al.,

2005, Jochmann et al., 1999, Sutton et al., 2000). De afbraaksnelheid en afbreekbaarheid van de celwanden is bij een fysiologisch ouder gewas lager door een toenemende lignificatie. Omdat snijmaïs van het stay-green type langer groen blijft, lijkt dit type bij hetzelfde afrijpingsstadium (drogestofgehalte) fysiologisch jonger dan een snijmaïs van het dry-down type. In de praktijk wordt daarom vaak verondersteld dat snijmaïs van het stay-green type een betere celwandverteerbaarheid heeft. Uit onderzoek bleek echter tussen dry-down en stay-green typen geen systematisch verschil te bestaan in de *in-vitro* verteerbaarheid van de kolfvrije restplant (Schlagheck et al., 2000). Ook wordt snijmaïs van het stay-green type vaak in verband gebracht met een groener, dus frisser en daarom smakelijker product. Het is echter nog nooit onderzocht of dit daadwerkelijk ook leidt tot een hogere voeropname van stay-green typen ten opzichte van dry-down typen. Wel is aangetoond dat tussen snijmaïs van het dry-down en stay-green type verschil in perssapverliezen bestaat bij de conservering bij drogestofgehalten beneden 320 g/kg (van Schooten, 2006). Echter, de effecten die deze verschillen in conserveringseigenschappen en perssapverliezen hebben op de voeropname (smakelijkheid) zijn niet eerder onderzocht.

Samenvattend stellen we dat tussen snijmaïs van het dry-down of stay-green type, wanneer deze zijn geoogst bij hetzelfde drogestofgehalte, verschil kan bestaan in de afbreekbaarheid en afbraaksnelheid van zetmeel en celwanden en de plaats in het maagdarmkanaal (pens of dunne darm) waar het zetmeel wordt afgebroken. Daarnaast zijn er verschillen in conserveringseigenschappen tussen snijmaïs van het dry-down of stay-green type. Dit kan leiden tot verschillen in voeropname, nutriëntenopname en nutriëntenbenutting en uiteindelijk melkproductie tussen rantsoenen met een groot aandeel snijmaïs met dry-down of stay-green eigenschappen. Helaas is er 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 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-green eigenschappen van snijmaïs op de voeropname en melkproductie van hoogproductieve melkkoeien werden onderzocht.

3 Materiaal en methoden

3.1 Proeflocatie

Het experiment werd uitgevoerd op het Praktijkcentrum Cranendonck te Soerendonck. De koeien waren gehuisvest in een ligboxenstal met roostervloer. De afdeling voor het voedingsonderzoek is uitgerust met transpondergestuurde elektronische voerdeuren (Calan) waarmee individueel gevoerd kan worden. Krachtvoer kan eveneens individueel worden verstrekt met transpondergestuurde krachtvoerautomaten (Manus). De koeien werden gemolken in een 12-stands tandemdraaimelkstal met automatische koeherkenning, elektronische melkgiftmeting en afnameapparatuur (Manus). Daarnaast is de stal voorzien van een elektronische weegbrug (Welvaarts) waarmee de koeien bij het verlaten van de melkstal automatisch worden gewogen.

3.2 Proefopzet en proefbehandelingen

De voederproef is uitgevoerd als een volledig gewarde blokkenproef. Uit de veestapel van ongeveer 100 melkkoeien werden 38 herfstkalvende Red Holstein-Friesian melkkoeien (8 vaarzen en 30 ouderekalfs koeien) geselecteerd. Deze koeien werden ingedeeld in 19 blokken van twee koeien elk. De blokindeling gebeurde op basis van de mate van overeenkomst in lactatienummer (vaarzen en oudere koeien), afkalfdatum, melkproductie en melksamenstelling in de eerste 100 dagen van de voorgaande lactatie, conditiescore en gewicht. De koeien van elk blok werden door loting toegewezen aan de proefbehandelingen. De proefbehandelingen waren gedefinieerd als Dry-down en Stay-green.

De gehele proefperiode bestond uit 4 weken voorperiode en 11 weken behandelingsperiode. De proefperiode begon voor elke individuele koe op de maandag van de eerste kalenderweek na afkalven. Tijdens de gehele proefperiode hadden de koeien onbeperkt toegang tot een voermengsel dat op drogestofbasis bestond uit circa 70% snijmaïskuil, 17% graskuil en 13% eiwitrijk krachtvoer. Het ruwvoeraandeel in het rantsoen bestond voor 80% uit snijmaïskuil en 20% uit graskuil. Tijdens de voorperiode bestond de snijmaïskuil in het voermengsel voor de helft uit snijmaïskuil van het dry-down type en voor de helft uit snijmaïskuil van het stay-green type. In de behandelingsperiode kregen de koeien van behandelingsgroep Dry-down uitsluitend snijmaïskuil van het dry-down type en de koeien van behandelingsgroep Stay-green uitsluitend snijmaïskuil van het stay-green type (tabel 2). Naast onbeperkt toegang tot het voermengsel ontvingen de koeien dagelijks een vaste hoeveelheid mengvoer via twee krachtvoerautomaten.

Tabel 2 Samenstellingen van de onbeperkt verstrekte basisrantsoenen per behandelingsgroep (g ds/kg ds)

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
Eiwitrijk krachtvoer	130	130	130

3.3 Voedergewassen

3.3.1 Graskuil

De graskuil was gemaakt van de eerste snede gras afkomstig van verschillende percelen die overwegend uit Engels raaigras bestonden. Deze percelen waren in het voorjaar van 2004 bemest met 25 m³ rundveedrijfmest per ha, toegediend met een zode-injecteur en aangevuld tot 90 á 120 kg stikstof/ha afkomstig uit kunstmeststikstof Emtec (260 g N/kg). Het gras werd gemaaid op 12 mei 2004 met een cirkelmaaier-kneuzercombinatie. Bij het maaien bedroeg de opbrengst ongeveer 3500 kg drogestof per hectare. Het gewas werd voorgedroogd gedurende een veldperiode van anderhalve dag waarbij het gewas één keer werd geschud en geharkt. De graskuil is geoogst met een hakselaar en vervolgens ingekuuld in een rijkuil, afgedekt met plastic en een gronddek.

3.3.2 Snijmaïs

Selectie van de hybriden

Op basis van de resultaten van het rassen vergelijkingsonderzoek (van Dijk et al., 2006) werden twee snijmaïshybriden (Ras 1 en Ras 7) geselecteerd die het grootst mogelijke contrast in afrijpingstype lieten zien.

Teelt, bemesting en gewasbescherming

Beide snijmaïstypen werden elk verbouwd op twee gelijkwaardige delen op hetzelfde perceel zandgrond (dekzand) met grondwatertrap VII, gelegen in Leende (Noord-Brabant) op 51.350° noorderbreedte en 5.583° oosterlengte, 25 meter boven NAP. Gedurende het groeiseizoen (mei - september) bedroeg de gemiddelde dagtemperatuur 17,1 °C; deze was daarmee 1,5 °C hoger dan het langjarig gemiddelde. De gemiddeld hogere dagtemperatuur gedurende het groeiseizoen was vooral een gevolg van een warme augustus- en septembermaand. De hoeveelheid neerslag in het groeiseizoen bedroeg 401 mm ten opzichte van een langjarig gemiddelde van 310 mm. Ook de stralingsom was met 241 kJ/cm² hoger dan het langjarig gemiddelde van 236 kJ/cm². Meer gedetailleerde gegevens van het weer op de proeflocatie zijn te vinden in (van Dijk et al., 2006)

De bemesting met stikstof en fosfaat van het perceel waarop de snijmaïshybriden werden geteeld, was afgestemd op de bemestingstoestand zoals bepaald in het voorjaar van 2004 (zie tabel 3). Op 19 april is 37,5 m³ rundveedrijfmest per hectare toegediend. De bemesting uit drijfmest bedroeg 160 kg N/ha, waarvan 80 kg werkzame N/ha, 68 kg P₂O₅/ha en 200 kg K₂O/ha. De drijfmest is direct na de gift ingewerkt met een frees. Op 22 april 2004 is het perceel geploegd met een ploeg met vorenpakker. Beide snijmaïstypen werden gezaaid op 30 april 2004. De hoeveelheid zaaizaad bedroeg 100.000 zaden per hectare. De rijenafstand was 75 cm en de zaaidiepte ongeveer 6 cm. Bij het zaaien is een rijenbemesting gegeven van 52 kg N/ha uit 200 kg Emtec (260 g N/kg) per ha. Het onkruid werd bestreden door op 2 mei 2004 één keer voor opkomst te wieden. Op 6 juni is een chemische onkruidbestrijding uitgevoerd met combinatie van verschillende middelen (Lido 0,5 l/ha; Callisto 0,5 l/ha; Frontier Optima 0,75 l/ha; Samson 0,75 l/ha). Gelijktijdig met de onkruidbestrijding is een boriumbemesting toegediend in de vorm van 2,5 ltr Boron per hectare.

Tabel 3 Bemestingstoestand op het proefperceel

<i>Stikstof</i>	
Totaal (mg N/kg)	749
C/N quotiënt	18
N leverend vermogen (kg/ha)	41
<i>Fosfaat</i>	
Pw (mg P ₂ O ₅ /l)	114
P-Al (mg P ₂ O ₅ /100 g)	73

Oogst

Beide afrijpingstypen (dry-down en stay-green) werden op 9 september 2004 geoogst bij het beoogde drogestofgehalte in de totale plant van 320 g/kg. De theoretische haksellengte van de maïshakselaar (John Deere type 6750) was afgesteld op 6 mm. De korrelkneuzer was afgesteld op 2 mm en de rijsnelheid bedroeg ongeveer 5,25 km/uur. De snijmaïstypen dry-down en stay-green werden elk afzonderlijk ingekuuld in rijkuilen en afgedekt met plasticfolie en een zanddek.

3.4 Voermethoden

Het vee kreeg het mengvoer gelijkmatig over de dag verstrekt met transpondergestuurde krachtvoerautomaten die gedurende de gehele dag vrij toegankelijk waren. De grondstoffen- en nutriëntensamenstelling van het mengvoer zijn gegeven in tabel 4. Wekelijks werd de graskuil en snijmaïskuil bemonsterd voor bepaling van het drogestofgehalte op basis van het gewichtsverschil van het verse materiaal en het gedroogde materiaal na tenminste 36 uur drogen bij 104 °C. Op basis van deze drogestofgehaltenes werd berekend hoeveel vers materiaal van elke voerpartij moest worden ingewogen in het ruwvoermengsel. Dagelijks werd voor elke behandelingsgroep met een voermengwagen een vers voermengsel gemaakt (zie tabel 4). Om tekorten aan macro- en sporenelementen en vitaminen te voorkomen voegde men aan het voermengsel 70 g vitaminen- en mineralenpremix en 50 g zout per dier per dag toe. Voor elke individuele koe werd een hoeveelheid van het voermengsel afgewogen dat zij dagelijks in twee porties (om 7.00 en 17.00 uur) kreeg. Gedurende de gehele voederproef hadden koeien via transpondergestuurde elektronische voerdeuren (Calan) onbeperkt toegang tot het

eigen ruwvoermengsel. Om een onbeperkte opname van ruwvoer te garanderen, bedroeg op elk moment van de dag de minimale hoeveelheid voerrest tenminste 10% van de aangeboden hoeveelheid ruwvoer. Vers drinkwater was de gehele dag vrij beschikbaar.

Tabel 4 Grondstoffen-, nutriënten- en voederwaardesamenstelling mengvoer en eiwitrijk krachtvoer.
De grondstoffensamenstelling is gegeven in g/kg. De nutriënten- en voederwaardesamenstelling in g/kg drogestof, tenzij anders aangegeven

Ingrediënten)	Mengvoer	Eiwitrijk voer	Nutriënten	Mengvoer	Eiwitrijk voer
Citruspulp	216		Drogestof (g/kg)	903	885
Maisglutenvoermeel	144		Ruw eiwit	202	472
Melasse	50		Ruwe celstof	123	70
Palmpitschilfers	225		Ruw as	90	69
Plantaardig vet (raapzaadolie)	2		Ruw vet	45	30
Protapec ¹⁾	100		Suiker	105	128
Raapzaadschroot	65		Zetmeel	78	9
Raapzaadschroot, formaldehyde beh.	88		NDF	386	164
Sojaschroot, onbehandeld		540	ADF	219	103
Sojaschroot, formaldehyde beh.		460	ADL	44	13
Tarwegries	40				
Vinasse	50		<i>Mineralen</i>		
Zout	5		Fosfor	6,5	7,0
Krijt	4		Kalium	19,4	24,7
Magnesiumoxide (90%)	4		Calcium	8,4	3,8
Vitaminen en mineralen premix	8		Natrium	3,7	0,2
			Magnesium	5,8	3,4
			<i>Voederwaarde²⁾</i>		
			VEM (/kg ds)	1052	1136
			DVE	116	321
			OEB	33	103
			FOS	601	548
			VOS	735	843

¹⁾ Op drogestof basis 80% sojahullen en 20% aardappeldiksap

²⁾ Voederwaarde mengvoer en eiwitrijk krachtvoer op basis van de gegevens van de fabrikant

3.5 Metingen, bemonstering en analyses

3.5.1 Gewasopbrengst en plantfracties

Vlak voor de oogst werden op elk perceel van de afrijpingstypen dry-down (Ras 1) en stay-green (Ras 7) op vijf willekeurige plaatsen in het perceel in totaal 30 planten (zes per plaats) geoogst. Alle planten werden gescheiden in een restplantfractie en een kolffractie. De restplantfractie bestond uit de bladeren, de stengel en de schutbladeren van de kolf. De kolffractie bestond uit kolf met spil, maar exclusief de schutbladeren. Per afrijpingstype werd van de helft van de in kolf en restplant gescheiden planten het vers gewicht van de restplantfractie, de kolffractie en de totale plant (restplantfractie plus kolffractie) bepaald, daarna het drogestofgehalte van deze plantfracties na 48 uur drogen bij 104 °C in een droogstoof. Op basis van het vers gewicht en de drooggewichten van de restplantfractie, de kolffractie en de totale plant werden de respectievelijke aandelen van de kolf en restplant in de totale drogestofopbrengst berekend. Tijdens de oogst werd van elk afrijpingstype de drogestofopbrengst bepaald door alle vol- en leeggewichten van de silagewagens te wegen op een weegbrug. Tevens nam men uit elke silagewagen een monster om het drogestofgehalte te bepalen na 48 uur drogen bij 104 °C in een droogstoof.

3.5.2 Voersamenstelling en voederwaarde

Bemonstering

Bij de oogst werd van elke snijmaïstype vijf monsters vers gehakselde product verzameld door tijdens de oogst elke silagewagen te bemonsteren. Daarnaast werd van elk type snijmaïs de kolven en restplanten gehakseld en bemonsterd. Dit materiaal was afkomstig van 15 planten die waren geoogst op vijf willekeurige plaatsen in het perceel. De vers gehakselde monsters verzonden we direct en ze werden geanalyseerd op het analyselaboratorium.

Gedurende het experiment werd wekelijks van elke partij snijmaïskuil en graskuil een representatief monster genomen voor de bepaling van de chemische samenstelling en de voederwaarde. Deze monsters werden luchtdicht verpakt opgeslagen in een vriezer bij -20°C. Aan het einde van de proef zijn per voerpartij en per periode van 4 weken verzamelmonsters samengesteld. De krachtvoerders zijn wekelijks bemonsterd, gekoeld en luchtdicht opgeslagen. Van elk afzonderlijk krachtvoeder werd aan het eind van de proefperiode één verzamelmonster voor de gehele experimentele periode samengesteld.

Voederwaarde analyse

De monsters van vers gehakselde gehele planten, kolven en restplanten en de verzamelmonsters van de ingekuilde partijen snijmaïs en graskuil werden geanalyseerd op het gehalte aan droge stof, NH₃ (alleen graskuil), ruw eiwit, ruwe celstof, ruw as, ruw vet (alleen krachtvoer), suiker (behalve snijmaïskuil), zetmeel (behalve graskuil), NDF (Neutral Detergent Fiber), ADF (Acid Detergent Fiber), en ADL (Acid Detergent Lignin). Tevens werd van alle ruwvoerders de *in-vitro* verteerbaarheid van de organische stof bepaald. Daarnaast werd in de verse snijmaïs (kolf en gehele plant) de *in-vitro* verteerbaarheid van de NDF bepaald.

Het drogestofgehalte werd gravimetrisch bepaald na drogen bij 104 °C. Het ruw eiwitgehalte werd bepaald als 6,25 × stikstofgehalte, dat met behulp van spectrofotometrie was geanalyseerd. Het ruwe celstofgehalte werd gravimetrisch bepaald na koken in achtereenvolgens 0,3 N zwavelzuur en 1,5 N natronloog en na verassen in een moffeloven bij 550 °C. Het ruw asgehalte werd gravimetrisch bepaald na verassen in een moffeloven bij 550 °C. Ruw vet werd gravimetrisch bepaald na hydrolyse en extractie met ether. Het suikergehalte is bepaald na extractie van de mono-sacchariden en inversie van di-sacchariden door middel van titratie met het reagens van Luff-Schoorl. Het zetmeelgehalte werd bepaald na extractie van de oplosbare suikers met ethanol 40% gevolgd door ontsluiting onder druk. Vervolgens werd na hydrolysatie van het zetmeel met amyloglucosidase de gevormde glucose bepaald door middel van titratie met het reagens van Luff-Schoorl. Het gehalte aan NDF werd bepaald volgens de methode van (van Soest et al., 1991). De gehalten ADF en ADL werden bepaald volgens de methode van (Goering & Van Soest, 1970). De *in-vitro* verteerbaarheid van NDF werd bepaald na bepaling van het NDF-gehalte volgens (van Soest et al., 1991) en incubatie in penssap gedurende 48 uur. De *in-vitro* verteerbaarheid van de organische stof werd bepaald volgens de methode van (Tilley & Terry, 1963). De chemische analyses zijn uitgevoerd door ALNN (Wargea).

De voederwaarde (FOS, VEM, DVE, OEB) van de ingekuilde snijmaïs en graskuil werd berekend op basis van de chemische samenstelling en de *in-vitro* verteerbaarheid volgens de voorschriften van Centraal Veevoederbureau (CVB, 2005a). De fabrikant (CHV-Landbouwbelang, Veghel) heeft de voederwaarde van het krachtvoer berekend door de op basis van de voederwaarde van de individuele ingrediënten volgens de voorschriften van het CVB (CVB, 2005b).

