

WHYDRY

Verkorten van de droogstand van melkvee: effecten op de melkproductie, energiebalans en koe- en kalfgezondheid

Bewerkt door A.T.M. van Knegsel

Leerstoelgroep Adaptatiefysiologie, Wageningen University, Postbus 338, 6700 AH Wageningen

Dit onderzoek is gefinancierd door het Productschap Zuivel, Productschap Diervoeder en CRV.

Wageningen, September 2014



WAGENINGEN UNIVERSITY
WAGENINGEN UR

ABSTRACT

Van Knegsel, A.T.M. (Editor), 2014. *WHYDRY*: Verkorten van de droogstand van melkvee: effecten op de melkproductie, energiebalans en koe- en kalf-gezondheid. Wageningen University, Wageningen, Nederland. 156 blz.

Sinds het begin van de 20^{ste} eeuw worden melkkoeien enkele weken voor de verwachte kalfdatum drooggezet, d.w.z. niet meer gemolken. Het doel van deze droogstand is om de melkproductie in de daaropvolgende lactatie te maximaliseren. Daarnaast kunnen koeien met subklinische mastitis tijdens de droogstand behandeld worden met antibiotica. Recent is er discussie ontstaan of een droogstand van 6 tot 8 weken nog wel optimaal is vanwege een aantal redenen. Ten eerste is de vraag of een maximale melkproductie nog steeds wenselijk is, omdat een hoge melkproductie in begin lactatie wordt geassocieerd met een hoge ziekte-incidentie. Ten tweede is het droogzetten van hoogproductief melkvee met nog een hoge dagproductie bij droogzetten een risico voor uiergezondheid. Ten derde is sinds 2013 in Nederland het gebruik van antibiotica in de veehouderij sterk gelimiteerd. Dit geldt ook voor de antibiotica gebruikt in de droogstand, zgn. droogzetters. Deze antibiotica bepalen mede de lengte van de toegepaste droogstand, vanwege de wachttijd na gebruik van droogzetters voor de levering van melk.

Het doel van WHYDRY was om via een integrale aanpak te onderzoeken wat de consequenties zijn van het verkorten van de droogstand voor melkproductie, melksamenstelling, energiebalans en koe- en kalfgezondheid.

Het onderzoeksproject WHYDRY bestond hoofdzakelijk uit een groot dierexperiment waarin koeien 2 lactaties zijn gevolgd onder gecontroleerde omstandigheden. Binnen dit experiment zijn 168 Holstein-Friesian koeien random toegewezen aan een van de drie droogstandslengtes (0, 30 of 60 dagen) en een van twee lactatierantsoenen (glucogeen of lipogeen). Daarnaast is er een separaat experiment uitgevoerd naar pensontwikkeling van koeien met verschillende droogstandslengtes en zijn de melkcontrolegegevens geanalyseerd van 11 praktijkbedrijven die al een verkorte droogstand toepasten.

De resultaten van WHYDRY laten zien dat het verkorten of weglaten van de droogstand resulteert in een verschuiving van de melkproductie van de kritische periode na afkalven naar de periode vóór afkalven wanneer de koe makkelijk in haar energiebehoefte kan voorzien. De verschillen in melkproductie en energiebalans tussen koeien met verschillende droogstandslengtes waren aanzienlijk.

Verkorten van de droogstand resulteerde in beperkte reductie in melkproductie en melkopbrengst, maar met een duidelijke verbetering van de energiebalans in de daaropvolgende lactatie. Verkort droog zetten had geen gevolgen voor het celgetal in de melk, biestkwaliteit, antistofconcentratie in het bloed van de kalveren of groei van de kalveren. Een tweede lactatie opnieuw verkort droogzetten was goed mogelijk. Daarmee kan het verkorten van de droogstand naar 30 dagen een interessante strategie zijn om de energiebalans in vroege lactatie te verbeteren zonder dat het gevolgen heeft voor de totale lactatieproductie. Dit geldt zeker wanneer geen rekening gehouden hoeft te worden met de wachttijd van eventuele droogzetters en het gewenst is de melkproductie van koeien met een hoge dagproductie op 60 dagen voor afkalven de lactatieperiode te verlengen.

Weglaten van de droogstand resulteerde in een sterke reductie in melkproductie en melkopbrengst, maar de energiebalans (qua duur en diepte) en metabole gezondheid werden sterk positief beïnvloed. Biestkwaliteit was significant minder, wat ook resulteerde in een lagere concentratie antistoffen in het bloed van de kalveren tot 6 weken leeftijd, maar daarna niet meer. Verder bestond het risico dat koeien vervetten en niet persistent genoeg waren om een tweede lactatie tot

aan afkalven gemolken te worden. Voor bepaalde koeien leek deze strategie echter wel succesvol. Koeien met een hoge dagproductie enkele maanden voor afkalven kenden geen negatieve gevolgen voor de melkproductie in de totale volgende lactatie wanneer zij gemolken werden tot aan afkalven.

Onafhankelijk van droogstandslengte was ook het voeren van een glucogeen rantsoen in vroege lactatie gunstig voor de energiebalans en metabole gezondheid, in vergelijking met een meer lipogeen rantsoen.

© 2014 Wageningen University, Leerstoelgroep Adaptatiefysiologie, Postbus 338, 6700 AH Wageningen, T 0317 48 31 20, E office.adp@wur.nl, www.wageningenuniversity.nl/ADP.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever of auteur.

Op als onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van Wageningen University en Researchcentrum van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	7
	WHYDRY – Verkorten van de droogstand van melkvee: effecten op de melkproductie, energiebalans en koe- en kalf-gezondheid	9
2	Literatuuroverzicht	11
	2.1 Effect van verkorten van de droogstand van melkvee op de melkproductie, energiebalans, gezondheid en vruchtbaarheid: een systematisch literatuuroverzicht	13
3	Melkproductie, energiebalans en metabole gezondheid koe	19
	3.1 Effect van droogstandslengte en energiesoort in het rantsoen op de energiebalans, melkproductie en melksamenstelling bij melkvee	21
	3.2 Effect van droogstandslengte en energiesoort in het rantsoen op de metabole status en genexpressie in de lever bij melkvee in vroege lactatie	27
	3.3 Effect van droogstandslengte en energiesoort in het rantsoen op de melkproductie en lichaamsconditie tijdens de volledige volgende lactatie bij melkvee	35
	3.4 Effect van droogstandslengte en energiesoort in het rantsoen op de energiebalans, melkproductie, melksamenstelling en metabole status bij melkvee: de tweede lactatie	41
	3.5 Invloed van verkorten of weglaten van droogstand op caseïnesamenstelling van melk	51
4	Vruchtbaarheid, mastitis en immuunfunctie koe	57
	4.1 Effect van verkorten of weglaten van de droogstand op de incidentie van klinische en subklinische mastitis	59
	4.2 Effect van droogstandslengte en energiesoort in het rantsoen op de vruchtbaarheid bij melkvee	65
	4.3 Effect van droogstandslengte en energiesoort in het rantsoen op natuurlijke antistoffen in plasma bij melkvee in vroege lactatie	71
5	Biestkwaliteit en kalveren	77
	5.1 Effect van droogstandslengte en energiesoort in het rantsoen van melkvee op de biestkwaliteit en groei en immuunrespons van de kalveren	79
	5.2 Effect van droogstandslengte van melkvee op de regulering van de biestproductie	85
6	Pensfunctie	89
	6.1 Effect van droogstandslengte op de pensgezondheid bij melkvee in de periode rond afkalven	91
7	Netwerkbedrijven	99
	7.1 Effect van verschillende droogstandslengtes op melkproductie en celgetal in de volgende lactatie op Nederlandse praktijkbedrijven	101
	7.2 Economische vergelijking tussen een conventionele droogstandslengte en geen droogstand voor Nederlandse melkveebedrijven	107
8	Welke koe past het wel en welke niet?	111
	8.1 Welke koeien moet je selecteren voor geen of een korte droogstand?	113

8.2	Effect van DGAT1 genotype op de melkproductie en energiebalans van koeien met verschillende droogstandslengtes	117
9	Indicatoren voor energiebalans en metabole gezondheid in melk	123
9.1	Veranderingen in het melkproteoom en melkmetaboolom gerelateerd aan de droogstandslengte, energiebalans en lactatiestadium bij melkvee in vroege lactatie	125
9.2	Melkvetzuurprofiel als biomaker voor de diagnose van een verhoogde plasma concentratie net-veresterde vetzuren en subklinische ketose bij melkvee	129
10	Samenvatting en Discussie	133
	WHYDRY – Verkorten van de droogstand van melkvee: effecten op de melkproductie, energiebalans en koe- en kalf-gezondheid	135
	Dankwoord	147
	Referenties	149
	Bijlage	155

1 Inleiding

WHYDRY – Verkorten van de droogstand van melkvee: effecten op de melkproductie, energiebalans en koe- en kalf-gezondheid

INLEIDING

Van Knegsel, A.T.M.

Achtergrond

Sinds het begin van de 20^{ste} eeuw worden melkkoeien enkele weken voor de verwachte kalfdatum drooggezet, d.w.z. niet meer gemolken (Arnold en Becker, 1936). Het doel van deze droogstand is om de melkproductie in de daaropvolgende lactatie te maximaliseren (Kuhn et al., 2005). Daarnaast wordt de droogstandperiode ook gebruikt om koeien met subklinische mastitis te behandelen met antibiotica (Bradley et al., 2011).

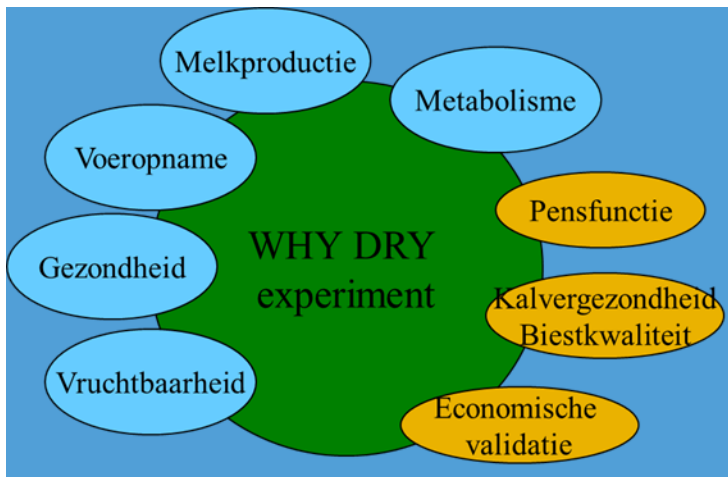
Recent is er discussie ontstaan of een droogstand van 6 tot 8 weken nog wel optimaal is (Grummer en Rastani, 2004) vanwege een aantal redenen. Ten eerste is de vraag of een maximale melkproductie nog steeds wenselijk is, aangezien een hoge melkproductie in begin lactatie wordt geassocieerd met een hoge ziekte-incidentie (Ingvarsen et al., 2003). Ten tweede is het droogzetten van hoogproductief melkvee met nog een hoge dagproductie bij droogzetten een risico voor uiergezondheid (Green et al., 2008). Ten derde is sinds 2013 in Nederland het gebruik van antibiotica in de veehouderij sterk gelimiteerd. Dit geldt ook voor de antibiotica gebruikt in de droogstand, zgn. droogzetters. Deze antibiotica bepaalden mede de lengte van de toegepaste droogstand, vanwege de wachttijd na gebruik van droogzetters voor de levering van melk.