In-situ afbraak

Op 15 december 2004 zijn de snijmaïskuilen bemonsterd met een monsterboor (BLGG). Direct na bemonstering werden de monsters verzonden en verwerkt door het laboratorium van Nutreco (Boxmeer). De in-situ afbraak van de voermonsters werd bepaald in drie gefistuleerde koeien met de nylonzakjestechiek. Deze koeien ontvingen een rantsoen bestaande uit snijmaïs, graskuil en mengvoer. De nylonzakjes (maaswijdte 37 µm, doorlaatbaarheid 24%) werden gedurende 0, 3, 8, 16, 32, 56, 96 en 336 uur geïncubeerd in de pens conform het protocol van het CVB, 2003). Per voermonster werden 50 nylonzakjes gevuld met circa 5 g droge stof. Het ingewogen materiaal werd niet gemalen of anderszins verkleind, alleen delen groter dan 1 cm zijn handmatig verkleind (knippen en snijden). Op elke incubatieduur met uitzondering van 0 en 336 uur werden per voermonster en per koe twee nylonzakjes geïncubeerd. Bij een incubatieduur van 336 uur werden per voermonster per koe drie nylonzakjes geïncubeerd. De uitwasbare fractie (0 uur incubatie) werd bepaald door per voermonster vier nylonzakjes te wassen in een wasmachine. In afwijking van het CVB protocol werd de uitwasbare fractie niet bepaald in eerder ingevroren materiaal, maar direct in het verse ingekuilde materiaal. Na incubatie werden de nylonzakjesmonsters per tijdstip gepoold en geanalyseerd. De data van de afbraakcurve werd gefit op het model $Y(t) = S + D(1 - e^{-k_d t})$, waarin S de uitwasbare fractie (%), D de niet-oplosbare (potentieel) afbreekbare fractie (%), k_d de afbraaksnelheid (%/uur) en t de incubatie duur (uur) zijn (Ørskov & McDonald, 1979).

Met behulp van de Dixons Q-test is onderzocht of er sprake was een lag-phase, de fase direct na incubatie waarin nog geen afbraak plaatsvindt.

De bestendigheid (%) werd berekend als $B = \left(\frac{k_p}{(k_p + k_d)} \right) (100 - D) + U$, waarin

k_p de fractionele passagesnelheid (%/uur), k_d de afbraaksnelheid (%/uur), D de niet-oplosbare (potentieel) afbreekbare fractie (%) en U de niet afbreekbare fractie (%) zijn. Bij het berekenen van de bestendigheid van zetmeel van snijmaïs werd volgens de voorschriften van het CVB protocol aangenomen dat 10% van de direct uitwasbare fractie van het zetmeel ook als bestendig kan worden aangemerkt; tevens werd aangenomen dat bij snijmaïs $U = 0$. De bestendigheid van het zetmeel is berekend met de volgende formule:

$$B = \left(\frac{k_p}{(k_p + k_d)} \right) (100 - D) + 0.1S$$

3.5.3 Voer- en nutriëntenopname

Van elke individuele koe werd de dagelijks aangeboden hoeveelheid van het ruwvoermengsel en overgebleven voerresten gewogen. Direct na het voeren bemonsterde men het ruwvoermengsel door uit willekeurige bakken plukmonsters te nemen voor bepaling van het drogestofgehalte. Van de voerresten werden direct voor het verwijderen eveneens willekeurige monsters genomen voor de bepaling van het drogestofgehalte. Dit gehalte van het aangeboden voer en de voerresten werd in duplo bepaald na 48 uur drogen bij 104 °C in een droogstoof. De ruwvoeropname is berekend uit de voergift vermenigvuldigd met het drogestofgehalte minus de voerrest vermenigvuldigd met het drogestofgehalte. De dagelijkse drogestofopname uit krachtvoer werd berekend door de gedoseerde hoeveelheid te vermenigvuldigen met het drogestofgehalte.

Van elke individuele koe werd dagelijkse totale opname van nutriënten (ruw eiwit, ruwe celstof, ruw as, zetmeel, NDF, ADF, ADL, VOS, FOS, VEM, DVE en OEB) berekend, door per nutriënt de dagelijkse individuele drogestofopname van elke voerpartij te vermenigvuldigen met daarbij behorende nutriëntengehalten en deze op dagbasis te sommeren. Hierbij nam men aan dat er geen verschil bestond in de samenstelling van het verstrekte rantsoen en de voerrest. Deze aanname kunnen we rechtvaardigen omdat de voeders waren gehakseld en gemengd zodat selectie in het aangeboden voer kan worden uitgesloten, alsmede door een relatief grote minimale voerrest die tenminste 10% van de verstrekte hoeveelheid bedroeg.

3.5.4 Melkproductie en melksamenstelling

De koeien werden tweemaal per dag gemolken om ongeveer 6.00 en 17.00 uur. Dagelijks werd bij elk melkmaal de melkgift automatisch geregistreerd. Verder nam men wekelijks van elke koe op twee opeenvolgende dagen 's ochtends en 's avonds melkmonsters. De beide ochtendmonsters en de beide avondmonsters werden samengevoegd tot respectievelijk één ochtend- en één avondmonster per koe per week. De afzonderlijke avond- en ochtendmelkmonsters zijn met behulp van een Foss Milko-Scan® infrarood automatic analyser (Foss Electric, Hillerød, Denmark) geanalyseerd op het vet-, eiwit- en lactosegehalte bij het laboratorium van MCS te Zutphen. De gemiddelde dagelijkse melkgift werd per koe op weekbasis berekend uit de melkgiften tijdens de ochtend- en avondmelkmaal. Van elke individuele koe berekenden we de wekelijkse productie van vet, eiwit en lactose berekend uit de gemiddelde melkgift tijdens de monsterneming en de bijbehorende vet-, eiwit en lactosegehalten. De meetmelkproductie, dat is de melkproductie gecorrigeerd naar 4% en 3,32% eiwit (FPCM), werd berekend volgens de formule van het CVB, 2005b).

3.5.5 Gewicht en conditiescore

Dagelijks is van elke koe na het melken bij het verlaten van de melkstal het lichaamsgewicht automatisch gemeten. Tijdens de eerste week van de voorperiode, de eerste week van de proefperiode en de laatste week van de proefperiode heeft steeds één en dezelfde persoon aan elke koe een conditiescore toegekend op een schaal van 1 tot 5 volgens de methode zoals beschreven door Boxem *et al.* (1998).

3.5.6 VEM- en DVE-balans

Op weekbasis werd van elke koe een netto energiebalans (VEM balans) berekend; de VEM behoefte voor melkproductie (VEM_{melk}) en onderhoud ($VEM_{\text{onderhoud}}$) op basis van de rekenregels van (van Es, 1978). Vaarzen en tweedekalfs koeien kregen een jeugdtoeslag (VEM_{jeugd}) van respectievelijk 660 en 330 VEM per dag (CVB, 2005b). De VEM-behoefte voor dracht (VEM_{dracht}) was gebaseerd op de rekenregels van het CVB (van den Top *et al.*, 2000).

De VEM-balans werd berekend als de VEM-opname minus de gesommeerde VEM-behoefte voor melkproductie, onderhoud, jeugdgroei en dracht:

$$\text{VEM-balans} = \text{VEM}_{\text{opname}} - (\text{VEM}_{\text{melk}} + \text{VEM}_{\text{onderhoud}} + \text{VEM}_{\text{jeugd}} + \text{VEM}_{\text{dracht}})$$

De eiwitbehoefte voor onderhoud, jeugdgroei en dracht is berekend op basis van het DVE/OEB systeem (Tamminga et al., 1994). De DVE-behoefte voor melkproductie (DVE_{melk}) was gebaseerd op de rekenregels van (Subnel et al., 1994). De DVE-behoefte werd gecorrigeerd voor een eventuele negatieve onbestendig eiwitbalans in de pens (OEB) (Tamminga et al., 1994). De DVE-balans is berekend als de DVE-opname minus de gesommeerde DVE-behoefte voor melkproductie, onderhoud, jeugdgroei, dracht, negatieve OEB en VEM-balans:

$$\text{DVE-balans} = \text{DVE}_{\text{opname}} - (\text{DVE}_{\text{melk}} + \text{DVE}_{\text{onderhoud}} + \text{DVE}_{\text{jeugd}} + \text{DVE}_{\text{dracht}} + \text{DVE}_{\text{OEB}} + \text{DVE}_{\text{VEMB}})$$

3.6 Statistische analyse

De weekgemiddelden van de droge stof en nutriëntenopname, melkgift en melksamenstelling, lichaamsgewicht, conditiescore en VEM en DVE balans werden geanalyseerd door middel van variantieanalyse met behulp van de procedure ANOVA van het statistische pakket (Genstat, 2002). De behandelingsgemiddelden van de droge stof en nutriëntenopname, melkgift en melksamenstelling en lichaamsgewicht gedurende de voorperiode werden gebruikt als co-variabelen bij de variantieanalyse van de resultaten van de behandelingperiode. Hierdoor werden de verschillen in de behandelingsperiode gecorrigeerd voor eventuele verschillen die zijn opgetreden tijdens de voorperiode. Het volgende statistische model is gehanteerd voor de variantieanalyse:

$$Y_{ijk} = \mu + Y_{\text{COV}} + \text{Blok}_i + \text{Behandeling}_j + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk}	=	Behandelingsgemiddelde
μ	=	Totaal gemiddelde
Y_{COV}	=	Co-variabele behandelingsgemiddelde voorperiode
Blok_i	=	Blokeffect ($i=1 \dots 19$)
Behandeling_j	=	Behandelingseffect ($j = \text{dry-down, stay-green}$)
ε_{ijk}	=	Restafwijking

De groepsgemiddelden van de droge stof en nutriëntenopname, melkgift, productie van melkbestanddelen (vet eiwit, en lactose), melksamenstelling, lichaamsgewicht, conditiescore en VEM en DVE balans zijn vergeleken met Student's t-test.

4 Resultaten en discussie

4.1 Gewasopbrengst en chemische samenstelling van gewas, kolf en restplant

4.1.1 Opbrengsten en kolfaandeel

De veldopbrengst van het dry-down type (Ras 1) bedroeg 46,0 ton vers product per hectare met een drogestofgehalte van 335 g/kg, resulterend in een drogestof-opbrengst van 15,4 ton droge stof per hectare. De veldopbrengst van het stay-green type (Ras 7) bedroeg 43,4 ton vers product per hectare met een drogestofgehalte van 323 g/kg, resulterend in een drogestof-opbrengst van 14,0 ton droge stof per hectare. Het kolfaandeel verschilde weinig tussen het dry-down en stay-green type. Het verschil in afrijpingstype komt naar voren in de verschillen in het lagere drogestofgehalte van de kolf en hogere drogestofgehalte van de restplant bij het dry-down type ten opzichte van het stay-green type. Deze verschillen zijn in overeenstemming met ander vergelijkend onderzoek tussen snijmaïs van het dry-down en stay-green type (Ettle & Schwarz, 2003, van Dijk et al., 2006). Deze resultaten worden bevestigd door de resultaten van de rassenvergelijkingsproef waar binnen jaren, proeflocaties, en het drogestofgehaltetraject tussen 300 en 335 g/kg, het kolfaandeel van beide afrijpingstypen praktisch gelijk was (van Dijk et al., 2006).

Tabel 5 Opbrengsten en kolfaandeel

Afrijpingstype	Dry-down (Ras 1)	Stay-green (Ras 7)
Verse opbrengst (ton/ha)	46,0	43,4
Drogestof gehalte (g/kg)	335	323
Drogestof opbrengst (ton ds/ha)	15,4	14,0
Drogestofgehalte kolf (g/kg)	500	545
Drogestofgehalte restplant (g/kg)	223	214
Kolfaandeel (% van drogestof)	59,4	58,4

4.1.2 Chemische samenstelling gewas, kolf en restplant, vers product

De gemiddelde samenstelling van de gehele planten met standaard deviaties van beide afrijpingstypen zijn gegeven in tabel 6. De verschillen in samenstelling in de gehele plant en verteerbaarheid tussen beide typen zijn gering. Op basis van visuele beoordeling van beide afrijpingstypen was er eveneens geen verschil in het aantal groene en afgestorven bladeren op het moment van de oogst. Dit komt overeen met de resultaten van een rassenvergelijkingsonderzoek waar eveneens uit naar voren komt dat in tussen snijmaïshybriden van het dry-down en stay-green type de verschillen in het aantal groene bladeren gering zijn (van Dijk et al., 2006). Ook bestaan er slechts geringe verschillen in de samenstelling en de verteerbaarheid van de kolf en de restplant tussen de afrijpingstypen dry-down en stay-green (tabel 7). Deze resultaten zijn in overeenstemming met de rassenvergelijkingsproef waar binnen het drogestofgehalte traject tussen 300 en 335 g/kg, eveneens weinig verschil bestond in de chemische samenstelling en *in-vitro* verteerbaarheid van de organische stof tussen Ras 1 van het dry-down type en Ras 7 van het stay-green type (van Dijk et al., 2006). Ook Schlagheck et al., 2000 concludeerden op basis van de onderzoek naar de *in-vitro* verteerbaarheid van verschillende rassen dat er geen systematisch verschil bestaat in de *in-vitro* verteerbaarheid van de organische stof van de restplant tussen dry-down en stay-green typen. In het rassenvergelijkingsonderzoek kwam wel een groter verschil in NDF verteerbaarheid van de gehele planten naar voren, namelijk 51,7% voor Ras 1 van het dry-down type en 47,3% voor Ras 7 van het stay-green type (van Dijk et al., 2006).

Tabel 6 Gemiddelden en standaarddeviaties (s.d.) van de chemische samenstelling van de gehele planten van de snijmaïshybriden bij de oogst, alle waarden uit gedrukt in g/kg drogestof, tenzij anders aangegeven

	Dry-down (Ras 1)		Stay-green (Ras 7)	
	gem.	s.d.	gem.	s.d.
Drogestof (g/kg)	339	3,5	322	11,7
Ruw eiwit	66	2,6	71	3,6
Ruwe celstof	170	8,5	168	4,3
Ruw as	35	0,4	37	2,9
VC-OS (%)	76,8	0,32	75,7	0,20
Zetmeel	378	11,5	355	8,6
NDF	386	9,0	389	9,6
NDF verteerbaarheid (%)	46,3	3,5	48,0	1,9
ADF	203	7,4	212	7,0
ADL	20	0,7	24	2,9

Tabel 7 Chemische samenstelling van de kolf en restplant van de snijmaïshybriden bij de oogst, alle waarden uit gedrukt in g/kg drogestof, tenzij anders aangegeven

	Dry-down (Ras 1)		Stay-green (Ras 7)	
	kolf	restplant	Kolf	restplant
Drogestof (g/kg)	512	223	539	224
Ruw eiwit	75	54	75	55
Ruwe celstof	88	303	88	271
Ruw as	22	56	20	65
VC-OS (%)	85,2	63,7	83,8	65,2
Zetmeel	548	77	551	105
NDF	248	610	254	578
NDF verteerbaarheid (%)	44,4	-	44,6	-
ADF	113	369	118	330
ADL	8	39	19	40

4.2 Chemische samenstelling en voederwaarde

4.2.1 Chemische samenstelling en voederwaarde ingekuuld product

De samenstelling en voederwaarde van de ingekuilde snijmaïs verschilt niet significant tussen het dry-down en stay-green type. Deze resultaten stemmen overeen met de resultaten gevonden in het onderzoek naar de conserveringseigenschappen met behulp van laboratoriumsilo's (van Schooten, 2006). In dit onderzoek werden binnen het oogsttraject tussen 300 en 335 g drogestof/kg slechts marginale verschillen gevonden tussen Ras 1 van het dry-down type en Ras 7 van het stay-green type wat betreft chemische samenstelling en verteerbaarheid (van Schooten, 2006).

Tabel 8 Gemiddelden en standaarddeviaties (s.d.) van de chemische samenstelling en voederwaarde van de ingekuilde ruwvoerders, alle waarden uit gedrukt in g/kg droge stof, tenzij anders aangegeven

	Sniijmaïstypen					
	Dry-down (Ras 1)		Stay-green (Ras 7)		Graskuיל	
	gem.	s.d.	gem.	s.d.	gem.	s.d.
Drogestof (g/kg)	324	4,3	319	6,7	340	27,8
Ruw eiwit	67	1,0	69	2,5	154	3,0
Ruwe celstof	175	6,8	173	6,9	239	4,3
Ruw as	36	1,7	40	8,0	98	3,3
VC-OS (%)	75,5	0,59	74,3	0,51	79,8	0,67
Suiker					26	3,1
Zetmeel	355	7,8	360	18,8		
NDF	371	12,6	371	12,7	451	8,4
ADF	209	9,0	211	6,7	271	4,8
ADL	20	0,5	22	0,6	20	1,8
Zand					12,6	2,4
NH ₃ (%)					10,8	0,8
<i>Mineralen</i>						
Fosfor	1,9	0,05	2,1	0,10	3,8	0,17
Kalium	11,0	0,28	11,4	0,48	33,5	2,14
Calcium	1,4	0,05	2,1	0,12	4,6	0,49
Natrium	<0,1	-	<0,1	-	1,1	0,16
Magnesium	0,9	0,05	1,0	0,04	2,5	0,09
<i>Voederwaarde</i>						
VEM (V/kg ds)	968	10,6	946	12,9	929	7,5
DVE	47	1,3	45	0,8	72	2,7
OEB	-36	0,9	-31	1,7	34	3,6
FOS	507	8,2	485	6,5	590	6,9
VOS	727	6,6	714	8,8	719	4,6

4.2.2 In-situ afbraak

In tabel 9 zijn de resultaten van de in-situ afbraak met de nylonzakjesmethode gegeven. De in de literatuur gerapporteerde resultaten van de in-situ afbraak van zetmeel en ook van NDF vertonen een grote bandbreedte. Deze grote bandbreedte is mede een gevolg van variatie in de gehanteerde incubatie procedures. De wijze van voorbehandelen (b.v. malen, verkleinen, invriezen, drogen), materialen (b.v. maaswijdte, doorlaatbaarheid en grootte van de nylon zakjes) en werkwijze (aantal zakjes, hoeveelheid materiaal per zakje, incubatie tijdstippen, rantsoen van de proefdieren) hebben allen een grote invloed op de grootte van de uitwasbare, potentieel afbreekbare niet-uitwasbare en onverteerbare fracties, alsmede op de afbraaksnelheid. De resultaten van in-situ afbreekbaarheidsonderzoek zijn daarom vooral geschikt om de rangorde verschillen aan te geven en om verschillen of overeenkomsten tussen proefbehandelingen te duiden. De methode is minder geschikt om vergelijkingen tussen verschillende onderzoeken te trekken.

Tussen beide afrijpingstypen bestonden geringe verschillen in de afbraakkarakteristieken van drogestof, zetmeel en NDF. De fractie niet-uitwasbaar potentieel verteerbaar zetmeel en de afbraaksnelheid van het zetmeel was iets lager bij de snijmaïs van het dry-down type (Ras1) dan de snijmaïs van het stay-green type (Ras 7). Per saldo leverde dit een vrijwel gelijke zetmeel bestendigheid op. De grootte van de uitwasbare fractie, en de niet-uitwasbare fractie van het zetmeel kwam overeen met de resultaten van ander in-situ afbraakonderzoek onderzoek met ongemalen gehakselde en ingekuilde maïskorrels (Philippeau & Michalet-Doreau, 1998). Echter de gerapporteerde afbraaksnelheid was lager dan gerapporteerd in het onderzoek van (Philippeau & Michalet-Doreau, 1998). Wellicht speelt een kleinere maaswijdte van de nylonzakjes in ons onderzoek hierin een rol.

De onverteerbare fractie en de verteerbare onoplosbare fractie van de NDF waren bij snijmaïs van het stay-green type kleiner dan van het dry-down type. De onverteerbare fractie van de NDF was bij snijmaïs van het stay-green type groter dan van het dry-down type. Daarnaast was de afbraaksnelheid van de NDF bij snijmaïs van het stay-

green type (Ras 1) lager dan bij het dry-down type. In onze studie kon geen lag-phase in de afbraak van NDF worden vast gesteld. Mogelijk mede daardoor, zijn de gevonden afbraaksnelheden van NDF in onze studie aanmerkelijk lager dan gerapporteerd in recente literatuur (Jensen et al., 2005, Jochmann et al., 1999, Jurjanz & Monteils, 2005). Ook de niet-uitwasbare fractie potentieel afbreekbare fractie was kleiner dan gerapporteerd (Jensen et al., 2005, Jurjanz & Monteils, 2005). Deze verschillen zijn mogelijk te verklaren door verschil in methodiek (o.a. malen, rantsoen van de proefdieren).

Tabel 9 Resultaten in-situ afbraak

	Dry-down (Ras 1)	Stay-green (Ras 7)
<i>Drogestof</i>		
Onverteerbare fractie (%)	16,32	18,10
Verteerbare niet oplosbare fractie (%)	44,91	45,98
Direct uitwasbare fractie (%)	38,77	35,91
Afbraaksnelheid (%/uur)	1,438	1,429
Bestendigheid (%)	50,4	53,0
<i>Zetmeel</i>		
Onverteerbare fractie (%)	0,29	0,90
Verteerbare niet oplosbare fractie (%)	30,60	36,29
Direct uitwasbare fractie (%)	69,11	62,81
Afbraaksnelheid (%/uur)	3,9660	5,405
Bestendigheid (%)	23,3	23,2
<i>NDF</i>		
Onverteerbare fractie (%)	30,8	35,4
Verteerbare niet oplosbare fractie (%)	60,7	55,4
Direct uitwasbare fractie (%)	8,6	9,2
Afbraaksnelheid (%/uur)	0,9802	0,6808
Bestendigheid (%)	80,6	83,5

4.3 Voer- en nutriëntenopname

4.3.1 Voer- en nutriëntenopname tijdens de voorperiode

In tabel 10 zijn de groepsgemiddelden van de drogestof, kVEM, DVE, OEB en nutriëntenopname tijdens de voorperiode gegeven. In de voorperiode bestond tussen beide behandelingsgroepen geen significant verschil in de opname van droge stof, kVEM, DVE, OEB, ruw eiwit, zetmeel, ruwe celstof en celwandbestanddelen.

Tabel 10 Gemiddelde dagelijkse voer- en nutriëntenopname gedurende de voorperiode

	Dry-down	Stay-green	Isd ¹	p ²
Vrijwillige voeropname (kg)	41,5	41,8	2,094	0,766
Vrijwillige drogestof opname (kg ds)	14,4	14,5	0,787	0,825
Waarvan: snijmaïs (kg ds)	10,0	10,1		
graskuil (kg ds)	2,5	2,5		
eiwitrijk krachtvoer ³ (kg ds)	1,8	1,8		
Krachtvoeropname automatisch (kg ds)	6,0	5,8		
Totale opname (kg ds)	20,5	20,4	1,055	0,840
Nutriëntenopname				
KVEM	20,3	20,2	1044,0	0,838
DVE (g)	1906	1884	101,0	0,655
OEB (g)	142	132	20,16	0,295
FOS (kg)	11,02	10,94	0,781	0,575
VOS (kg)	14,95	14,88	0,849	0,767
Ruw eiwit (kg)	3,13	3,09	0,170	0,648
Ruwe celstof (kg)	3,24	3,22	0,174	0,769
NDF (kg)	7,52	7,47	0,405	0,787
ADF (kg)	4,32	4,27	0,233	0,669
ADL (kg)	0,55	0,55	0,033	0,646
Zetmeel (kg)	4,08	4,13	0,203	0,628

¹ Isd is het kleinste significante verschil ($p < 0,05$)

² p-waarde (F-probability), hoe lager de p-waarde, des te groter de waarschijnlijkheid dat een verschil een effect is van de behandelingen.

³ eiwitrijk krachtvoer is een mengsel bestaande uit 54% sojaschroot en 46% formaldehyde behandeld sojaschroot

4.3.2 Voe- en nutriëntenopname tijdens de behandelingsperiode

In tabel 11 zijn de groepsgemiddelden van de droge stof, kVEM, DVE, OEB en nutriëntenopname tijdens de behandelingsperiode gegeven. Tussen de behandelingsgroepen was er geen significant verschil in de opname van drogestof, ruw eiwit, zetmeel, ruwe celstof en celwandbestanddelen, kVEM en DVE. Deze resultaten geven aan dat er bij het gegeven drogestofgehalte geen systematisch verschil bestaat in smakelijkheid tussen van snijmaïs van het dry-down of stay-green type. Het drogestof gehalte en de hoeveelheid verteerbare organische stof per kg droge stof zijn de belangrijkste voervariabelen die de verzadigingswaarde en daarmee de opname van snijmaïskuil bepalen (Zom et al., 2002). In dit onderzoek bestonden slechts geringe niet significante verschillen in drogestofgehalte en de hoeveelheid verteerbare organische stof per kg droge stof. Onderzoek met laboratoriumsilo's geeft aan dat in het algemeen snijmaïskuilen van stay-green typen bij drogestofgehalten beneden 330 g/kg grotere perssapverliezen geven dan snijmaïskuilen van dry-down typen (van Schooten, 2006). Het uitzakken van perssap naar de onderste lagen van de kuil kan de smakelijkheid mogelijk negatief beïnvloeden. Echter uit conserveringsonderzoek met laboratoriumsilo's blijkt, dat de snijmaïshybriden (Ras 1 en Ras 7) die in deze voederproef zijn gebruikt geen verschil vertoonden in de grootte van de perssapverliezen binnen het traject van 300 tot 330 g drogestof per kg (van Schooten, 2006). Daarom zijn negatieve effecten van perssapverliezen op de smakelijkheid in dit onderzoek niet waarschijnlijk. De geringe verschillen in voeropname geven aan dat binnen het gegeven traject van het drogestofgehalte er geen verschillen in voeropname bestaan en dat derhalve de vermeende betere smakelijkheid van snijmaïs stay-green niet kan worden aangetoond.

Hoewel het verschil in OEB tussen de behandelingsgroepen klein was, bleek de OEB bij behandelingsgroep Stay-green significant hoger te zijn ($p < 0,001$) dan bij behandelingsgroep Dry-down. Echter dit verschil is niet relevant omdat bij beide behandelingsgroepen de OEB positief was hetgeen betekent dat het aanbod van onbestendigde eiwit niet limiterend is geweest voor de productie van microbieel eiwit (Tamminga et al., 1994).

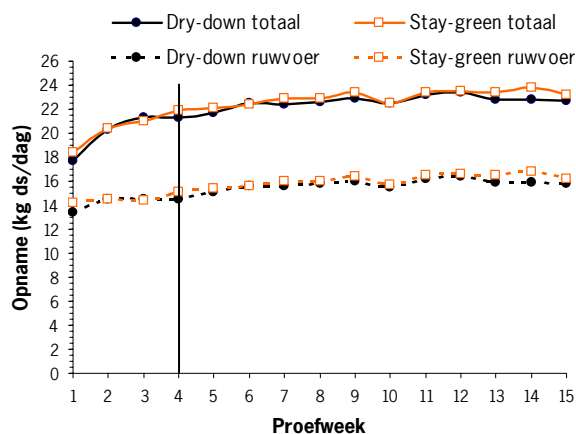
Tabel 11 Gemiddelde dagelijkse voer- en nutriëntenopname gedurende de behandelperiode

	Dry-down	Stay-green	lsd ¹	p ²
Vrijwillige voeropname (kg)	45,4	46,0	1,941	0,535
Vrijwillige drogestof opname (kg ds)	16,0	16,0	0,763	0,949
Waarvan: snijmaïs (kg ds)	11,0	11,1		
Graskuil (kg ds)	2,8	2,8		
eiwitrijk krachtvoer ³ (kg ds)	2,0	2,0		
Krachtvoeropname automatisch (kg ds)	6,9	6,8		
Totale opname (kg ds)	22,9	22,8	0,900	0,871
Nutriëntenopname				
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
FOS (kg)	12,52	12,22	0,216	0,489
VOS (kg)	16,82	16,60	0,490	0,660
Ruw eiwit (kg)	3,52	3,49	0,140	0,686
Ruwe celstof (kg)	3,59	3,56	0,142	0,689
NDF (kg)	8,36	8,32	0,325	0,786
ADF (kg)	4,79	4,80	0,190	0,871
ADL (kg)	0,61	0,62	0,025	0,361
Zetmeel (kg)	4,46	4,54	0,200	0,402

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

² p-waarde (F-probability), hoe lager de p-waarde, des te groter de waarschijnlijkheid dat een verschil een effect is van de behandelingen.

³ eiwitrijk krachtvoer is een mengsel bestaande uit 54% sojaschroot en 46% formaldehyde behandeld sojaschroot

Figuur 2 Verloop van de gemiddelde totale voeropname en vrijwillige ruwvoeropname per behandelingsgroep gedurende de proefperiode (voorperiode proefweek 1 t/m 4; behandelperiode proefweek 5 t/m 15)


4.3.3 Rantsoensamenstelling

In tabel 12 is de gemiddelde samenstelling van de verstrekte rantsoenen vermeld. Door de geringe verschillen in samenstelling van de snijmaïs en de geringe verschillen in opname was de samenstelling van het onbeperkt verstrekte basisrantsoen voor beide behandelingsgroepen vrijwel identiek. Omdat er ook nauwelijks verschil was in de krachtvoeropname uit de voerautomaat bestond er in de voorperiode en behandelperiode praktisch geen verschil in de rantsoensamenstelling.

Tabel 12 Gemiddelde samenstelling van het verstrekte basisrantsoen (g/kg droge stof, tenzij anders vermeld)

	Voorperiode	Behandelingsperiode	
		Dry-down	Stay-green
<i>Ingrediënten</i>			
Snijmaïs Dry-Down (g ds/kg ds)	357	690	-
Snijmaïs Stay-Green (g ds/kg ds)	338	-	695
Graskuil (g ds/kg ds)	175	178	176
Eiwitrijk krachtvoer (g ds/kg ds)	123	125	122
Mineralen (g ds/kg ds)	4	4	4
Zout (g ds/kg ds)	3	3	3
<i>Nutriënten</i>			
Drogestof (g/kg)	350	357	354
Ruw eiwit	132	133	133
Ruwe celstof	172	172	170
Ruw as	59	58	61
Suiker	20	21	20
Zetmeel	252	246	251
NDF	359	357	356
ADF	206	205	207
ADL	20	19	20
<i>Voederwaarde</i>			
VEM /kg ds	967	976	960
DVE	83	86	83
OEB	-4	-6	-3
FOS	513	524	508
VOS	730	731	725

Tabel 13 Gemiddelde gewogen nutriënten- en voederwaardesamenstelling van het totale rantsoen inclusief mengvoer (g/kg drogestof, tenzij anders vermeld)

	Voorperiode	Behandelingsperiode	
		Dry-down	Stay-green
<i>Nutriënten</i>			
Ruw eiwit	153	154	153
Ruwe celstof	158	157	156
Ruw as	68	68	70
Suiker	45	46	45
Zetmeel	201	199	199
NDF	367	366	365
ADF	210	209	211
ADL	27	27	27
<i>Voederwaarde</i>			
VEM /kg ds	991	999	987
DVE	93	95	93
OEB	7	6	8
FOS	538	547	536
VOS	731	736	728

4.4 Melkproductie, -samenstelling, gewicht en conditiescore

4.4.1 Melkgift en melksamenstelling tijdens de voorperiode

In tabel 14 zijn van beide behandelingsgroepen Dry-down en Stay-green de gemiddelde dagelijkse melkgift, melksamenstelling, gewicht en energie- en eiwitbalans en dekking gedurende de voorperiode gegeven. Tijdens voorperiode was er geen significant verschil in melkgift, de gehalten en productie van melkvet, eiwit en lactose en de voor vet en eiwitgehalte gecorrigeerde melkproductie (meetmelk). Ook het gewicht van de koeien en energie- en eiwitvoorziening waren overeenkomstig tussen beide behandelingsgroepen. Dit duidt er op dat beide behandelingsgroepen goed waren gebalanceerd.

Tabel 14 Gemiddelde dagelijkse melkgift en melksamenstelling, gewicht en energie- en eiwitbalans en dekking gedurende de voorperiode

	Dry-down	Stay-green	Isd ¹	p ²
Melkgift (kg)	35,5	36,1	2,629	0,594
Vet (g)	1825	1857	167,3	0,687
Eiwit (g)	1242	1253	83,6	0,797
Lactose (g)	1578	1557	116,8	0,714
Vet (%)	5,15	5,14	0,3497	0,881
Eiwit (%)	3,50	3,47	0,1615	0,957
Lactose (%)	4,45	4,31	0,0887	0,194
Meetmelk (kg)	40,6	41,2	2,970	0,533
Gewicht	638	654	33,29	0,310
KVEM-balans	-4,4	-4,8	1,337	0,548
VEM-dekking (%)	82	81	4,630	0,546
DVE balans	-77	-98	85,4	0,381
DVE-dekking (%)	96	95	4,165	0,507

¹ Isd is het kleinste significante verschil ($p < 0,05$)

² p-waarde (F-probability), hoe lager de p-waarde, des te groter de waarschijnlijkheid dat een verschil een effect is van de behandelingen

4.4.2 Melkgift en melksamenstelling tijdens de behandelingsperiode

In tabel 15 zijn van beide behandelingsgroepen de gemiddelde dagelijkse melkgift en melksamenstelling, gewicht en energie- en eiwitbalans en dekking gedurende de behandelingsperiode gegeven. Rantsoenen op basis van overwegend met snijmaïskuil van dry-down of stay-green typen leidde niet tot significante verschillen in melkgift, de gehalten en productie van melkvet, eiwit en lactose en de voor vet en eiwitgehalte gecorrigeerde melkproductie (Meetmelk). De melkgift en de productie van melkvet en melkeiwit wordt bepaald door de voorziening met glucogene, lipogene en aminogene nutriënten. Bij snijmaïsrijke rantsoenen is de voornaamste bron van glucogene nutriënten zetmeel, waarvan het onbestendige deel in de pens wordt afgebroken tot propionzuur in de pens en het bestendige deel in darm tot glucose. De lipogene nutriënten zijn vooral afkomstig van de fermentatie van celwanden in de pens die met name azijnzuur oplevert dat wordt benut voor de vorming van melkvet. De aminogene nutriënten zijn vooral afkomstig van microbieel eiwit en pensbestendig voereiwit. De proefbehandelingen resulteerden niet in verschillen van in de opname van zetmeel, bestendig zetmeel, celwanden en eiwit. Dit verklaart de afwezigheid van effecten op de melkgift, en de productie van melkvet, eiwit en lactose. Mede hierdoor waren er tussen de proefbehandelingen ook geen verschillen in het gewicht van de koeien en energie- en eiwitvoorziening. Deze resultaten zijn een bevestiging van eerder onderzoek waarin bij vergelijkbare en hogere drogestofgehalten in de gehele plant, eveneens geen verschillen in dierprestatie konden worden waargenomen tussen behandelingsgroepen met rantsoenen die overwegend uit snijmaïs van óf het dry-down type óf het stay-green type (Ettle & Schwarz, 2003).