Korter droogzetten of het weglaten van de droogstand kost melk (Kuhn et al., 2005; Van Knegsel et al., 2013), maar een beperkt aantal studies laat ook zien dat deze lagere melkproductie resulteert in een verbetering van de gezondheid en vruchtbaarheid van de koe in de volgende lactatie (Andersen et al., 2005; Rastani et al., 2005; Gumen et al., 2005). Niettemin is toepassing in de praktijk van een verkorte droogstandsstrategie nog beperkt, waarschijnlijk vanwege een aantal onduidelijkheden. De meeste studies volgden de koeien een korte periode en er is weinig bekend over de gevolgen voor de totale lactatieproductie of de productie gedurende meerdere lactaties. Daarnaast zijn de verwachte gevolgen van het weglaten van de droogstand voor ziekte-incidentie tegenstrijdig: bv. geen gebruik van droogzetters kan ongunstig zijn voor uiergezondheid, terwijl het droogzetten van een koe met nog een hoge dagproductie ook een risico kan zijn voor uiergezondheid. Bekend is dat biestkwaliteit verminderd is bij het weglaten van de droogstand, maar onduidelijk is wat de gevolgen zijn van verkort droogzetten voor het kalf.

Het doel van WHYDRY was om via een integrale aanpak te onderzoeken wat de consequenties zijn van het verkorten van de droogstand voor melkproductie, melksamenstelling, energiebalans en koe- en kalfgezondheid.

Opzet WHYDRY

Het onderzoeksproject WHYDRY bestond hoofdzakelijk uit een groot dierexperiment waarin koeien 2 lactaties zijn gevolgd onder gecontroleerde omstandigheden. Binnen dit experiment is aandacht besteed aan de melkproductie, melksamenstelling, energiebalans, koegezondheid, vruchtbaarheid, biestkwaliteit, kalvergezondheid en de economische consequenties. Daarnaast is er een separaat experiment uitgevoerd naar pensontwikkeling van koeien met verschillende droogstandslengtes en zijn de melkcontrolegegevens geanalyseerd van 11 praktijkbedrijven, welke al een verkorte droogstand toepasten (netwerkbedrijven).



Figuur 1. Aandachtsgebieden binnen het dierexperiment.

Opzet WHYDRY rapportage

Deze Nederlandstalige WHYDRY rapportage bestaat uit 18 korte deelrapporten geschreven in een semi-wetenschappelijke stijl. De Nederlandse rapportage wordt samengevat in het abstract (pagina 3) en samengevat en bediscusseerd in hoofdstuk 10 (pagina 133). Daarnaast worden van alle deelonderwerpen ook wetenschappelijke artikelen geschreven en ingestuurd voor publicatie in peer-reviewed wetenschappelijk tijdschriften.

2 Literatuuroverzicht

2.1 Effect van verkorten van de droogstand van melkvee op de melkproductie, energiebalans, gezondheid en vruchtbaarheid: een systematisch literatuuroverzicht

Van Knegsel, A.T.M.¹, S.G.A van der Drift², J. Čermáková³ & B. Kemp¹

¹ Adaptation Physiology Group, Wageningen University, the Netherlands

² Department of Farm Animal Health, Utrecht University, the Netherlands

³ Department of Animal Nutrition and Forage Production, Mendel University, Czech Republic

Inleiding

Sinds het begin van de 20^{ste} eeuw worden melkkoeien enkele weken voor de verwachte kalfdatum drooggezet (Arnold and Becker, 1936). Op dit moment is het doel van de droogstand om enerzijds koeien met subklinische mastitis met antibiotica te behandelen (Neave et al., 1966; Bradley et al., 2011) en anderzijds om de melkproductie in de volgende lactatie te maximaliseren (Kuhn et al., 2005). Recent is er echter discussie of een droogstand van 6 tot 8 weken voor melkvee nog wel optimaal is (Collier et al., 2004; Grummer en Rastani, 2004). Enkele studies laten zien dat het verkorten of weglaten van de droogstand resulteert in een betere energiebalans, gezondheid en vruchtbaarheid van de koe in de volgende lactatie (de Feu et al., 2009; Andersen et al., 2005; Rastani et al., 2005).

Het doel van deze studie was om op systematische wijze de actuele kennis ten aanzien van droogstandslengte in relatie tot melkproductie, energiebalans, vruchtbaarheid en gezondheid te beschrijven.

Toepassing in de praktijk?

De verwachting is dat het verkorten of weglaten van de droogstand melkproductie vermindert, mogelijk voeropname verbetert waardoor de energiebalans in vroege lactatie van hoogproductief melkvee beter is. Een betere energiebalans zou kunnen betekenen dat ook gezondheid en vruchtbaarheid van de koeien verbetert. Toepassing in de praktijk is beperkt, maar de laatste decennia zijn er wereldwijd wel meerdere studies uitgevoerd welke de effecten van droogstandslengte onderzochten op de melkproductie, energiebalans, gezondheid en vruchtbaarheid van melkvee. Dit literatuuroverzicht geeft een overzicht van deze studies.

Materiaal en methode

De materiaal en methode staat uitgebreid beschreven in bijbehorend wetenschappelijk artikel (Van Knegsel et al., 2013). Uitsluitend studies welke koeien doelbewust verkort of niet hebben drooggezet zijn meegenomen in dit overzicht. Wanneer minder dan 5 studies per variabele beschikbaar waren dan was review van deze studies beschrijvend. Wanneer ten minste 5 studies beschikbaar waren, is er een meta-analyse uitgevoerd (Comprehensive Meta-Analysis version 2.0 (Biostat, Englewood, NJ)). Voor continue variabelen (zoals melkproductie) is in de meta-analyse gebruikt: gemiddelden per behandeling (conventioneel, kort of zonder droogstand), aantal dieren per behandelingsgroep en *P*-waarde voor het behandelingseffect. Resultaten zijn gepresenteerd als het overall gemiddeld verschil tussen de controlegroep (conventionele droogstand) en behandelingsgroep (kort of zonder droogstand) en het bijbehorende betrouwbaarheidsinterval. Voor discontinue variabelen (zoals mastitis-incidentie) is in de meta-analyse gebruikt: incidentie per behandelingsgroep en aantal dieren per behandelingsgroep. Resultaten zijn gepresenteerd als de overall odds ratio en het bijbehorende betrouwbaarheidsinterval. Een odds ratio onder de 1 geeft een verlaagde kans aan (bv. op mastitis), een odds ratio boven de 1 geeft een verhoogde kans aan.

Resultaten

In totaal zijn er 24 wetenschappelijke artikelen gevonden die overeen kwamen met de inclusiecriteria. Van deze 24 artikelen, rapporteerden 22 artikelen melkproductie, 2 artikelen rapporteerden de energiebalans, 12 artikelen rapporteerden ten minste 1 plasma metaboliet, 6 artikelen rapporteerden ziekte-incidentie post-partum, en 7 artikelen rapporteerden vruchtbaarheidsskengetallen in relatie tot droogstandslengte.

Melkproductie

In totaal rapporteerden 22 studies melkproductiekenmerken na het verkorten of weglaten van de droogstand. Gemiddeld over studies produceerden koeien met een korte droogstand 1.4 kg/d minder melk ($P < 0.01$) dan koeien met een conventionele droogstand (Tabel 1), met een gemiddeld verlies in melk van 4.5%. Gemiddeld over studies produceerden koeien zonder droogstand 5.9 kg/d minder melk ($P < 0.01$) dan koeien met een conventionele droogstand, met een gemiddeld verlies in melk van 19.1%.

Tabel 1. Gemiddeld verschil¹ in melkproductie², melkvetpercentage en melkeiwitpercentage voor melkkoeien met een korte (28–35 dagen) of geen droogstand in vergelijking met koeien met een conventionele droogstand (56–63 dagen).

Variabele	Aantal vergeleken studies ³	Effect grootte	
		Gemiddeld verschil (95%CI)	P-waarde
Korte vs. conventionele droogstand			
Melkproductie (kg/d)	18	-1.4 (-0.7,-2.1)	<0.01
Melkvet (%)	16	0.03 (-0.01,0.07)	0.12
Melkeiwit (%)	14	0.06 (0.02,0.11)	<0.01
Geen vs. conventionele droogstand			
Melkproductie (kg/d)	12	-5.9 (-4.5,-7.3)	<0.01
Melkvet (%)	12	0.21 (-0.20,0.60)	0.30
Melkeiwit (%)	11	0.25 (0.18,0.33)	<0.01

¹Gebaseerd op Lotan and Adler, 1976; Sorensen and Enevoldsen, 1991; Remond et al., 1992; Remond et al., 1997; Bachman, 2002; Gulay et al., 2003; Annen et al., 2004; Fernandez et al., 2004; Andersen et al., 2005; Rastani et al., 2005; Pezeshki et al., 2007, 2008; Watters et al., 2008; de Feu et al., 2009; Klusmeyer et al., 2009; Jolicoeur et al., 2010; Mantovani et al., 2010; Schlamberger et al., 2010; Soleimani et al., 2010; Santschi et al., 2011a;

² Periode waarin melkproductie en samenstelling was gerapporteerd varieerde vanaf 35 tot 305 dagen na afkalven;

³ Aantal vergelijking (kort/geen vs. conventioneel) verkregen uit beschikbare studies: Annen et al., 2004; Pezeshki et al., 2007; Watters et al., 2009; Mantovani et al., 2010; and Santschi et al., 2011a presenteerden resultaten per pariteitsgroep.

De meta-analyse laat zien dat zowel verkorten als weglaten van de droogstand resulteert in een lagere melkproductie in de volgende lactatie. Bij deze resultaten moeten echter enkele kanttekeningen geplaatst worden. Ten eerste wordt in de meeste studies geen onderscheid gemaakt tussen koeien van verschillende pariteiten. Er zijn echter aanwijzingen dat het verlies in melk na het verkorten (Pezeshki et al., 2007) of weglaten van de droogstand (Annen et al., 2004; Santschi et al., 2011a) groter is voor tweedekalfs koeien dan voor oudere koeien. Ten tweede heeft het weglaten van de droogstand een positief effect op het melkeiwitgehalte (Tabel 1). Ten derde rapporteerden slechts een beperkt aantal studies de extra melkproductie voor afkalven. De extra

melk voor afkalven kan het verlies in melk in begin lactatie (10, 7 of 17 weken) compenseren (Annen et al., 2004; Andersen et al., 2005; Rastani et al., 2005), maar wanneer de koeien een volledige lactatie werden gevolgd was de totale melkproductie voor koeien zonder droogstand lager dan voor koeien met een droogstand van 56 dagen (Schlamberger et al., 2010). Dus, hoewel verkorten of weglaten van de droogstand melkproductie kost in de volgende lactatie, kan de toename in melkeiwitgehalte en extra melkproductie voor afkalven het verlies in melk gedeeltelijk compenseren, zeker wanneer er gedifferentieerd wordt tussen verschillende leeftijdsgroepen.