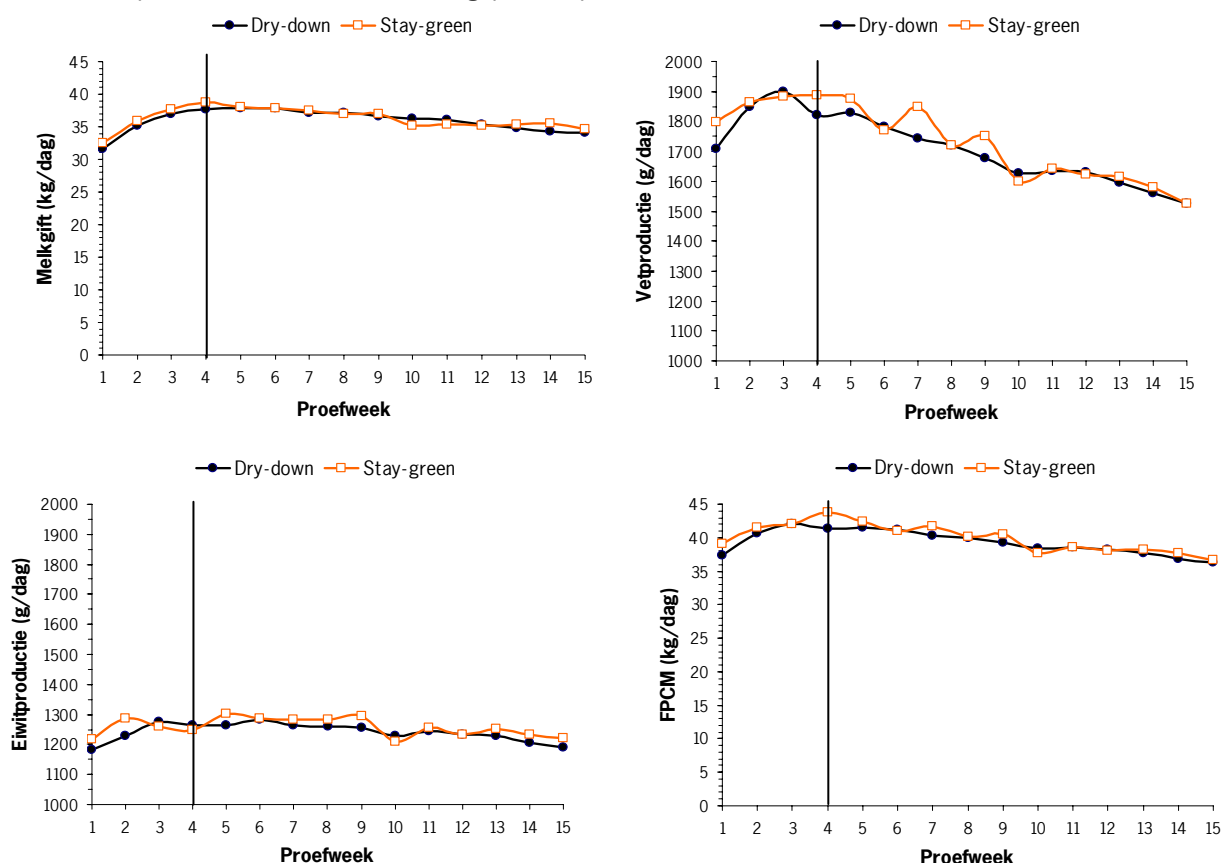
Tabel 15 Gemiddelde dagelijkse melkgift en melksamenstelling, gewicht en energie- en eiwitbalans en dekking gedurende de behandelingsperiode, gecorrigeerd voor verschillen in de voorperiode

	Dry-down	Stay-green	lsd ¹	p ²
Melkgift (kg)	36,4	36,0	1,59	0,570
Vet (g)	1672	1680	100,5	0,871
Eiwit (g)	1243	1257	59,5	0,637
Lactose (g)	1625	1635	108,1	0,848
Vet (%)	4,59	4,67	0,2797	0,884
Eiwit (%)	3,41	3,49	0,1027	0,373
Lactose (%)	4,46	4,53	0,0769	0,363
Meetmelk (kg)	39,2	39,1	1,749	0,911
Gewicht	638	643	11,41	0,371
kVEM balans	-1,02	-1,03	0,951	0,544
VEM dekking (%)	96	95	3,374	0,944
DVE balans	28	-12	92,4	0,971
DVE dekking (%)	101	99	4,054	0,262

¹ p-waarde (F-probability), hoe lager de p-waarde, des te groter de waarschijnlijkheid dat een verschil een effect is van de behandelingen.

² l.s.d. is het kleinste significante verschil ($p < 0,05$)

Figuur 3 Verloop van de gemiddelde melkgift (linksboven), melkvetproductie (rechtsboven), eiwitproductie (linksonder) en FPCM meetmelkproductie (Rechtsonder) gedurende de proefperiode (voorperiode proefweek 1 t/m 4; behandelingsperiode proefweek 5 t/m 15)



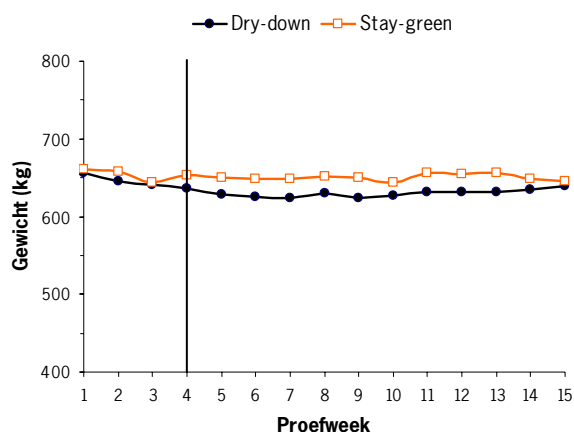
4.4.3 Conditie-score en gewichtsverloop

In tabel 16 zijn de conditiescores in proefweek 1, 5, 10 en 15 gegeven. In lijn met de resultaten voor melkproductie, melksamenstelling, energie- en eiwitvoorziening was er op geen van de tijdstippen een significant verschil in conditie. Het verlies aan conditiescore na afkalven was voor beide behandelingsgroepen minder dan 1 punt en voldoet daarmee aan het advies van Boxem et al. (1998). Het is tevens een indicatie voor een goede energievoorziening in het begin van de lactatie.

Tabel 16 Gemiddelde body conditiescore (BCS) in proefweek 1, 5, 10 en 15

	Dry-down	Stay-green	lsd	p
BCS week 1	3,6	3,7	0,651	0,681
BCS week 5	3,2	3,0	0,416	0,515
BCS week 10	3,0	2,8	0,335	0,337
BCS week 15	3,2	3,2	0,302	0,848

Figuur 4 Verloop van het lichaamsgewicht gedurende de proefperiode (voorperiode proefweek 1 t/4; behandelingsperiode proefweek 5 t/15)



5 Conclusies en aanbevelingen

Conclusies

Het voeren van rantsoenen met een groot aandeel snijmaïs (80% van ruwvoer; 49% van totale drogestofopname) van óf het dry-down type óf het stay-green type, geoogst binnen gangbare traject van 30 tot 35% droge stof heeft geen effect op de voeropname van hoog productieve melkkoeien in het begin van de lactatie. Hieruit kunnen we concluderen dat tussen snijmaïs van het dry-down en stay-green type geen verschil bestaat in smakelijkheid zoals in de praktijk vaak wordt aangenomen. Ook bestaat 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 een indicatie zijn voor een betere celwandverteerbaarheid wordt in dit onderzoek niet bevestigd. Het voeren van rantsoenen bestaande uit overwegend snijmaïs van óf het dry-down type óf het stay-green type leidt niet tot verschillen in de opname van droge stof, energie, eiwit, zetmeel en andere nutriënten. Als een resultaat hiervan waren geen verschillen in melkproductie, melksamenstelling, gewicht en conditiescore verloop.

Aanbeveling voor de praktijk

De raseigenschappen dry-down of stay-green van snijmaïs hebben geen invloed op de voeropname en melkproductie van melkkoeien. Daarom hoeft men bij de rassenkeuze voor wat betreft dit aspect geen rekening te houden met het afrijpingstype dry-down of stay-green.

Deel B: De effecten van energietype en oogststadium op de voeropname en melkproductie

6 Inleiding

De laatste jaren is er in de veredeling van snijmaïs, naast vroegrijpheid, afrijpingstype (stay-green, dry-down) en voederwaarde (VEM/kg droge stof), meer aandacht gekomen voor het energietype. Het energietype geeft aan waar de energie (VEM) in snijmaïs vandaan komt. Bij snijmaïs zijn het zetmeel uit de kolf en de verteerbare celwanden uit de restplanten de belangrijkste energieleveranciers. Daarom worden bij snijmaïs twee energietypen onderscheiden namelijk het zetmeeltype en het celwandtype. De berekende VEM waarde van snijmaïs wordt vooral bepaald door de hoeveelheid verteerbare organische stof (VOS) per kg droge stof, ongeacht of deze afkomstig is van zetmeel of celwanden (CVB, 2005a). Een snijmaïskuil van een zetmeeltype heeft bij een gelijke VEM/kg droge stof 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 droge stof een lager zetmeelgehalte en een hogere verteerbaarheid van de celwanden dan een zetmeeltype. Echter, er zijn ook aanwijzingen dat bij de berekening van de VEM waarde van zetmeelrijke ruwvoerders (snijmaïs) onvoldoende rekening wordt gehouden met geringere methaanverliezen ten opzichte van celwandrijke ruwvoerders met dezelfde verteerbaarheid van de organische stof. Hierdoor wordt de voederwaarde (VEM) van zetmeelrijke ruwvoerders mogelijk onderschat (Weißbach, 2005).

Het verschil in de herkomst van de energie (celwanden of zetmeel) heeft een effect op het beschikbaar komen van nutriënten in de pens en darm en is daarom belangrijk voor de productie van melkbestanddelen. Bijvoorbeeld, de afbraak van zetmeel in de pens en dunne darm levert respectievelijk vooral propionzuur en glucose. Dit zijn glucogene bouwstenen die worden gebruikt voor de vorming van lactose (Miettinen & Huhtanen, 1996). Lactose is het belangrijkste osmotische bestanddeel van melk en daarom bepalend voor de grootte van de melkgift. Bovendien kan een goede voorziening met propionzuur en glucose de afbraak van glucogene aminozuren beperken, waardoor er meer aminozuren beschikbaar komen voor de melkeiwitsynthese (Nocek & Tamminga, 1991). Daartegenover staat dat de afbraak van celwanden azijnzuur oplevert dat als bouwsteen dient voor de vorming van melkvet (Tamminga, 2001).

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, dan wordt geadviseerd het gewas in een minder ver afgerijpt stadium te oogsten (< 32 % droge stof). 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 hypothesen. Een van die hypothesen 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 (Reynolds et al., 1997). Het gevolg hiervan zou zijn dat een deel van het zetmeel pas in de dikke darm wordt gefermenteerd (Mills et al., 1999) waar de aldaar gevormde fermentatie producten slechts zeer beperkt te goede komen aan de koe en dat een deel van het zetmeel in de mest terecht komt (Jensen et al., 2005). De capaciteit om zetmeel in de dunne darm te verteren is bij herkauwers beperkt doordat de pancreas onvoldoende amylase (zetmeelafbrekend enzym) afscheidt naar de dunne darm (Huntington, 1997). Om het zetmeelgehalte te verlagen en de verteerbaarheid van de celwanden te verhogen is vroeg oogsten inderdaad een optie. Want naarmate een gewas verder is afgerijpt neemt het zetmeelgehalte toe (Bal et al., 1997, Jensen et al., 2005, Jochmann et al., 1999, Sutton et al., 2000, van Dijk et al., 2006). Ook neemt bij een verdere afrijping de verteerbaarheid van zetmeel van snijmaïs af (Bal et al., 1997, Jensen et al., 2005, Jochmann et al., 1999, Sutton et al., 2000). In een verder afgerijpt gewas is tevens de verteerbaarheid van NDF lager (Jensen et al., 2005, Jochmann et al., 1999, Sutton et al., 2000, van Dijk et al., 2005).

Een tweede hypothese is dat snijmaïs van het celwandtype meer structuur bevat waardoor de kans op mogelijke pensverzuring wordt verminderd. Er bestaat namelijk een positief verband tussen de structuurwaarde van snijmaïs en het NDF of ruwe celstof gehalte, terwijl er een negatief verband bestaat met het zetmeelgehalte (de Brabander et al., 1996). Snijmaïs met een relatief hoger NDF of ruwe celstof gehalte en een lager zetmeelgehalte bevat dus meer structuur en stimuleert daarmee de herkauwactiviteit. De afbraak van het minder bestendige deel van het zetmeel in de pens leidt tot een sterkere daling van de pH in de pens dan de afbraak van celwanden. Snijmaïskuil van een celwandtype zou daarom vooral in zetmeelrijke rantsoenen de kans op pensverzuring verminderen en problemen die daarmee samenhangen zoals een te lage voeropname verminderen. Een derde hypothese is dat bij snijmaïsrijke rantsoenen met relatief ver afgerijpte snijmaïs te weinig energie op pensniveau beschikbaar is voor een optimale pensfermentatie. Hoewel er geen eenduidig, objectief en gevalideerd voederwaarderingsysteem bestaat voor de verteringssnelheid van voer in de pens, wordt verder afgerijpte snijmaïs (>35 % droge stof) in de praktijk vaak als "traag" beschouwd. Dit vanwege de slechtere verteerbaarheid van de celwandfractie door een sterkere lignificatie en grotere pensbestendigheid van zetmeel bij toenemende rijpheid. Echter, deze laatste

hypothese is niet goed te verenigen met de tweede hypothese die juist een overmaat aan snelverteerbare koolhydraten in de pens suggereert.

Er zijn weinig onderzoeksgegevens bekend over de effecten van het energietype en afrijpingsstadium van snijmaïs op de voeropname en melkproductie. De meest recente studies richten zich specifiek op een vergelijking van maïshybriden met een verschil in celwandverteerbaarheid (conventionele hybriden en/of brown mid-rib mutanten) of een vergelijking van snijmaïshybriden speciaal gekweekt voor ruwvoer of korrelproductie (Bal et al., 2000, Ballard et al., 2001, Barriere et al., 2004, Clark et al., 2002, Fernandez et al., 2004, Kuehn et al., 1999, Nennich et al., 2003, Thomas et al., 2001, Weiss & Wyatt, 2002). Wanneer vergelijkingen met de voor de praktijk ongeschikte brown-midrib mutanten buiten beschouwing worden gelaten, dan wordt in een aantal gevallen een hogere voeropname en/of melkproductie gevonden bij rantsoenen met snijmaïshybriden met een hoge celwandverteerbaarheid (Clark et al., 2002, Fernandez et al., 2004, Thomas et al., 2001). Echter in sommige experimenten werden geen of verwaarloosbare effecten gevonden op de voeropname en/of melkproductie (Bal et al., 2000, Ballard et al., 2001, Kuehn et al., 1999, Nennich et al., 2003, Weiss & Wyatt, 2002). Barriere et al. (2004) vonden tussen snijmaïshybriden met vergelijkbare celwandverteerbaarheid en lignine gehalten significante verschillen in voeropname en concluderen dat, behalve celwandverteerbaarheid, mogelijk andere factoren zoals de weerstand tegen verkleining (brosheid) mogelijk de oorzaak kunnen zijn van verschillen in opname. Er is slechts spaarzaam informatie bekend van effecten van oogststadium tussen rassen met verschil in celwandverteerbaarheid en zetmeelgehalte (kolfaandeel). De effecten van het afrijpingsstadium op voeropname en melkproductie worden meestal binnen maïshybriden onderzocht. Bal et al. (1997) vonden de hoogste melkproductie bij een rantsoen met snijmaïskuil met 35.1% droge stof (2/3 melklijn stadium) ten opzichte van snijmaïskuil met 30.1, 32.4 en 42% droge stof, er was echter geen effect van het drogestofgehalte op de voeropname. Phipps et al. (2000) vonden de hoogste melkproductie en energieopname bij een drogestofgehalte van ca. 33% in vergelijking met snijmaïskuil met 23, 28 en 38 % droge stof. Het voeropnamemodel van het PV geeft curvilineair verband aan tussen de opname van snijmaïskuil en het drogestofgehalte waarbij het optimum (maximale opname) tussen 31 en 34% droge stof wordt gerealiseerd (Zom et al., 2002).

De mate van celwandverteerbaarheid en het afrijpingsstadium van snijmaïs kunnen mogelijk effect hebben op voeropname en melkproductie. Door een ruimere keuze in het aanbod van snijmaïsrassen met een verschillend energietype wordt voor veehouders de vraag actueel welk energietype binnen de bedrijfsvoering het best past. Echter, er is nog geen onderzoek gepubliceerd waarin specifiek naar de effecten van het energietype en afrijpingsstadium van snijmaïs op de voeropname en melkproductie is gekeken. 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 vs. zetmeeltype) geoogst bij twee afrijpingsstadia (vroeg bij ca. 30% en laat bij ca. 36% droge stof in het gewas) op de voeropname en melkproductie van hoog productieve melkkoeien is onderzocht.

7 Materiaal en methoden

7.1 Proeflocatie

Het experiment werd uitgevoerd op het Melkveebedrijf van de Waiboerhoeve Lelystad. De koeien waren gehuisvest in een ligboxenstal met roostervloer met mestschuif. De afdeling voor het voedingsonderzoek is uitgerust met transpondergestuurde elektronische voerweegbakken (Hokofarm) waarmee individueel gevoerd kan worden. Krachtvoer kan eveneens individueel worden verstrekt met transpondergestuurde krachtvoerautomaten (Manus). De koeien werden gemolken in een 10-stands opentandem melkstal met automatische koeherkenning, elektronische melkgiftmeting en afnameapparatuur (Manus). Daarnaast is de stal voorzien van een elektronische weegbrug waarmee de koeien bij het betreden van de melkstal automatisch worden gewogen.

7.2 Proefopzet en proefbehandelingen

De voederproef is uitgevoerd als een volledig gewarde blokkenproef. Uit de veestapel van ongeveer 450 melkkoeien werden 72 Holstein-Friesian melkkoeien (16 vaarzen, 28 tweede kalfskoeien en 28 oudere koeien) geselecteerd met een verwachte afkalfdatum tussen 1 december 2004 en 15 februari 2005. De koeien werden ingedeeld in 18 blokken van 4 koeien elk. De blokindeling gebeurde op basis van de mate van overeenkomst in lactatienummer (vaarzen, tweedekalfs koeien en oudere koeien), afkalfdatum, melkproductie en melksamenstelling in de eerste 100 dagen van de voorgaande lactatie, conditiescore en gewicht. De koeien van elk blok werden door loting toegewezen aan de proefbehandelingen. De proefbehandelingen waren gedefinieerd als celwand energietype, vroeg geoogst (snijmaiskuil C-V), celwand energietype, laat geoogst (snijmaiskuil C-L); zetmeel energietype, vroeg geoogst (snijmaiskuil Z-V) en zetmeel energietype, laat geoogst (snijmaiskuil Z-L). De streefwaarde van het drogestofgehalte in de gehele plant bedroeg bij vroege oogst en late oogst respectievelijk 300 g/kg en 360 g/kg.

De gehele proefperiode voederproef bestond uit een vier weken durende voorperiode gevolgd door een elf weken durende behandelingsperiode. De proefperiode begon op de maandag van de eerste kalenderweek na afkalven. Tijdens de gehele proefperiode hadden de koeien onbeperkt toegang tot een voermengsel dat op drogestof basis bestond uit ongeveer 70% snijmaiskuil, 18% graskuil en 12% krachtvoer. Het ruwvoeraandeel in het rantsoen bestond voor 80% uit snijmaiskuil en 20% uit graskuil. De samenstelling van de basisrantsoenen van elke behandelingsgroep is gegeven in tabel 16. Naast onbeperkt toegang tot het voermengsel ontvingen de koeien dagelijks een vaste hoeveelheid mengvoer door middel van vier krachtvoerautomaten.

Tabel 16 Samenstelling (g ds/kg ds) van het onbeperkt verstrekt basis rantsoen gedurende de voorperiode (week 1-4) en de behandelingsperiode (week 5-15)

	Voorperiode	Celwand		Zetmeel	
		Vroeg	Laat	Vroeg	Laat
Snijmaiskuil					
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

7.3 Voedergewassen

7.3.1 Graskuil

De graskuil was gemaakt van de eerste snede van één perceel grasland dat in het najaar van 2003 was ingezaaid met een mengsel dat uit engels raaigras (75%) en timothee (25%) bestond. Deze percelen waren in het voorjaar van 2004 bemest met ongeveer 120 kg werkzame stikstof afkomstig uit ongeveer 25 m³ rundveedrijfmest per ha toegediend met een zode-injecteur aangevuld met een ammoniumnitraat meststof (270 g N/kg). Het gras werd gemaaid op 25 april, 2004 met een cirkelmaaier-kneuzercombinatie. Bij het maaien bedroeg de opbrengst ongeveer 3500 kg droge stof per hectare. Het gewas werd voorgedroogd gedurende een veldperiode van anderhalve dag waarbij het gewas één keer werd geschud en geharkt. De graskuil werd geoogst met een

hakselaar en vervolgens ingekuild in een rijkuil die werd afgedekt met plasticfolie en een beschermzeil verzaaid met zandzakken.

7.3.2 Snijmaïs

Selectie van de hybriden

Voor het experiment werden twee snijmaïshybriden geselecteerd met een groot contrast in celwandverteerbaarheid én zetmeelgehalte maar met een overeenkomstige *in-vitro* verteerbaarheid van de organische stof. Beide snijmaïshybriden (Ras 2 en Ras 3) waren afkomstig uit de rassenvergelijkingsproef (van Dijk et al., 2006). Ras 2 was een snijmaïsras van het celwand energietype dat werd gekenmerkt door een hoge *in-vitro* verteerbaarheid van de celwanden bij een relatief laag zetmeelgehalte, terwijl Ras 3 een snijmaïsras van het zetmeel energietype was dat werd gekenmerkt door een relatief lage *in-vitro* verteerbaarheid van de celwanden met een hoog zetmeelgehalte.

Teelt, bemesting en gewasbescherming

Beide snijmaïstypen werden elk verbouwd op twee gelijkwaardige delen van hetzelfde perceel gedraineerde (buisendrainage) jonge zeeklei met grondwatertrap VI, gelegen in Lelystad op 52.517° Noorderbreedte en 5.485° Oosterlengte, 4 meter beneden NAP. Gedurende het groeiseizoen (mei - september) bedroeg de gemiddelde dagtemperatuur 16.0°C, deze was daarmee 0.7°C hoger dan het langjarig gemiddelde. De hoeveelheid neerslag gedurende het groeiseizoen bedroeg 341 mm ten opzichte van een langjarig gemiddelde van 334 mm. De stralingsom was met 241 kJ/cm² hoger dan het langjarig gemiddelde van 232 kJ/cm². Meer gedetailleerde gegevens van het weer op de proeflocatie is te vinden in van Dijk et al. (2006)

In het najaar van 2003 was het perceel na de oogst diep losgemaakt met een diepwoeler en vervolgens geploegd. Op 20 april 2004 is ca. 60 m³ varkensdrijfmest per hectare toegediend en ingewerkt met een bouwlandinjecteur. De bemesting uit drijfmest bedroeg 155 kg werkzame N/ha, 80 kg P₂O₅/ha en 255 kg K₂O/ha. Direct voor het zaaien is met een rotorkoepel een zaaibed gemaakt. Beide snijmaïstypen werden gezaaid op 28 april 2004. De hoeveelheid zaaizaad bedroeg 100.000 zaden per hectare. De rijenafstand was 75 cm en de zaaidiepte ongeveer 6 cm. Bij het zaaien is een rijenbemesting gegeven met 216 kg Mais-MAP 20-40-0 (mono-ammoniumfosfaat 200 g N/kg, 400 g P₂O₅/kg, 5 g borium/kg) per hectare, hetgeen overeenkomt met 43 kg N/ha en 86 kg P₂O₅/ha. Op 6 mei 2004 is een kalibemesting met 100 kg Kali-60 (600 g K₂O/kg) per hectare gegeven

Op 9 juni 2004 is een chemische onkruidbestrijding uitgevoerd met een combinatie van verschillende middelen (Lido 1,0 l/ha; Callisto 0,8 l/ha; Banvel 4s 0,4 l/ha; Milagro 1,0 l/ha).

Oogst

In Tabel 17 staan de oogsttijdstippen van de beide energietypen gegeven bij twee niveaus van drogestofgehalte. De streefwaarde van het lage drogestofgehalte was 300 g droge stof/kg en de streefwaarde van het hoge drogestofgehalte bedroeg 360 g droge stof/kg. Op elk oogsttijdstip is steeds dezelfde hakselaar (Claas type Jaguar 890) gebruikt met steeds dezelfde machine-instellingen (theoretische haksellengte, doorlaat korrelkneuzer, rijsnelheid). De theoretische haksellengte bedroeg 7 mm en de korrelkneuzer was afgesteld op een doorlaat van 1,5 mm en de rijsnelheid bedroeg 5 km/uur. De snijmaïstypen werden elk afzonderlijk per oogsttijdstip ingekuild in rijkuilen en afgedekt met plasticfolie en een beschermzeil verzaaid met zandzakken.

Tabel 17 Oogsttijdstippen van beide energietypen bij een hoog en laag drogestofgehalte (Laag = streefwaarde drogestofgehalte 300 g ds/kg; Hoog = streefwaarde drogestofgehalte 360 g ds/kg)

Energietype	Celwand		Zetmeel	
	Laag	Hoog	Laag	Hoog
Drogestofgehalte				
Proefgroep	C-V	C-L	Z-V	Z-L
Oogstdatum	20 september 2004	8 oktober 2004	17 september 2004	13 oktober 2004

7.4 Voermethoden

De verstrekking van het mengvoer was identiek zoals beschreven in deel A, het verslag van de voederproef op Praktijkcentrum Cranendonck. De grondstoffen en nutriëntensamenstelling van het mengvoer is gegeven in Tabel 18. Het verstrekken van de ruwvoermengsels gebeurde op dezelfde wijze als in deel A, echter met als verschil dat in deze proef gebruik werd gemaakt van automatische transpondergestuurde weegbakken waarin één keer per dag een vers voermengsel werd aangeboden. Een onbeperkte voeropname werd gegarandeerd door op elk moment van de dag een minimale hoeveelheid voerrest tenminste 10% van de aangeboden hoeveelheid ruwvoer aanwezig te laten zijn. Daarnaast was altijd tenminste 1 voerbak per 1,5 koe per behandeling beschikbaar. Om tekorten aan macro- en sporenelementen en vitaminen te voorkomen werd aan het voermengsel 70 g vitaminen- en mineralenpremix, 50 g zout en 40 g magnesiumoxide per dier per dag toegevoegd. Vers drinkwater was de gehele dag vrij beschikbaar.

Tabel 18 Grondstoffen-, nutriënten- en voederwaardesamenstelling mengvoer en het eiwitrijke krachtvoer. De grondstoffensamenstelling is gegeven in g/kg. De nutriënten- en voederwaardesamenstelling in g/kg droge stof, tenzij anders aangegeven

Ingrediënten	Mengvoer	Eiwitrijk voer	Nutriënten	Mengvoer	Eiwitrijk voer
Bietenpulp	60		Droge stof (g/kg)	896	888
Citruspulp	196		Ruw eiwit	195	488
Kokosschilfers	20		Ruwe celstof	121	64
Maisglutenvoermeel	213		Ruw as	87	69
Melasse	40		Ruw vet	50	31
Palmpitschilfers	200		Suiker	123	123
Plantaardig vet (palmolie)	5		Zetmeel	51	11
			NDF	365	154
Raapzaadschroot	172		ADF	216	94
Sojaschroot, onbehandeld		630	ADL	41	10
Sojaschroot, formaldehyde behand.	24	370			
Vinasse	59		<i>Mineralen</i>		
Zout	2		Fosfor	5,8	7,0
Vitaminen en mineralen premix	9		Kalium	17,1	25,2
			Calcium	8,5	3,7
			Natrium	3,4	0,2
			Magnesium	5,9	3,4
			<i>Voederwaarde¹⁾</i>		
			VEM (/kg ds)	1040	1100
			DVE	118	235
			OEB	28	75
			FOS	550	400
			VOS	740	843

¹⁾ Voederwaarde mengvoer en eiwitrijk krachtvoer op basis van de gegevens van de fabrikant

7.5 Metingen, bemonstering en analyses

Alle metingen, bemonsteringen, analyse methoden en berekeningen betreffende gewasopbrengsten en plantfracties, voersamenstelling en voederwaarde, in-situ afbraakkenmerken, nutriëntenopname, melkproductie en melksamenstelling, gewicht en conditiescore, VEM en DVE balans zijn per energietype, oogststadium, individueel dier en/of behandelingsgroep op identieke wijze uitgevoerd zoals beschreven in hoofdstuk 2.5 metingen, bemonstering en analyses van deel A.

Omdat in deze proef gebruik is gemaakt van automatische weegbakken waarmee direct de opname werd gemeten behoeften er geen voerresten te worden gewogen. Daarom werd alleen het verstrekte voer bemonsterd voor bepaling van het drogestofgehalte.

7.6 Statistische analyse

De weekgemiddelden van de drogestofopname, nutriëntenopname, melkgift en melksamenstelling, lichaamsgewicht, conditiescore en VEM en DVE balans werden geanalyseerd door middel van variantieanalyse met behulp van de procedure ANOVA van het statistische pakket (Genstat, 2002). De behandelingsgemiddelden van de drogestofopname, nutriëntenopname, melkgift en melksamenstelling, lichaamsgewicht en conditiescore gedurende de voorperiode werden gebruikt als co-variabelen bij de variantieanalyse van de resultaten van de behandelingsperiode. Hierbij worden de verschillen in de behandelingsperiode gecorrigeerd voor eventuele verschillen die zijn opgetreden tijdens de voorperiode. Het volgende statistische model is gehanteerd voor de variantieanalyse:

$$Y_{ijk} = \mu + Y_{COV} + \text{Blok}_i + \text{Energietype}_j + \text{Oogststadium}_k + E_j \times O_k + \varepsilon_{ijkl}$$

Y_{ijk}	=	Behandelingsgemiddelde
μ	=	Totaal gemiddelde
Y_{COV}	=	Co-variabele behandelingsgemiddelde voorperiode
Blok_i	=	Blokeffect (i=1...16)
Energietype_j	=	Energietype effect (j = celwand, zetmeel)
Oogststadium_k	=	Oogststadium effect (k = laag drogestofgehalte, hoog drogestofgehalte)
$E_j \times O_k$	=	Interactie term Energietype $\times$ Oogststadium
ε_{ijkl}	=	Restafwijking

De groepsgemiddelden van de droge stof en nutriëntenopname, melkgift, productie van melkbestanddelen (vet eiwit, en lactose), melksamenstelling, lichaamsgewicht, conditiescore en VEM en DVE balans zijn vergeleken met Student's t-test.

8 Resultaten en discussie

8.1 Gewasopbrengst en gewassamenstelling

8.1.1 Drogestofopbrengst en kolfaandeel

De drogestofgehalten bij de oogst lagen dicht bij streefwaarden van 300 g droge stof/kg voor het lage drogestof- gehalte en 360 g droge stof/kg voor het hoge drogestofgehalte (tabel 19). De verschillen in drogestofopbrengst zoals gevonden in deze voederproef waren niet typisch voor deze twee rassen zoals blijkt uit de rastypenvergelijkingproef (van Dijk et al., 2006). Binnen oogststadium was het kolfaandeel niet verschillend tussen het celwandtype en het zetmeeltype (Tabel 19). Dit resultaat komt niet overeen met de resultaten van de rastypenvergelijkingproef. In de rastypenvergelijkingproef bedroeg namelijk, bij drogestofgehalten vergelijkbaar met vroege en late oogst in deze voederproef, het kolfaandeel respectievelijk 44% en 51% bij het celwandtype en respectievelijk 53% en 57% bij het zetmeeltype (van Dijk et al., 2006). Verschillen in teeltlocatie (bodemkwaliteit, bodemgesteldheid, bemesting, neerslag) kunnen mogelijk een oorzaak zijn geweest van de kleinere verschillen in kolfaandeel en grotere verschillen in drogestofopbrengst.

Tabel 19 Opbrengsten, drogestofgehalte en kolfaandeel per energietype en per oogststadium gemeten op vijf verschillende locaties in het perceel

Energietype Oogststadium Snijmaïskuil	Celwand (Ras 2)		Zetmeel (Ras 3)	
	Vroeg C-V	Laat C-L	Vroeg Z-V	Laat Z-L
Verse opbrengst (ton/ha)	41,6	34,1	52,4	37,7
Drogestofgehalte (g/kg)	317	365	290	371
Drogestofopbrengst (ton ds/ha)	13,2	12,5	15,2	14,0
Drogestofgehalte gehele plant (g/kg)	317	365	290	371
Drogestofgehalte kolf (g/kg)	524	587	497	546
Drogestofgehalte restplant (g/kg)	208	266	195	242
Kolfaandeel (% van droge stof)	54,9	59,7	53,9	60,3

8.1.2 Chemische samenstelling gewas, kolf en restplant

In tabel 20 is chemische samenstelling gegeven van het gewas bij de oogst. Tegen de verwachting in, was bij het vroege oogststadium (circa 30% droge stof) het zetmeelgehalte van het zetmeeltype (Ras 3) gemiddeld lager dan van het celwandtype. Dit in tegenstelling tot de rastypenvergelijkingproef waar, bij vergelijkbare drogestof- gehalten in de gehele plant, grotere verschillen in zetmeelgehalte werden gevonden ten gunste van het zetmeeltype. Bij het late oogststadium (36% droge stof) waren de verschillen tussen de energietypen in zetmeelgehalte wel in lijn met de resultaten van de rastypenvergelijkingproef. De hogere NDF verteerbaarheid bij het celwandtype bij zowel de vroege als late oogst waren in overeenstemming met resultaten van de het rastypenvergelijkingproef (van Dijk et al., 2006). De kolven van het zetmeeltype hadden een lager drogestof- gehalte dan de kolven van het zetmeeltype bij een vergelijkbaar drogestofgehalte (tabel 21). Het zetmeelgehalte en de in-vitro verteerbaarheid van de organische stof van de kolven verschilde niet tussen het celwandtype en zetmeeltype.

Tabel 20 Gemiddelden en standaarddeviaties (s.d.) van de chemische samenstelling bepaald in het verse product van de snijmaïshybriden bij de verschillende oogststadia, alle waarden uitgedrukt in g/kg droge stof, tenzij anders aangegeven

Energietype Oogststadium Snijmaïskuil	Celwand (Ras 2)				Zetmeel (Ras 3)			
	Vroeg C-V		Laat C-L		Vroeg Z-V		Laat Z-L	
	gem	s.d.	gem	s.d.	gem	s.d.	gem	s.d.
Droge stof (g/kg)	305	2,1	337	9,0	268	5,9	353	4,4
Ruw eiwit	63	0,6	54	3,3	59	1,0	60	1,9
Ruwe celstof	178	3,6	206	17,2	185	6,8	165	8,3
Ruw as	41	3,8	45	4,3	48	0,8	61	7,3
VC-OS%	77,6	0,38	74,6	1,46	75,5	0,88	77,0	1,13
Zetmeel	345	11,7	347	34,0	321	16,4	397	14,8
NDF	396	8,5	441	34,9	403	14,2	443	150,1
NDF verteerbaarheid (%)	52,6	1,28	51,5	2,37	48,3	1,16	47,2	1,34
ADF	211	4,8	247	21,9	221	9,9	196	12,2
ADL	20	0,8	21	2,1	20	1,2	24	1,5

Tabel 21 Chemische samenstelling van de kolf en restplant van de snijmaïshybriden bepaald in het verse product, alle waarden uitgedrukt in g/kg droge stof, tenzij anders aangegeven

Energietype Oogststadium Snijmaïskuil	Celwand (Ras 2)				Zetmeel (Ras 3)			
	Vroeg C-V		Laat C-L		Vroeg Z-V		Laat Z-L	
	kolf	rest	kolf	rest	kolf	rest	kolf	rest
Plantfractie								
Droge stof (g/kg)	535	208	567	252	479	188	535	243
Ruw eiwit	75	35	69	36	73	51	67	35
Ruwe celstof	66	346	56	366	60	324	53	352
Ruw as	15	65	16	76	15	85	16	81
VC-OS%	87,2	61,8	87,2	60,1	87,8	61,3	87,2	58,9
Zetmeel	588	31	657	8	595	41	653	14
NDF	216	674	183	726	189	648	189	700
NDF verteerbaarheid (%)	40,9	54,8	34,3	56,1	34,7	52,6	35,6	52,2
ADF	93	412	73	436	78	390	70	422
ADL	14	39	10	39	10	36	10	36

8.2 Voersamenstelling, voederwaarde en afbraakkenmerken

8.2.1 Chemische samenstelling en voederwaarde

Binnen de twee oogststadia vroeg of laat waren er geen significante verschillen in de samenstelling en voederwaarde van de ingekuilde snijmaïs van het celwandtype en zetmeeltype. In het onderzoek naar de conserveringseigenschappen met behulp van laboratoriumsilo's waren de contrasten in zetmeel tussen de dezelfde rassen bij vergelijkbare drogestofgehalten duidelijk groter (van Schooten, 2006). In dat laatstgenoemde onderzoek was bij overeenkomstige drogestofgehalten, het zetmeelgehalte van het zetmeeltype gemiddeld 40 g/kg droge stof hoger dan bij het celwandtype (van Schooten, 2006). Echter, het zetmeelgehalte zoals gevonden in de snijmaïskuilen van de voederproef was gemiddeld hoger dan in het conserveringsonderzoek. Dit laatste kan worden verklaard door een groter kofaandeel bij zowel het celwandtype als bij het zetmeeltype in deze voederproef in vergelijking met het onderzoek naar de conserveringseigenschappen.