Energiebalans

Verkorten van de droogstand tot 28 dagen resulteerde in een betere energiebalans (-4.1 vs. -7.0 Mcal/d ($P < 0.05$) (Rastani et al., 2005)), terwijl weglaten van de droogstand resulteerde in afwezigheid van een negatieve energiebalans in begin lactatie (0.7 vs. -7.0 Mcal/d ($P < 0.01$) (Rastani et al., 2005)) vergeleken met een conventionele droogstand van 56 dagen. De verbeterde energiebalans is ook weerspiegeld in een lagere concentratie niet-veresterde vetzuren (NEFA) en β -hydroxyboterzuur in plasma en een lagere concentratie tri-acyl glyceriden in de lever (Andersen et al., 2005; Rastani et al., 2005). Dit betekent dat de koeien zonder droogstand minder lichaamsvet mobiliseerden en minder risico hadden op ketose en leververvetting.

Verkorten of weglaten van de droogstand vereist minder abrupte veranderingen in rantsoensamenstelling en zou daarom kunnen resulteren in een betere voeropname. Effecten op voeropname na het weglaten of verkorten van de droogstand zijn tot op heden echter niet gevonden (Gulay et al., 2003; Rastani et al., 2005; de Feu et al., 2009). Dit wil zeggen dat de verbeterde energiebalans hoofdzakelijk bepaald wordt door de lagere melkproductie na afkalven.

Gezondheid

Zeven studies rapporteerden ziekte-incidentie van koeien in de volgende lactatie na een korte of geen droogstand. Gemiddeld over deze studies resulteerde een kortere droogstand (28-35 dagen) in een verlaagd risico op ketose (Tabel 2) (OR=0.75; $P=0.09$). Ketose werd niet waargenomen bij koeien zonder droogstand (Rastani et al., 2005; Schlamberger et al., 2010). Gemiddeld over studies had verkorten van de droogstand geen effect op de incidentie van mastitis, metritis, retained placenta en lebmaagverplaatsing. Gebrek aan duidelijke of consistente effecten van droogstandslengte op de ziekte-incidentie is mogelijk gerelateerd aan grote variatie tussen studies, beperkte dieren aantallen per studie, ziektestatus bij aanvang van het experiment, multifactoriële oorzaak van de ziekten en verschillen in definitie van ziekte tussen studies.

Biestkwaliteit en kalvergezondheid

Verschillende studies rapporteerden dat IgG concentratie in biest vergelijkbaar is voor koeien met een verkorte droogstand en koeien met een conventionele droogstand (Annen et al., 2004; Rastani et al., 2005; Watters et al., 2008; Klusmeyer et al., 2009). Koeien zonder droogstand hadden lagere IgG concentratie in de biest vergeleken met koeien met een conventionele droogstand ($P < 0.05$) (Annen et al., 2004; Rastani et al., 2005; Klusmeyer et al., 2009). Effect van het weglaten van de droogstand op de biestkwaliteit wordt mogelijk veroorzaakt door een hogere melkproductie bij afkalven (Guy et al., 1994) en biestproductie -en secretie in het einde van de lactatie (Annen et al., 2004). Tot op heden is de relatie tussen droogstandslengte en kalvergezondheid niet onderzocht. Droogstandslengte had geen effect heeft op drachtlengte (Santschi et al., 2011) en geboortegewicht van de kalveren (Rastani et al., 2005; Pezeshki et al., 2008).

Tabel 2. Odds ratios¹ voor ziekte incidentie postpartum voor mastitis, retained placenta, metritis, lebmaagverplaatsing, en ketose voor melkvee met een korte droogstand (28–35 dagen) droogstand in vergelijking met koeien met een conventionele droogstand (49–60 dagen).

Ziekte	Aantal vergeleken studies ²	Effect grootte	
		Odds ratio (95%CI)	P-waarde
Mastitis	6	1.10 (0.88,1.38)	0.40
Retained placenta	6	1.05 (0.85,1.48)	0.86
Metritis	5	1.16 (0.80,1.68)	0.45
Lebmaagverplaatsing	5	1.09 (0.72,1.66)	0.68
Ketose ³	4	0.75 (0.54, 1.04)	0.09

¹Gebaseerd op Rastani et al., 2005; Pezeshki et al., 2007, 2008; Watters et al. 2008; Church et al., 2008; Schlamberger et al., 2010; Santschi et al., 2011b.

² Aantal vergelijkingen (kort vs. conventioneel) verkregen uit beschikbare studies: Santschi et al., 2011b presenteerde resultaten per pariteitsgroep.

³Kwam niet overeen met vereist aantal studies voor een meta-analyse, maar meta-analyse uitgevoerd vanwege het belang van ketose in relatie tot de energiebalans en gerelateerde stoornissen.