Tabel 22 Gemiddelden en standaarddeviaties (s.d.) van de chemische samenstelling en voederwaarde van de ingekuilde ruwvoerders, alle waarden uitgedrukt in g/kg drogestof, tenzij anders aangegeven

Ingekoelde ruwvoerders, die waarden uitgedrukt in g/kg drogestof, tenzij anders aangegeven										
Energietype	Celwand (Ras 2)				Zetmeel (Ras 3)				Graskuil	
Oogststadium	Vroeg		Laat		Vroeg		Laat			
Snijmaïskuil	C-V		C-L		Z-V		Z-L			
	gem	s.d.	gem	s.d.	gem	s.d.	gem	s.d.	gem	s.d.
Droge stof (g/kg)	299	4,3	343	11,4	287	5,6	340	12,4	465	9,0
Ruw eiwit	62	2,9	60	1,9	65	1,4	58	2,3	201	2,8
Ruwe celstof	193	11,0	179	9,3	177	8,8	167	5,9	217	3,4
Ruw as	42	1,4	46	2,7	46	1,6	44	2,1	114	5,1
VC-OS%	75,6	0,92	75,6	0,54	75,5	0,55	76,5	0,90	82,3	0,59
Suiker									116	12,9
Zetmeel	317	15,0	390	11,8	334	15,4	401	13,5		
NDF	408	17,7	392	13,2	379	13,2	362	9,4	370	12,9
ADF	234	15,6	223	9,4	216	8,2	199	8,2	244	3,1
ADL	20	0,8	22	2,0	20	0,5	20	2,3	16	1,0
Zand									14	2,2
NH ₃ (%)									9	0,8
<i>Mineralen</i>										
Fosfor	1,8	0,08	2,0	0,04	1,8	0,09	2,1	0,05	4,5	0,11
Kalium	10,3	0,65	10,7	0,22	11,1	0,36	10,4	0,26	41,9	2,51
Calcium	1,7	0,09	1,9	0,12	1,9	0,08	1,9	0,00	6,4	0,28
Natrium	<0,2	-	<0,2	-	<0,2	-	<0,2	-	2,3	0,23
Magnesium	1,0	0,05	1,1	0,00	1,0	0,05	1,0	0,05	1,4	0,14
<i>Voederwaarde</i>										
VEM (V/kg ds)	965	15,4	960	7,4	958	9,8	979	16,2	971	10,8
DVE	48	2,7	43	1,5	46	1,4	43	1,6	88	1,2
OEB	-41	2,2	-36	1,9	-37	2,0	-38	2,7	70	4,0
FOS	525	16,5	480	11,0	506	11,5	483	13,4	610	7,2
VOS	725	9,5	721	4,5	720	6,1	733	10,1	729	7,5

8.2.2 In-situ afbraak

In tabel 23 zijn de resultaten van de in-situ afbraak met de nylonzakjesmethode gegeven. Zoals aangegeven in deel A, worden de resultaten van in-situ verteerbaarheidsonderzoek met de nylonzakjesmethode in grote mate bepaald door de wijze van voorbehandelen (b.v. malen, verkleinen, invriezen, drogen), materialen (b.v. maaswijdte, doorlaatbaarheid en grootte van de nylon zakjes) en werkwijze (aantal zakjes, hoeveelheid materiaal per zakje, incubatie tijdstippen, rantsoen van de proefdieren). Resultaten van in-situ verteerbaarheidsonderzoek zijn daarom vooral geschikt om de rangordeverschillen aan te geven en om verschillen of overeenkomsten tussen proefbehandelingen binnen een experiment aan te duiden.

Bij vroege oogst (C-V en Z-V) waren de groottes van de verteerbare niet oplosbare fractie, de uitwasbare en onverteerbare fracties nagenoeg gelijk voor het celwandtype en zetmeeltype. Maar door een lagere afbraaksnelheid was de bestendigheid van het zetmeel van het vroeg geoogste zetmeeltype (Z-V) aanmerkelijk groter dan van het vroeg geoogste celwandtype (C-V). Bij late oogst had de snijmaïskuil van het zetmeeltype (Z-L) een aanmerkelijk lagere uitwasbare fractie, een veel grotere niet-uitwasbare potentieel afbreekbare fractie en een lagere in-situ afbraaksnelheid dan het laat geoogste celwandtype (C-L). Het gevolg was een veel grotere bestendigheid van zetmeel in snijmaïskuil Z-L dan in snijmaïskuil C-L. Het is bekend dat genotypische eigenschappen die tot uitdrukking komen in verschillen in de textuur van de maïskorrel effect kunnen hebben op de afbraakarakteristieken van het zetmeel. Zo hebben maïshybriden van het type flint een lagere in-situ afbraaksnelheid dan hybriden van het type dent (Philippeau & Michalet-Doreau, 1997, Philippeau & Michalet-Doreau, 1998, Verbic et al., 1995, Verbic et al., 2005).

In Nederland worden echter vrijwel uitsluitend maïshybriden geteeld die tussen het type dent en flint in liggen. Ook de hybriden (Ras 2 en Ras 3) die in deze voederproef zijn gebruikt behoren tot een tussentype tussen dent en flint (Groten, 2005). Hoewel, wellicht niet of in mindere mate gerelateerd aan flint- of denttype, zijn er aanwijzingen dat ook tussen snijmaïshybriden die voor de Nederlandse markt zijn gekweekt rasverschillen in afbraakarakteristieken van het zetmeel bestaan (Klop & de Visser, 1991).

Zowel bij het celwandtype als het zetmeeltype leidde laat ten opzichte van vroeg oogsten tot een kleinere uitwasbare fractie, een grotere verteerbare niet oplosbare fractie en een grotere bestendigheid van zetmeel. Dit is in overeenstemming met de resultaten van Philippeau & Michalet-Doreau (1997) die een afname van de uitwasbare fractie en toename van de verteerbare niet oplosbare fractie en een grotere bestendigheid van zetmeel vonden naarmate maïs verder is afgerijpt. Uit diverse studies blijkt dat ook de in-situ afbraaksnelheid van zetmeel afneemt naarmate een gewas verder afgerijpt is (Flachowsky et al., 1993, Jochmann et al., 1999, Philippeau & Michalet-Doreau, 1997). In onze studie was het effect van de mate van afrijping niet eenduidig voor het celwandtype en het zetmeeltype. Bij de snijmaïskuil van het laat geoogste celwandtype (C-L) was de in-situ afbraaksnelheid van zetmeel lager dan van de snijmaïskuil van het vroeg geoogste celwandtype (C-V). Bij de snijmaïskuil van het zetmeeltype was er nauwelijks verschil voor de in-situ afbraaksnelheid van zetmeel tussen vroeg en laat oogsten.

De onverteerbare fracties van de NDF waren voor beide energietypen en oogststadia ongeveer gelijk. De uitwasbare fractie van de NDF is bij drie van de vier combinaties van oogststadium en energietype nul. Echter, bij de snijmaïskuil het vroeg geoogste zetmeeltype (Z-V) werd een negatieve uitwasbare fractie vastgesteld. Op basis van visuele beoordeling werd vastgesteld dat de afbraakcurve van NDF wel een juist en regelmatig verloop had. De oorzaak van de negatieve uitwasbare fractie moeten we zoeken in een grote variatie in de analyse van NDF. Waarschijnlijk is bij de analyse in het uitgangsmateriaal het NDF-gehalte onderschat. Rekeninghoudend met de beperkingen van de nylonzakjesteknik, kunnen we concluderen dat er tussen snijmaïs van het celwandtype en zetmeeltype verschillen bestaan in de afbraakkenmerken van met name zetmeel. De verschillen in de afbraakkenmerken en bestendigheid van zetmeel kan een gevolg zijn van rasverschillen. Het is echter niet duidelijk of de in onze studie gevonden verschillen in de bestendigheid van zetmeel algemeen geldend zijn voor snijmaïs van het celwandtype of zetmeeltype.

Tabel 23 Resultaten in-situ afbraak

Energietype	Celwand (Ras 2)		Zetmeel (Ras 3)	
Oogststadium	Vroeg	Laat	Vroeg	Laat
Snijmaïskuil	C-V	C-L	Z-V	Z-L
<i>Droge stof</i>				
Onverteerbare fractie (%)	17,46	19,88	16,52	20,08
Verteerbare niet oplosbare fractie (%)	48,68	53,95	48,59	64,43
Direct uitwasbare fractie (%)	33,86	26,17	34,90	15,48
Afbraaksnelheid (%/uur)	1,187	1,184	1,170	1,47
Bestendigheid (%)	56,0	62,6	55,1	68,62
<i>Zetmeel</i>				
Onverteerbare fractie (%)	1,52	1,21	1,45	1,76
Verteerbare niet oplosbare fractie (%)	38,37	47,54	38,40	84,25
Direct uitwasbare fractie (%)	60,11	51,25	60,15	13,99
Afbraaksnelheid (%/uur)	5,955	3,463	2,208	2,294
Bestendigheid (%)	23,2	32,7	32,7	54,4
<i>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 uitwasbare fractie (%)	0,0	0,0	-9,30 ¹	0,0
Afbraaksnelheid (%/uur)	0,628	0,913	0,751	0,878
Bestendigheid (%)	92,0	98,7	88,7	89,6

¹ Deze negatieve fractie is mogelijk een gevolg van onnauwkeurigheden in de methodiek

8.3 Voer- en nutriëntenopname

8.3.1 Voer- en nutriëntenopname tijdens de voorperiode

In tabel 24 zijn van de behandelingsgroepen de groepsgemiddelden van de droge stof, kVEM, DVE, OEB en nutriëntenopname tijdens de voorperiode gegeven. In de voorperiode bestond tussen de behandelingsgroepen geen significant verschil in de opname van droge stof, kVEM, DVE, OEB, ruw eiwit, zetmeel, ruwe celstof en celwandbestanddelen.

Tabel 24 Gemiddelde dagelijkse voer- en nutriëntenopname in de voorperiode

Behandelingsgroep	C-V	C-L	Z-V	Z-L				
Energietype (E)	Celwand		Zetmeel					interactie
Oogststadium (O)	Vroeg	Laat	Vroeg	Laat	Isd ¹	E ²	O ²	E×O ²
<i>Vrijwillige voeropname</i>								
Vers voeropname (kg)	39,6	39,0	38,4	39,1	3,28	NS	NS	NS
Drogestofopname (kg ds)	13,8	13,6	13,3	13,5	1,170	NS	NS	NS
Waarvan: snijmais (kg ds)	9,9	9,7	9,6	9,7				
graskuil (kg ds)	2,3	2,3	2,2	2,3				
eiwitrijk krachtvoer (kg ds)	1,4	1,4	1,4	1,4				
Krachtvoeropname (kg ds)	5,7	5,3	5,4	5,7				
Totale opname (kg ds)	19,4	18,9	18,8	19,1	1,311	NS	NS	NS
<i>Nutriëntenopname</i>								
kVEM	19,3	18,7	18,6	19,1	1,284	NS	NS	NS
DVE (g)	1648	1596	1589	1631	108	NS	NS	NS
OEB (g)	46	40	42	46	17,3	NS	NS	NS
VOS (kg)	14,3	13,8	13,8	14,1	0,958	NS	NS	NS
FOS (kg)	10,1	9,8	9,7	9,9	0,672	NS	NS	NS
Ruw eiwit (kg)	2,86	2,77	2,76	2,82	0,192	NS	NS	NS
Ruwe celstof (kg)	3,03	2,95	2,93	2,98	0,216	NS	NS	NS
NDF (kg)	6,92	6,72	6,69	6,82	0,467	NS	NS	NS
ADF (kg)	4,05	3,94	3,92	3,99	0,276	NS	NS	NS
ADL (kg)	0,49	0,47	0,47	0,48	0,029	NS	NS	NS
Zetmeel (kg)	3,87	3,78	3,75	3,83	0,292	NS	NS	NS

¹ Isd = kleinste significante verschil

² p = significantie: NS niet significant = p ≥ 0,1; ~ = 0,1 > p ≥ 0,05; * = 0,05 > p ≥ 0,01; ** = 0,01 > p ≥ 0,001; *** = p < 0,001

8.3.2 Voer- en nutriëntenopname tijdens de behandelingsperiode

In tabel 25 zijn voor elke behandelingsgroep de groepsgemiddelden van de drogestofopname, kVEM, DVE, OEB en nutriëntenopname tijdens de behandelingsperiode gegeven. In tabel 26 zijn de gemiddelde drogestofopname, kVEM, DVE, OEB en nutriëntenopname tijdens de behandelingsperiode voor de hoofdeffecten (energietype en oogststadium) gegeven. Het verloop van de voeropname is gegeven in figuur 5.

Er was een significant effect van het oogststadium op de vers voeropname en een tendens voor een effect van energietype op de vers voeropname. Een hogere vers voeropname bij het vroege oogststadium laat zich verklaren door een lager drogestofgehalte. Echter, de verschillen zijn moeilijk te duiden door het optreden van interactie tussen energietype en oogststadium. Er was een tendens (0,1 > p ≥ 0,05) voor een hogere ruwvoeropname (kg ds) bij het zetmeeltype. Dit kan mogelijk een gevolg zijn van verschillen in pensfermentatie. Een lagere afbraaksnelheid en grotere pensbestendigheid van zetmeel van snijmaiskuil geeft een minder langdurige pH daling resulterend in gunstiger omstandigheden voor celluloseafbraak (Verbic et al., 2005). Dit heeft mogelijk een gunstig effect gehad op verdwijning van deeltjes uit de pens en door minder fysieke beperking van de ruwvoeropname vanwege een geringere pensvulling.

Er was ook een tendens voor hogere ruwvoeropname (kg ds) bij vroeg oogsten ten opzichte van laat oogsten. Dit is in lijn met de resultaten van ander onderzoek waarin bij een toenemend drogestofgehalte boven de 33% de voeropname enigszins afneemt (Phipps et al., 2000). Behandelingsgroep Z-V had een significant hogere kVEM opname dan C-L (p < 0,05), tussen de overige behandeling waren geen significante verschillen in kVEM opname. Er was een significant effect van energietype op de kVEM opname (p < 0,05). De koeien op een rantsoen met snijmaiskuil van het zetmeeltype hadden als gevolg van een iets hogere gemiddelde VEM per kg droge stof en een tendens tot een hogere drogestofopname een significant hogere VEM- opname dan koeien op een rantsoen met snijmaiskuil 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 (tabel 26). 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 (Tamminga et al., 1994). In het DVE/OEB systeem wordt de hoeveelheid bestendig zetmeel (g/kg ds) geschat uit het drogestofgehalte en het zetmeelgehalte (bestendig zetmeel (g/kg ds) = 0,01×zetmeel (g/kg ds) + 0,01 × droge stof (g/kg)). Als gevolg hiervan is dus het FOS gehalte en het DVE gehalte lager bij een hoger drogestofgehalte en hoger zetmeelgehalte. Er was een significant oogststadium effect op de OEB opname. Dit komt door een

gemiddeld iets hoger OEB gehalte bij de vroeg geoogste snijmaïs in combinatie met niet significant hogere drogestofopname. Dit laatste geldt ook min of meer voor het effect van oogtijdstip op de ruw eiwit opname die het gevolg was van een iets hogere opname in combinatie met iets hogere gehalten per kg droge stof.

Het energietype had geen effect op de ruwe celstof, NDF en ADF opname. Hoewel de gehalten aan ruwe celstof, NDF en ADF gemiddeld lager waren bij het zetmeeltype dan bij het celwandtype, was er 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, NDF en ADF tussen de energietypen.

Hogere gehalten van ruwe celstof, NDF en ADF in het gewas bij vroege oogst ten opzichte van late oogst resulteerden in een significant effect van het oogststadium op de opname van ruwe celstof, NDF en ADF. Er was een significante interactie tussen energietype en oogststadium op de ADL opname. Deze interactie is moeilijk te verklaren. Wellicht spelen het lage gehalte aan ADL en de variatie in de analyse van het ADL gehalte een rol.

De zetmeelopnames van de behandelingsgroepen C-L en Z-L waren significant hoger dan die van Z-V en C-V. De zetmeelopname van behandelingsgroep Z-V was significant hoger dan van C-V. Er was geen significant verschil in zetmeelopname tussen C-L en Z-L. Er was een significant effect van energietype op de zetmeelopname. De koeien die een rantsoen krijgen met snijmaïskuil van het zetmeeltype hadden een significant hogere zetmeel opname ($p < 0,05$) 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 zetmeel opname ($p < 0,001$).

Tabel 25 Gemiddelde dagelijkse voer- en nutriëntenopname in de behandelingsperiode, gecorrigeerd voor verschillen in voorperiode

Behandelingsgroep	C-V	C-L	Z-V	Z-L				
Energietype (E)	Celwand		Zetmeel					interactie
Oogststadium (O)	Vroeg	Laat	Vroeg	Laat	Isd ¹	E ²	O ²	E×O ²
<i>Vrijwillige voeropname</i>								
Vers voeropname (kg)	51,1	45,4	55,7	44,6	3,210	~	***	*
Drogestofopname (kg ds)	17,1	16,5	18,0	17,0	1,161	~	~	NS
waarvan: snijmaïs (kg ds)	12,1	11,7	12,7	12,0				
graskuil (kg ds)	3,0	2,9	3,2	3,1				
eiwitrijk krachtvoer (kg ds)	1,7	1,7	1,8	1,7				
Krachtvoeropname (kg ds)	6,3	6,4	6,4	6,5				
Totale opname (kg ds)	23,4	22,9	24,3	23,5	1,246	~	NS	NS
<i>Nutriëntenopname</i>								
KVEM	23,2	22,5	24,0	23,5	1,214	*	NS	NS
DVE (g)	2010	1900	2059	1970	90,6	~	**	NS
OEB (g)	11	108	70	54	17,4	NS	***	***
FOS (kg)	12,46	11,51	12,66	12,05	0,630	~	***	NS
VOS (kg)	17,20	16,69	17,79	17,37	0,908	~	NS	NS
Ruw eiwit (kg)	3,44	3,37	3,62	3,42	0,159	~	*	NS
Ruwe celstof (kg)	3,79	3,67	3,81	3,55	0,212	NS	*	NS
NDF (kg)	8,49	8,30	8,54	8,09	0,455	NS	*	NS
ADF (kg)	4,99	4,91	5,05	4,68	0,267	NS	*	NS
ADL (kg)	0,57	0,60	0,59	0,56	0,027	NS	NS	***
Zetmeel (kg)	4,17	4,94	4,58	5,13	0,323	*	***	NS

¹ Isd = kleinste significante verschil

² Significantie van de hoofdeffecten en interactie: NS = niet significant = $p \geq 0,1$; ~ = $0,1 > p \geq 0,05$;

* = $0,05 > p \geq 0,01$; ** = $0,01 > p \geq 0,001$; *** = $p < 0,001$

Tabel 26 Gemiddelde dagelijkse voer- en nutriëntenopname voor de hoofdeffecten energietype en oogststadium, gecorrigeerd voor verschillen in voorperiode

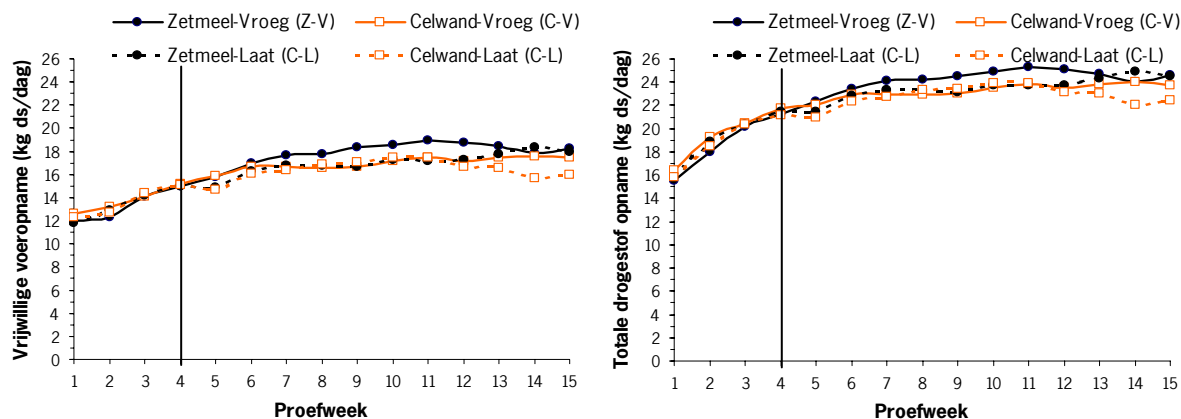
Hoofdeffecten:	Energietype (E)		Oogststadium (O)		lsd ¹	E ²	O ²	interactie E×O ²
	Celwand	Zetmeel	Vroeg	Laat				
<i>Vrijwillige voeropname</i>								
Vers voeropname (kg)	48,2	50,2	53,4	45,0	2,270	~	***	*
Drogestofopname (kg ds)	16,8	17,5	17,5	16,7	0,821	~	~	NS
waarvan: snijmais (kg ds)	11,9	12,4	12,4	11,8				
graskuil (kg ds)	3,0	3,1	3,2	3,0				
eiwitrijk krachtvoer (kg ds)	1,7	1,8	1,8	1,7				
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	***	***
FOS (kg)	11,98	12,36	12,56	11,78	0,446	~	***	NS
VOS (kg)	16,94	17,58	17,49	17,37	0,642	~	NS	NS
Ruw eiwit (kg)	3,41	3,52	3,53	3,39	0,113	~	*	NS
Ruwe celstof (kg)	3,73	3,68	3,80	3,61	0,150	NS	*	NS
NDF (kg)	8,39	8,32	8,52	8,19	0,321	NS	*	NS
ADF (kg)	4,95	4,87	5,02	4,80	0,189	NS	*	NS
ADL (kg)	0,59	0,57	0,58	0,58	0,019	NS	NS	***
Zetmeel (kg)	4,56	4,86	4,38	5,03	0,228	*	***	NS

¹ lsd = kleinste significante verschil

² Significantie van de hoofdeffecten en interactie: NS = niet significant = $p \geq 0,1$; ~ = $0,1 > p \geq 0,05$;

* = $0,05 > p \geq 0,01$; ** = $0,01 > p \geq 0,001$; *** = $p < 0,001$

Figuur 5 Verloop van de gemiddelde vrijwillige voeropname (links) en totale voeropname inclusief krachtvoer (rechts) per behandelingsgroep gedurende de proefperiode (voorperiode proefweek 1 t/m 4; behandelingsperiode proefweek 5 t/m 15)



8.3.3 Rantsoensamenstelling

In de tabellen 27 en 28 zijn de samenstellingen van de ad libitum verstrekte basisrantsoenen en de samenstelling van de opgenomen totale rantsoenen inclusief het via de automaten verstrekte krachtvoer gegeven. Later oogsten leidde zoals verwacht bij C-L en Z-L tot een hoger drogestofgehalte ten opzichte van C-V en Z-V. Er zijn slechts geringe verschillen in de ruw eiwit, ruw as en suikergehalten van de verschillende rantsoenen. Binnen oogststadium, dus tussen C-V en Z-V en tussen C-L en Z-L, bestaan slechts geringe verschillen in zetmeelgehalte. Later oogsten resulteerde in hogere zetmeelgehalten in het rantsoen. De voederwaarde (VEM, DVE, OEB) verschilde weinig tussen de rantsoenen in de behandelingsperiode.

Tabel 27 Gemiddelde gewogen samenstelling van de ad libitum verstrekte basisrantsoenen (g/kg droge stof, tenzij anders vermeld)

Energietype Oogststadium Rantsoen	Voorperiode ¹	Behandelingsperiode			
		Celwand (Ras 2)		Zetmeel (Ras 3)	
		Vroeg C-V	Laat C-L	Vroeg Z-V	Laat Z-L
<i>Ingrediënten</i>					
Snijmais C-V	180	709			
Snijmais C-L	179		708		
Snijmais Z-V	179			707	
Snijmais Z-L	180				708
Graskuil	169	178	179	180	179
Eiwitrijk krachtvoer	103	102	102	102	102
Mineralen	7	7	7	7	7
Zout	3	3	3	3	3
<i>Nutriënten</i>					
Droge stof (g/kg)	347	334	363	322	380
Ruw eiwit	129	129	129	132	126
Ruwe celstof	170	178	176	169	163
Ruw as	65	63	66	66	64
Suiker	33	34	35	34	35
Zetmeel	260	226	280	237	282
NDF	353	363	362	346	336
ADF	206	213	214	205	193
ADL	18	18	20	18	17
<i>Voederwaarde</i>					
VEM /kg ds	971	974	964	967	984
DVE	71	74	70	73	71
OEB	-8	-10	-4	-6	-8
FOS	503	526	485	510	498
VOS	731	733	726	728	738

¹ Rantsoen voorperiode bestond op drogestofbasis uit 25% C-V, 25% C-L, 25% Z-V en 25% Z-L

Tabel 28 Gewogen totale rantsoensamenstelling inclusief mengvoer opgenomen via de krachtvoerautomaten gedurende de voorperiode en behandelingsperiode

Energietype Oogststadium Rantsoen	Voorperiode ¹	Behandelingsperiode			
		Celwand (Ras 2)		Zetmeel (Ras 3)	
		Vroeg C-V	Laat C-L	Vroeg Z-V	Laat Z-L
<i>Nutriënten</i>					
Ruw eiwit	147	147	148	149	145
Ruwe celstof	156	162	161	157	151
Ruw as	71	69	72	72	71
Suiker	59	58	60	58	59
Zetmeel	200	178	216	188	218
NDF	356	363	363	351	344
ADF	209	213	215	208	199
ADL	25	24	26	24	24
<i>Voederwaarde</i>					
VEM /kg ds	992	993	985	986	1000
DVE	85	86	93	85	84
OEB	2	0	5	3	2
FOS	518	533	503	521	513
VOS	734	735	730	731	739

¹ Rantsoen voorperiode bestond op drogestofbasis uit 25% C-V, 25% C-L, 25% Z-V en 25% Z-L

8.4 Melkproductie, -samenstelling, gewicht en conditiescore

8.4.1 Melkgift en melksamenstelling tijdens de voorperiode

In tabel 29 zijn van de vier behandelingsgroepen (C-V, C-L, Z-L, Z-V) de gemiddelde dagelijkse melkgift, melksamenstelling, gewicht en energie- en eiwitbalans en dekking gedurende de voorperiode gegeven. Tijdens de voorperiode was er geen significant verschil in melkgift, de gehalten en productie van melkvet, eiwit en lactose en de voor vet en eiwitgehalte gecorrigeerde melkproductie (meetmelk). Ook het gewicht van de koeien en energie- en eiwitvoorziening waren overeenkomstig voor alle behandelingsgroepen. Dit is een indicatie dat de vier behandelingsgroepen goed waren gebalanceerd.

Tabel 29 Melkproductie, melksamenstelling en gewicht in de voorperiode

Behandelingsgroep	C-V	C-L	Z-V	Z-L				
Energietype (E)	Celwand (Ras 2)		Zetmeel (Ras 3)					interactie
Oogsttijdsp (O)	Vroeg	Laat	Vroeg	Laat	Isd ¹	E ²	O ²	E×O ²
<i>Melkproductie</i>								
Melkgift (kg)	35,5	34,2	35,7	35,4	2,414	NS	NS	NS
Vet (g)	1721	1663	1771	1671	151,9	NS	NS	NS
Eiwit (g)	1199	1137	1171	1189	99,0	NS	NS	NS
Lactose (g)	1613	1521	1600	1602	134,8	NS	NS	NS
Vet (%)	4,85	4,86	4,96	4,72	0,292	NS	NS	NS
Eiwit (%)	3,38	3,32	3,28	3,36	0,135	NS	NS	NS
Lactose (%)	4,54	4,45	4,48	4,53	0,087	NS	NS	NS
FPCM (kg)	39,1	37,6	39,6	38,4	2,934	NS	NS	NS
Gewicht	609	598	605	619	29,39	NS	NS	NS
kVEM balans	-4,5	-4,2	-5,2	-4,3	0,43	NS	NS	NS
VEM dekking (%)	81	83	78	81	1,706	NS	NS	NS
DVE balans	-253	-199	-206	-253	33,2	NS	NS	NS
DVE dekking (%)	87	90	88	86	1,782	NS	NS	NS

¹ Isd = kleinste significante verschil

² Significantie van de hoofdeffecten en interactie: NS = niet significant = $p \geq 0,1$; ~ = $0,1 > p \geq 0,05$;

* = $0,05 > p \geq 0,01$; ** = $0,01 > p \geq 0,001$; *** = $p < 0,001$

8.4.2 Melkgift en melksamenstelling tijdens de behandelingsperiode

In tabel 30 zijn van alle behandelingsgroepen de gemiddelde dagelijkse melkgift en melksamenstelling, gewicht en energie- en eiwitbalans en dekking gedurende de behandelingsperiode gegeven. In tabel 31 zijn de gemiddelden per hoofdeffecten energietype en oogststadium gegeven. In figuur 6 is het verloop van de melk-, vet-, eiwit- en meetmelkproductie weergegeven. Koeien van behandelingsgroep Z-L produceerden significant meer melk (kg/dag), eiwit en lactose dan de koeien van de behandelingsgroepen C-V en C-L. De koeien van behandelingsgroep Z-V liet een tendens zien tot een hogere eiwitproductie ten opzichte van C-V en C-L. De gecombineerde resultaten voor de hoofdeffecten laten zien er geen effect is van oogsttijdsp 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 hoger dan bij koeien op een rantsoen met snijmaïskuil van het celwandtype. Dit verschil was echter niet significant maar ging in de richting van een tendens tot een hogere vetproductie ($p = 0,101$).

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. Propionzuur dat ontstaat bij fermentatie in de pens wordt door de lever gebruikt voor de vorming van glucose (Oba & Allen, 2003). Ook de afbraak van bestendig zetmeel in de darm verhoogt glucose voorziening. De grotere aanvoer van glucose en propionzuur kan leiden tot een grotere lactose productie (Miettinen & Huhtanen, 1996). Daarnaast kan de verhoogde aanvoer van glucose mogelijk de afbraak van glucogene aminozuren verminderen

waardoor er meer aminozuren beschikbaar komen voor de vorming van melkeiwit (Nocek & Tamminga, 1991). De resultaten van in-situ verteerbaarheidsonderzoek geven aan dat 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, en dat vertering van zetmeel in de darm circa 40% meer energie oplevert dan vertering in de pens (Owens et al., 1986). Een lagere afbraaksnelheid en hogere bestendigheid van zetmeel uit snijmaïskuil kan ook resulteren in een grotere en efficiëntere productie van microbieel eiwit en gunstiger omstandigheden voor celwandaafbraak in de pens resulterend in een grotere in-situ verteerbaarheid van de restplant (celwanden) (Verbic et al., 2005). Een betere voorziening met aminogene nutriënten kan een verklaring zijn voor de hogere melkeiwit productie van de koeien op een rantsoen met het snijmaïs van het zetmeeltype. Verder kan de betere celwandaafbraak hebben bijgedragen aan een hogere productie van azijnzuur hetgeen een verklaring kan zijn voor de iets hogere melkvetproductie.

Er waren geen significante verschillen in gewicht tussen de behandelingsgroepen. De VEM-balans en VEM-dekking was niet significant verschillend tussen behandelingsgroepen. De DVE-balans van behandelingsgroep Z-L is significant lager (meer negatief) dan de overige behandelingen. De DVE-balansen van behandelingsgroepen Z-V en C-L zijn significant lager (meer negatief) dan van C-V. Er is sprake van een significant effect van zowel het energietype en oogststadium op de DVE balans. Dit hangt mede 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. Zoals eerder aangegeven kan de lagere afbraaksnelheid en hogere bestendigheid van het zetmeel de omstandigheden in de pens zodanig hebben beïnvloed dat dit tot een grotere microbiële eiwitproductie heeft geleid (Verbic et al., 2005).

Tabel 30 Melkproductie, melksamenstelling en gewicht in de behandelingsperiode, gecorrigeerd voor verschillen in de voorperiode

Behandelingsgroep	C-V	C-L	Z-V	Z-L				
Energietype (E)	Celwand		Zetmeel					interactie
Oogststadium (O)	Vroeg	Laat	Vroeg	Laat	Isd ¹	E ²	O ²	E×O ²
<i>Melkproductie</i>								
Melkgift (kg)	38,0	37,8	39,4	39,9	1,887	*	NS	NS
Vet (g)	1623	1628	1676	1674	84,4	NS	NS	NS
Eiwit (g)	1210	1215	1275	1277	63,0	**	NS	NS
Lactose (g)	1777	1779	1848	1875	89,4	**	NS	NS
Vet (%)	4,27	4,31	4,25	4,20	0,242	NS	NS	NS
Eiwit (%)	3,18	3,22	3,24	3,20	0,107	NS	NS	NS
Lactose (%)	4,67	4,71	4,69	4,70	0,048	NS	NS	NS
Meetmelk (kg)	38,9	38,9	40,4	40,5	1,675	*	NS	NS
Gewicht	606	601	609	616	16,99	NS	NS	NS
kVEM balans	-0,43	-0,73	-0,49	-0,96	0,35	NS	NS	NS
VEM dekking (%)	98	97	98	96	1,477	NS	NS	NS
DVE balans	-104	-168	-164	-239	31,1	*	*	NS
DVE dekking (%)	95	92	93	89	1,367	*	*	NS

¹ Isd = kleinste significante verschil

² Significantie van de hoofdeffecten en interactie: NS = niet significant = $p \geq 0,1$; ~ = $0,1 > p \geq 0,05$;

* = $0,05 > p \geq 0,01$; ** = $0,01 > p \geq 0,001$; *** = $p < 0,001$

Tabel 31 Hoofdeffecten van energietype en oogststadium op melkproductie, melksamenstelling en gewicht in de behandelingsperiode, gecorrigeerd voor verschillen in de voorperiode

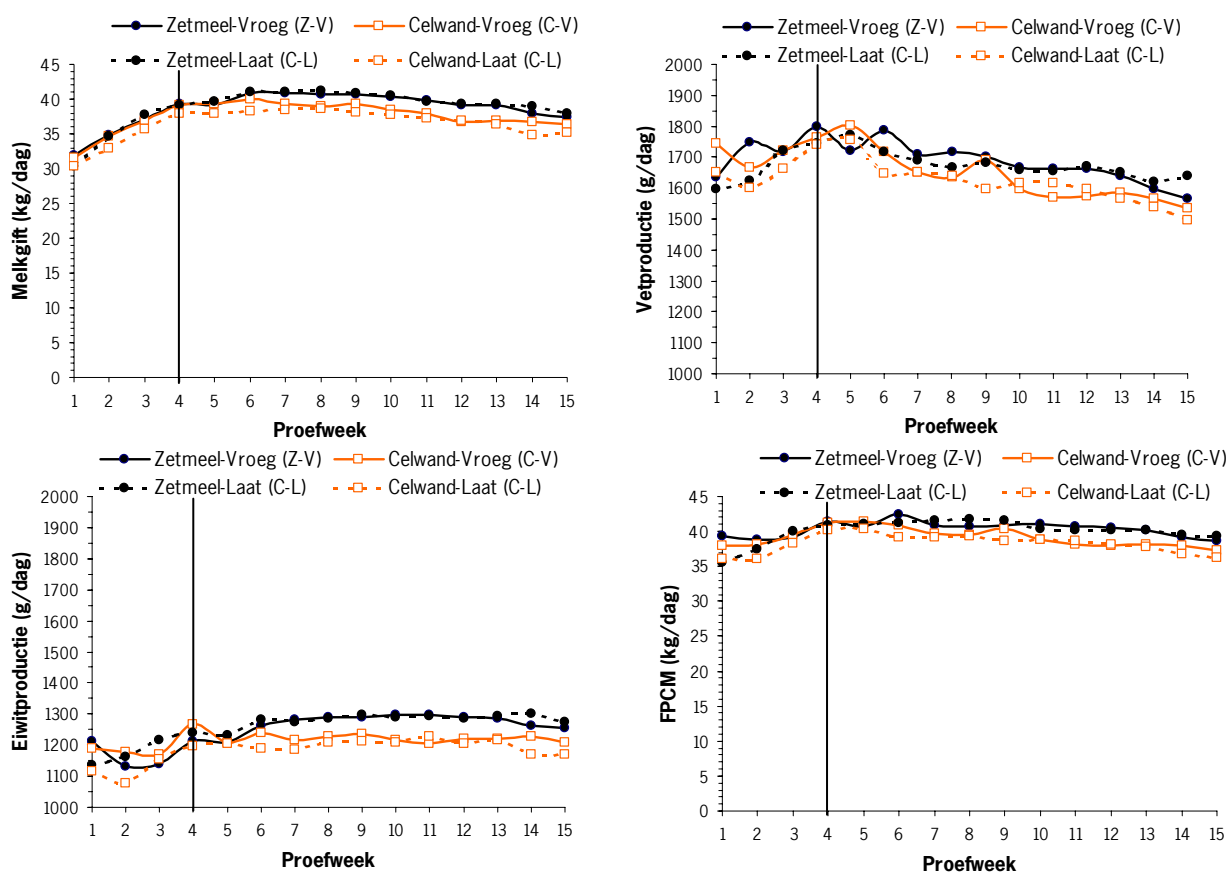
Hoofdeffecten:	Energietype (E)		Oogststadium (O)		Isd ¹	E ²	O ²	interactie E×O ²
	Celwand	Zetmeel	Vroeg	Laat				
<i>Melkproductie</i>								
Melkgift (kg)	37,9	39,6	38,7	38,8	1,337	*	NS	NS
Vet (g)	1626	1675	1649	1651	60,4	NS	NS	NS
Eiwit (g)	1212	1276	1243	1246	44,5	**	NS	NS
Lactose (g)	1778	1861	1812	1827	63,3	**	NS	NS
Vet (%)	4,29	4,23	4,26	4,25	0,171	NS	NS	NS
Eiwit (%)	3,20	3,22	3,21	3,21	0,075	NS	NS	NS
Lactose (%)	4,69	4,69	4,68	4,70	0,034	NS	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
kVEM balans	-0,58	-0,73	-0,46	-0,85	0,71	NS	NS	NS
VEM dekking (%)	98	97	98	97	2,966	NS	NS	NS
DVE balans	-136	-202	-134	-204	62,4	*	*	NS
DVE dekking (%)	94	91	94	91	2,744	*	*	NS