Vruchtbaarheid

Zeven studies rapporteerden vruchtbaarheidsresultaten van koeien in de volgende lactatie na een korte of geen droogstand. Weglaten van de droogstand verkorte het interval tussen afkalven en eerste ovulatie ($P < 0.05$) (Gumen et al., 2005). Een korte droogstand had geen effect op het bevruchtingspercentage na eerste inseminatie, aantal inseminaties per bevruchting, drachtigheidspercentage, of aantal open dagen (Tabel 3). Gumen et al., (2005) rapporteerde dat weglaten van de droogstand het bevruchtingspercentage verbeterde en het aantal inseminaties per bevruchting verminderde, maar dit kon later niet bevestigd worden door de Feu et al. (2009).

Tabel 3. Odds ratios¹ voor bevruchtingspercentage, drachtigheidspercentage en gemiddeld verschil in inseminaties per bevruchting and aantal open dagen voor melkkoeien met een korte droogstand (28–35 dagen) in vergelijking met koeien met een conventionele droogstand (56–63 dagen).

Variabele	Aantal vergeleken studies ²	Effect grootte	
		Odds ratio/Gemiddeld verschil (95%CI)	P-waarde
Odds ratios			
Bevruchtingspercentage na 1 st AI	8	1.0 (0.82,1.22)	0.99
Drachtigheidspercentage	9	1.1 (0.91,1.35)	0.35
Gemiddeld verschil			
Inseminaties per bevruchting (n)	6	-0.13 (-0.31,0.06)	0.17
Open dagen (d)	8	-4 (-14,6)	0.41

¹Gebaseerd op Lotan and Adler, 1976; Gumen et al., 2005; Pezeshki et al., 2007, 2008; Watters et al., 2009; Santschi et al., 2011b;

² Aantal vergelijkingen (kort vs. conventioneel) verkregen uit beschikbare studies: Pezeshki et al., 2007; Watters et al., 2009 and Santschi et al., 2011b presenteerden resultaten per pariteitsgroep.

Conclusie

Dit literatuuroverzicht laat zien dat verkorten of weglaten van de droogstand resulteert in minder melk in de volgende lactatie, hoger melkeiwitpercentage en een tendens naar een verlaagde kans op ketose. Sommige studies laten een betere energiebalans zien na het verkorten of weglaten van de droogstand. Daarmee kan verondersteld worden dat het verkorten of weglaten van de droogstand melkproductie verschuift van de kritische periode na kalven naar de periode voor kalven wanneer de koe eenvoudig in haar energiebehoefte kan voorzien, resulterend in een betere energiebalans na kalven. Gemiddeld over alle studies had het verkorten van de droogstand geen effect op de incidentie van mastitis, metritis, lebmaagverplaatsing of vruchtbaarheidskengetallen in de volgende lactatie. Verder onderzoek naar het effect van droogstandslengte op gezondheid en vruchtbaarheid is nodig aangezien op dit moment het aantal studies beperkt is en resultaten erg variabel zijn tussen studies.

3 Melkproductie, energiebalans en metabole gezondheid koe

3.1 Effect van droogstandslengte en energiesoort in het rantsoen op de energiebalans, melkproductie en melksamenstelling bij melkvee

Van Knegsel, A.T.M.¹, G.J. Remmelink² & B. Kemp¹

¹ Adaptation Physiology Group, Wageningen University

² Livestock Research, Wageningen University and Researchcentrum

Inleiding

Het advies om koeien droog te zetten 6 tot 8 weken voor de verwachte kalfdatum dateert uit het begin van de 20^{ste} eeuw (Arnold en Becker, 1936). Het is bekend dat een droogstand van 6 tot 8 weken resulteert in een maximale melkproductie in de daaropvolgende lactatie (Kuhn et al., 2005). Recente studies laten zien dat het verkorten of weglaten van de droogstand resulteert in een betere energiebalans van de koe in volgende lactatie (De Feu et al., 2009; Rastani et al., 2005). De betere energiebalans werd veroorzaakt door een lagere melkproductie bij een gelijke energieopname in begin lactatie.

Naast het verkorten van de droogstand is ook bekend dat een glucogeen rantsoen, in vergelijking met een lipogeen rantsoen, de energiebalans van melkvee kan verbeteren (Van Knegsel et al., 2007a,b). Het doel van deze studie was om het effect te bepalen van droogstandslengte (0, 30 of 60 dagen droog) en energiesoort in het rantsoen (glucogeen of lipogeen) op de melkproductie, voeropname en energiebalans van melkvee in vroege lactatie.

Toepassing in de praktijk?

De verwachting is dat het verkorten of weglaten van de droogstand, maar ook het voeren van een glucogeen rantsoen, methoden zijn om gezondheid van hoogproductief melkvee te managen. Op dit moment werken in Nederland al meerdere melkveehouders met een verkorte of geen droogstand. Maar er zijn ook nog veel vragen ten aanzien van dit managementsysteem, zoals: 'Hoe groot is het netto verlies aan melk?' en 'Wat zijn exact de voordelen wat betreft de energiebalans?' Deze onderwerpen worden bestudeerd in deze studie.

Materiaal en methode

De materiaal en methode staat uitgebreid beschreven in bijbehorend wetenschappelijk artikel (Van Knegsel et al., 2014a).