¹ Isd = kleinste significante verschil

² Significantie van de hoofdeffecten en interactie: NS = niet significant = $p \geq 0,1$; ~ = $0,1 > p \geq 0,05$;

* = $0,05 > p \geq 0,01$; ** = $0,01 > p \geq 0,001$; *** = $p < 0,001$

Figuur 6 Verloop van de gemiddelde melkgift (linksboven), melkvetproductie (rechtsboven), eiwitproductie (linksonder) en FPCM meetmelkproductie (Rechtsonder) gedurende de proefperiode (voorperiode proefweek 1 t/m 4; behandelingsperiode proefweek 5 t/m 15)



8.4.3 Conditie score en gewichtsverloop

In tabel 32 zijn de conditiescores in proefweek 1, 5, 10 en 15 gegeven. De resultaten zijn in lijn met de resultaten voor de energievoorziening. Het verlies aan conditiescore was voor alle behandelingsgroepen minder dan 1 punt en voldoet daarmee aan het advies van Boxem et al. (1998). Het is tevens een indicatie voor een goede energievoorziening in het begin van de lactatie. De verschillen in conditiescore die in week 5 en 15 naar voren komen zijn door het optreden van interactie tussen energietype en oogststadium moeilijk te verklaren. Body condition score is tamelijk grove methode omdat er een aan een koe conditiescore wordt toegekend op een schaal van 1 tot 5 met een stapgrootte van een halve punt.

Tabel 32 Body Condition Score (BCS) in proefweek 1, 5, 10 en 15

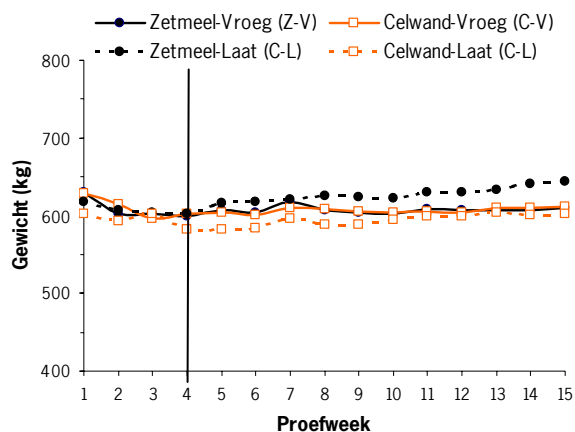
Behandelingsgroep	C-V	C-L	Z-V	Z-L				
Energietype (E)	Celwand		Zetmeel					interactie
Oogststadium (O)	Vroeg	Laat	Vroeg	Laat	lsd ¹	E ²	O ²	E×O ²
BCS week 1	2,8	2,6	2,8	2,9	0,208	NS	NS	NS
BCS week 5	2,4	2,3	2,3	2,5	0,218	NS	NS	*
BCS week 10	2,5	2,3	2,2	2,3	0,199	NS	NS	NS
BCS week 15	2,6	2,2	2,5	2,7	0,161	*	NS	**

¹ lsd = kleinste significante verschil

² Significantie van de hoofdeffecten en interactie: NS = niet significant = $p \geq 0,1$; ~ = $0,1 > p \geq 0,05$;

* = $0,05 > p \geq 0,01$; ** = $0,01 > p \geq 0,001$; *** = $p < 0,001$

Figuur 7 Verloop van het lichaamsgewicht gedurende de proefperiode (voorperiode proefweek 1 t/m4; behandelingsperiode proefweek 5 t/m 15)



9 Conclusies en aanbevelingen

Conclusies

Bij rantsoenen met een groot aandeel snijmaïs (op drogestofbasis 80 % van het ruwvoer en 52% van het totale rantsoen) resulteert vroeg oogsten (ca. 30% droge stof in het veldgewas) ten opzichte van laat oogsten (circa 36% droge stof in het veldgewas) 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. Snijmaïs van het zetmeeltype heeft bij de oogst lagere gehalten aan celwandbestanddelen NDF en ADF en een lagere verteerbaarheid in-vitro verteerbaarheid van de NDF ten opzichte van snijmaïs van het celwandtype. Het zetmeelgehalte van snijmaïs van het zetmeeltype was slechts in geringe mate hoger dan bij snijmaïs van het celwandtype. Bij snijmaïs van het zetmeeltype waren de in-situ uitwasbare fractie en de afbraaksnelheid van zetmeel lager met als gevolg een hogere bestendigheid van het zetmeel dan bij snijmaïs van het celwandtype. Bij een rantsoen 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. Deze verschuiving zou in betere omstandigheden voor de afbraak van celwanden kunnen hebben geresulteerd. 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 wordt door dit onderzoek niet bevestigd. Het tegendeel lijkt juist het geval, hetgeen wordt bevestigd in ander recent onderzoek van Verbic et al. (2005). Hoewel er aanwijzingen zijn dat er rasverschillen bestaan in zetmeelbestendigheid is het onbekend of de hogere bestendigheid van het zetmeel bij snijmaïs van het zetmeeltype, zoals is gevonden in dit onderzoek, algemeen geldend is voor 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, dit 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 heeft op de productie van melkkoeien, verdient het aanbeveling om aandacht te besteden aan zetmeelbestendigheid in het kader van het rassen- en gebruikswaardenonderzoek van snijmaïs.

Aanbevelingen voor de praktijk

Zowel bij snijmaïs van het zetmeeltype als van het celwandtype heeft, binnen het oogsttraject van 28 tot 36% droge stof, 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 perssapproblemen en optimale drogestofopbrengst. 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 te zijn voor de melkproductie. Echter, het is op dit moment niet mogelijk om rassen te kiezen op basis van zetmeelbestendigheid, dit omdat in het rassenonderzoek zetmeelbestendigheid buiten beschouwing wordt gelaten. Tot dat betere methoden beschikbaar komen moeten veehouders vooral kiezen voor een snijmaïsras met een hoge voederwaarde met vooral een hoog zetmeelgehalte dat het best is aangepast aan de teeltomstandigheden op het bedrijf.

Literatuur

- Bal, M., Shaver, R., Jobeile, A., Coors, J., Lauer, J., 2000. Corn silage hybrid effects on intake, digestion and milk production by dairy cows. *Journal of Dairy Science* 83, 2849-2858.
- Bal, M.A., Coors, J.G., Shaver, R.D., 1997. Impact of the Maturity of Corn for Use as Silage in the Diets of Dairy Cows on intake, Digestion and Milk Production. *Journal of Animal Science* 71, 2497-2503.
- Ballard, C.S., Thomas, E.D., Tsang, D.S., Mandebvu, P., Sniffen, C.J., Endres, M.I., Carter, M.P., 2001. Effect of corn silage hybrid on dry matter yield, nutrient composition, in vitro digestion, intake by dairy heifers, and milk production by dairy cows. *Journal of Dairy Science* 84, 442-452.
- Barriere, Y., Goncalves, G.D., Emile, J.C., Lefevre, B., 2004. Higher intake of DK265 corn silage by dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 87, 1439-1445.
- Boxem, T., Dobbelaar, D.L., Durkz, D., Mulder, W., Talsma, L.W., Van Wijkckhuise, L., 1998. Conditie-score melkvee. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden, Lelystad, Nederland.
- Clark, P.W., Kelm, S., Endres, M.I., 2002. Effect of feeding a corn hybrid selected for leafiness as silage or grain to lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 85, 607-612.
- CVB, 2003. Protocol voor in situ pensincubatie - Bepaling van afbraaksnelheid en uitwasbare fracties van eiwit, zetmeel, celwanden en organische restfractie. Centraal Veevoederbureau, Lelystad, Nederland, pp. 14.
- CVB, 2005a. Handleiding voederwaardeberekening ruwvoerders. Centraal Veevoederbureau, Lelystad, Nederland.
- CVB, 2005b. Veevoedertabel 2005. Centraal Veevoederbureau, Lelystad, Nederland.
- de Brabander, D.L., de Boever, J.L., de Smet, A.M., Vanacker, J.M., Boucque, C.V., 1996. Structuurwaardering in de Melkveevoeding. Rijksstation voor Veevoeding, Melle-Gontrode Centrum Landbouwkundig Onderzoek, Gent, België, pp. 120.
- Ettle, T., Schwarz, F.J., 2003. Effect of maize variety harvested at different maturity stages on feeding value and performance of dairy cows. *Animal Research* 52, 337-349.
- Ettle, T., Lebzien, P., Flachowsky, G., Schwarz, F.J., 2001. Effect of harvest date and variety on ruminal degradability of ensiled maize grains in dairy cows. *Archives of Animal Nutrition-Archiv Fur Tierernahrung* 55, 69-84.
- Fernandez, I., Martin, C., Champion, M., Michalet-Doreau, B., 2004. Effect of corn hybrid and chop length of whole-plant corn silage on digestion and intake by dairy cows. *Journal of Dairy Science* 87, 1298-1309.
- Flachowsky, G., Peyker, W., Schneider, A., Henkel, K., 1993. Fibre analyses and in sacco degradability of plant fractions of two corn varieties harvested at various times. *Animal Feed Science and Technology* 43, 41-50.
- Genstat, 2002. Genstat 6 edition release 6.1. Genstat Committee Institute for Arable Crops Research Harpenden, Rothamsted UK.
- Goering, H.K., Van Soest, P.J., 1970. Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications), *Agricultural Handbook N379 ARS USDA*, Washington DC, USA.
- Groten, J., 2005. Persoonlijke mededelingen. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Lelystad.
- Huntington, G.B., 1997. Starch utilization by ruminants: From basics to the bunk. *Journal of Animal Science* 75, 852-867.
- Jensen, C., Weisbjerg, M.R., Norgaard, P., Hvelplund, T., 2005. Effect of maize silage maturity on site of starch and NDF digestion in lactating dairy cows. *Animal Feed Science and Technology* 118, 279-294.
- Jochmann, K., Lebzien, P., Daenicke, R., Flachowsky, G., 1999. Influence of corn maturity and lactic acid bacteria during ensilage on nutrient conversion in the dairy cow digestive tract. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition-Zeitschrift Fur Tierphysiologie Tierernahrung Und Futtermittelkunde* 82, 178-192.
- Jurjanz, S., Monteils, V., 2005. Ruminal degradability of corn forages depending on the processing method employed. *Animal Research* 54, 3-15.
- Klop, A., de Visser, H., 1991. Afbraak van snijmaïssilage, maiskolvensilage en corn cob mix in de pens van melkkoeien. Instituut voor Veevoedingsonderzoek IVO-DLO, Lelystad, Netherlands, pp. 17.
- Kuehn, C., Linn, J., Johnson, D., Jung, H., Endres, M., 1999. Effect of feeding silages from corn hybrids selected for leafiness or grain to lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 82, 2746-2755.
- Kurtz, H., Ettle, T., Schwarz, F.J., 2003. Ruminale abbaubarkeit von Maisstärke, Mais.
- Miettinen, H., Huhtanen, P., 1996. Effects of the ratio of ruminal propionate to butyrate on milk yield and blood metabolites in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 79, 851-861.

- Mills, J.A.N., France, J., Dijkstra, J., 1999. A review of starch digestion in the lactating dairy cow and proposals for a mechanistic model: 2. Post ruminal starch digestion and small intestinal glucose absorption. *Journal of Animal and Feed Sciences* 8, 451-481.
- Nennich, T.D., Linn, J.G., Johnson, D.G., Endres, M.I., Jung, H.G., 2003. Comparison of feeding corn silages from leafy or conventional corn hybrids to lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 86, 2932-2939.
- Nocek, J.E., Tamminga, S., 1991. Site of Digestion of Starch in the Gastrointestinal-Tract of Dairy-Cows and Its Effect on Milk-Yield and Composition. *Journal of Dairy Science* 74, 3598-3629.
- Oba, M., Allen, M.S., 2003. Dose-response effects of intrauminal infusion of propionate on feeding behavior of lactating cows in early or midlactation. *Journal of Dairy Science* 86, 2922-2931.
- Ørskov, E.R., McDonald, I., 1979. Estimation of Protein Degradability in the Rumen from Incubation Measurements Weighted According to Rate of Passage. *Journal of Agricultural Science* 92, 499-503.
- Owens, F.N., Zinn, R.A., Kim, Y.K., 1986. Limits to Starch Digestion in the Ruminant Small-Intestine. *Journal of Animal Science* 63, 1634-1648.
- Philippeau, C., Michalet-Doreau, B., 1997. Influence of genotype and stage of maturity of maize on rate of ruminal starch degradation. *Animal Feed Science and Technology* 68, 25-35.
- Philippeau, C., Michalet-Doreau, B., 1998. Influence of genotype and ensiling of corn grain on in situ degradation of starch in the rumen. *Journal of Dairy Science* 81, 2178-2184.
- Phipps, R.H., Sutton, J.D., Beever, D.E., Jones, A.K., 2000. The effect of crop maturity on the nutritional value of maize silage for lactating dairy cows 3. Food intake and milk production. *Animal Science* 71, 401-409.
- Reynolds, C.K., Sutton, J.D., Beever, D.E., 1997. Effects of feeding starch to dairy cattle on nutrient availability and production. In: Garnsworthy, P.C., Wiseman, J. (Eds.), *Recent advances in animal nutrition*. University of Nottingham Press, Nottingham UK, pp. 105-134.
- Schlagheck, A., Entrup, N.L., Freitag, M., 2000. Effect of the ripening character ("Stay Green"/"Dry Down") on the in vitro digestibility of maize genotypes with regard to different parts of the maize plant. *Landbauforschung-Völkenrode* 217, 94-101.
- Subnel, A.P.J., Meijer, R.G.M., van Straalen, W.M., Tamminga, S., 1994. Efficiency of milk protein production in the DVE protein evaluation system. *Livestock Production Science* 40, 215-224.
- Sutton, J.D., Cammell, S.B., Phipps, R.H., Beever, D.E., Humphries, D.J., 2000. *The effect of crop maturity on the nutritional value of maize silage for lactating dairy cows. 2. Ruminal and post-ruminal digestion. Animal Science* 71, 391-400.
- Tamminga, S., 2001. Effects of feed, feed composition and feed strategy on fat content and fatty acid composition in milk. *Bulletin of the International Dairy Federation* 336, 15-27.
- Tamminga, S., van Straalen, W.M., Subnel, A.P.J., Meijer, R.G.M., Steg, A., Wever, C.J.G., Blok, M.C., Van Straalen, W.M., 1994. The Dutch protein evaluation system: the DVE/OEB-system. *Livestock Production Science* 40, 139-155.
- Thomas, E.D., Mandebvu, P., Ballard, C.S., Sniffen, C.J., Carter, M.P., Beck, J., 2001. Comparison of corn silage hybrids for yield, nutrient composition, in vitro digestibility, and milk yield by dairy cows. *Journal of Dairy Science* 84, 2217-2226.
- Tilley, J.M., Terry, R.E., 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society* 18, 104-111.
- van den Top, A.M., Schonewille, J.T., Beyen, A.C., 2000. Voeding van drachtige koeien in de droogstand. Centraal Veevoederbureau, Lelystad, the Netherlands, pp. 48 pp.
- van Dijk, W., Groten, van den Berg, J.W., Kassies, J., Weijers, G., 2006. Efficiënt gebruik van snijmaïs. Deel 2; Invloed rastype en oogststadium op opbrengst en kwaliteit. Animal Sciences Group Wageningen Universiteit en Researchcentrum, Lelystad, Nederland.
- van Es, A.J.H., 1978. Feed evaluation for ruminants. I. The systems in use from May 1977 onwards in the Netherlands. *Livestock Production Science* 5, 331-345.
- van Schooten, H.A., 2006. Efficiënt gebruik van snijmaïs. Deel 3; Invloed rastype en oogststadium op conservering. Animal Sciences Group Wageningen Universiteit en Researchcentrum, Lelystad, Nederland.
- van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A., 1991. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal of Dairy Science* 74, 3583-3597.
- Verbic, J., Stekar, J.M.A., Resnikcepon, M., 1995. Rumen Degradation Characteristics and Fiber Composition of Various Morphological Parts of Different Maize Hybrids and Possible Consequences for Breeding. *Animal Feed Science and Technology* 54, 133-148.

- Verbic, J., Babnik, D., Znidarsic-Pongrac, V., Resnik, M., Gregorcic, A., Kmecl, V., 2005. The effect of dent versus flint maize genotype on site and the extent of starch and protein digestion, ruminal fermentation and microbial protein synthesis in the rumen of sheep. *Animal Research* 54, 443-458.
- Weiss, W.P., Wyatt, D.J., 2002. Effects of feeding diets based on silage from corn hybrids that differed in concentration and in vitro digestibility of neutral detergent fiber to dairy cows. *Journal of Dairy Science* 85, 3462-3469.
- Weißbach, F., 2005. Aktuelles zum Mais in der Rinderfütterung. *Milchpraxis* 43, 38-41.
- Zom, R.L.G., van Riel, J., Andre, G., van Duinkerken, G., 2002. Voorspelling van de voeropname met het Koemodel 2002. *Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad*, pp. 42.