Experimentele opzet

Holstein-Friesian melkkoeien (N=168) zijn geselecteerd op het proefbedrijf van de Dairy Campus in Lelystad (WUR Livestock Research). Koeien zijn geblokt voor pariteit, verwachte kalfdatum, melkproductie in de voorgaande lactatie en lichaamsconditiescore (BCS) en random verdeeld over behandelingen. Behandelingen bestonden uit een van de drie droogstandslengtes (0, 30 of 60 dagen) en een van beide lactatierantsoenen (glucogeen of lipogeen) (zie bijlage), resulterend in een 3 × 2 factoriële proefopzet. Koeien waren gehuisvest in een loopstal met roostervloer en ligboxen. Gedurende de lactatie werden de koeien tweemaal daags gemolken. De koeien met een droogstand van 30 en 60 dagen zijn drooggezet door ze 7 dagen voor droogzetten het droogstandsrantsoen te voeren en 4 dagen voor droogzetten eenmaal daags te melken. Op de dag van droogzetten zijn de koeien behandeld met een droogzetter met antibiotica (Supermastidol, Virbac Animal Health, Nederland).

Rantsoenen

Voor afkalven kregen koeien met een droogstand een droogstandsrantsoen en koeien die lacteerden een lactatierantsoen. Tien dagen voor afkalven kregen alle koeien 1 kg/d van de proefkrachtvoerders (glucogeen: hoog aandeel zetmeel; lipogeen: hoog aandeel vezel en vet). Na afkalven (pp.) werd het aandeel proefkrachtvoer in het rantsoen stapsgewijs opgevoerd van 1 kg/d tot 8.5 kg/d op dag 17 pp. Tijdens lactatie kregen koeien in de melkstal 1 kg/d lokbrok. Ruwvoer verschilde niet tussen proefrantsoenen en werd onbeperkt verstrekt. Ruwvoer voor droge koeien bestond uit graskuil, maïskuil, tarwestro en een eiwitbron (raapzaadschroot of sojaschroot) in de verhouding 39:25:25:11 (DS basis). Ruwvoer voor lacterende koeien bestond uit graskuil, maïskuil, koolzaadstro en een eiwitbron (raapzaadschroot of sojaschroot) in de verhouding 51:34:2:13. Proefrantsoenen (lipogeen en glucogeen) waren isocalorisch (VEM systeem; Van Es, 1975) en gelijk in darmverteerbaar eiwit (DVE/OEB systeem; Tamminga et al., 1994). Ingrediënt en berekende chemische samenstelling van de krachtvoerders en chemische samenstelling van de rantsoenen staat beschreven in het wetenschappelijk artikel (Van Knegsel et al., 2014a) en de bijlage.

Metingen en analyses

Lichaamsconditie werd 4-wekelijks gescoord. Lichaamsgewicht werd bij droge koeien wekelijks gemeten, bij lacterende koeien dagelijks en gemiddeld per week. Melkproductie en voeropname (Insentec, Nederland) werden dagelijks gemeten en gemiddeld per week. Energiebalans werd berekend met het Nederlandse netto energiesysteem voor melkvee (VEM systeem; Van Es, 1975, CVB, 2007). Melkmonsters voor vet, eiwit, lactose en celgetal (SCC) bepaling (ISO 9622, Qlip, Zutphen, Nederland) werden viermaal per week verzameld (dinsdagmiddag, woensdagmorgen, woensdagmiddag en donderdagmorgen) en gemiddeld per week. Gegevens zijn geanalyseerd met een herhaalde waarnemingen model (PROC MIXED (Littell et al., 1996) of SAS[®] VERSION 9.1; SAS Institute, Inc., Cary, NC) met koe als het herhaalde onderwerp. Droogstandslengte (0, 30 of 60 dagen), rantsoen (glucogeen of lipogeen) (zie bijlage), week (-8 tot en met 14 pp), pariteit en de relevante interactietermen zijn opgenomen in het model als fixed effecten.

Resultaten

Werkelijk aantal dagen droog was vergelijkbaar met de geplande droogstandslengte: 61 ± 6 , 30 ± 4 , en 2 ± 6 dagen voor respectievelijk koeien met een conventionele droogstand, een korte droogstand en zonder droogstand.

Melkproductie

Voor afkalven

Een korte en geen droogstand resulteerde in extra melkproductie voor afkalven (Tabel 1). Totale melkproductie in de laatste 8 weken voor afkalven was 429 ± 30 kg (453 ± 30 kg FPCM) voor koeien met een 30 d droogstand en 774 ± 27 kg (894 ± 29 kg FPCM) voor koeien zonder droogstand. Tweedekalfs koeien hadden een hogere melkproductie in de laatste 8 weken voor afkalven dan ouderekalfs koeien. Gemiddelde dagproductie in de laatste 56 dagen voor afkalven was voor tweedekalfskoeien met een 30 d droogstand 9.0 ± 1.4 kg/d en zonder droogstand 15.1 ± 1.4 kg/d. Gemiddelde dagproductie in de laatste 56 dagen voor afkalven was voor ouderekalfskoeien met een 30 d droogstand 8.7 ± 1.0 kg/d en zonder droogstand 12.0 ± 1.0 kg/d. In de eerste periode van de droogstand (week -8 t/m -6) was er geen verschil in melkproductie tussen koeien met een droogstand van 30 of 0 dagen (17.2 vs. 17.8 ± 0.6 kg/d voor respectievelijk 30 vs. 0 d droogstand)

Na afkalven

Verkorten of weglaten van de droogstand verminderde de melkproductie, FPCM, lactose-, vet- en eiwitproductie in de volgende lactatie vergeleken met een droogstand van 60 d (Tabel 2). Weglaten van de droogstand verhoogde het lactose-, vet- en eiwitpercentage en het celgetal in de melk vergeleken met een droogstand van 60 dagen. Zowel de totale melkproductie als FPCM in de eerste 14 weken pp. waren minder voor koeien met een 30 d droogstand (melk: 3795 ± 66 kg; FPCM: 3999 ± 56 kg) of 0 d droogstand (melk: 3192 ± 103 kg; FPCM: 3486 ± 99 kg) in vergelijking met koeien met een droogstand van 60 dagen (melk: 4238 ± 58 kg; FPCM: 4333 ± 54 kg). Tweedekalfs koeien hadden een sterkere daling in melkproductie zonder droogstand (28.6 vs. 37.9 vs. 41.8 ± 1.1 kg/d voor 0 vs. 30 vs. 60 dagen droogstand, respectievelijk), dan ouderekalfs koeien (34.8 vs. 39.2 vs. 44.1 ± 0.8 kg/d voor 0 vs. 30 vs. 60 dagen droogstand, respectievelijk). Energiesoort in het rantsoen had geen effect op de melkproductie, maar koeien met een glucogeen rantsoen neigden naar een hoger lactose % en een lager vet% in de melk vergeleken met koeien met een lipogeen rantsoen.

Energiebalans en voeropname

Acht weken voor afkalven was er geen verschil in lichaamsgewicht (701 ± 5 kg) en BCS (3.1 ± 0.11) tussen koeien met verschillende droogstandslengtes. In de laatste week voor afkalven was het lichaamsgewicht van koeien met een droogstand van 30 dagen lager dan koeien met een droogstand van 60 dagen (739 ± 9 vs. 770 ± 11 kg; $P=0.03$). Na afkalven was er geen verschil in voeropname tussen koeien met verschillende droogstandslengtes of rantsoenen (Tabel 1). Energiebalans, lichaamsgewicht en BCS waren hoger voor koeien met een droogstand van 0 dagen in vergelijking met koeien met een droogstand van 30 of 60 dagen. Ook een droogstand van 30 dagen verbeterde de energiebalans, vergeleken met een droogstand van 60 dagen. Energiesoort in het rantsoen had geen effect op voeropname, lichaamsgewicht of BCS, maar koeien met een glucogeen rantsoen hadden een betere energiebalans na kalven in vergelijking met koeien met een lipogeen rantsoen. Daarbij waren effecten van droogstandslengte en energiesoort in het rantsoen op de energiebalans additief.

Conclusie

Verkorten of weglaten van de droogstand verschuift melkproductie van de periode na kalven naar de periode voor afkalven, wat resulteert in een verbetering van de energiebalans van melkvee in vroege lactatie. De energiebalans kan verder verbeterd worden door het voeren van een glucogeen rantsoen in vroege lactatie.

Tabel 1. Melkproductie, melksamenstelling, voeropname en energiebalans voor afkalven¹ van koeien met een droogstand van 0, 30 of 60 dagen (LSMEANS ± SEM).

	Droogstandslengte ²			SEM	P-waarden		
	0	30	60 ³		Droogstand	Pariteit	Tijd ⁴
Koeien, n	56	55	56				
Melkproductie ⁵ , kg/d	13,8	7,7	0,1	0,5	<0,01	0,06	<0,01
FPCM ⁶ , kg/d	16,0	8,0	nb	0,5	<0,01	0,06	<0,01
Lactose, %	4,32	4,37	nb	0,05	0,51	<0,01	nm
Vet, %	5,18	5,40	nb	0,08	0,08	0,28	nm
Eiwit, %	5,06	4,25	nb	0,05	<0,01	0,44	nm
Celgetal ⁷ , ×10 ³ cellen/ml	209	170	nb	1	0,15	<0,01	nm
Voeropname, kg DS/d	18,1 ^a	15,5 ^b	14,6 ^c	0,2	<0,01	<0,01	<0,01
Energiebalans ⁸ , kJ/kg ^{0,75} *d	76 ^a	75 ^a	160 ^b	8	<0,01	<0,01	<0,01
Lichaamsgewicht, kg	732	716	726	8	0,34	<0,01	<0,01
BCS ⁹	3,1	3,0	3,0	0,1	0,84	0,79	0,20

¹ Week -8, -7,...-1 ten opzichte van afkalven;

² Waarden binnen droogstandslengte in dezelfde rij met verschillende superscripten zijn verschillend ($P < 0.05$);

³ nb: niet beschikbaar; nm: niet in het model;

⁴ Week ten opzichte van afkalven of maand ten opzichte van afkalven (voor BCS);

⁵ Gemiddelde dagproductie gedurende week -8 tot en met -1 ten opzichte van afkalven;

⁶ Vet- en eiwit gecorrigeerde melk;

⁷ P-waarden zijn gebaseerd op de natuurlijke logaritme;

⁸ Energiebalans; berekend met het VEM systeem (Van Es, 1975);

⁹ Lichaamsconditiescore op een schaal van 1 – 5.

Tabel 2. Melkproductie, melksamenstelling, voeropname en energiebalans gedurende begin lactatie¹ van koeien met een droogstand van 0, 30 of 60 dagen (LSMEANS ± SEM).

	Droogstandslengte ²			SEM	Rantsoen ²		SEM	P-waarden			
	0	30	60		G	L		Droogstand	Rantsoen	Pariteit	Tijd ³
Koeien, n	56	55	56		84	83					
Melkproductie, kg/d	32,7 ^a	38,7 ^b	43,3 ^c	0,7	38,2	38,3	0,5	<0,01	0,82	<0,01	<0,01
FPCM ⁴ , kg/d	35,4 ^a	40,4 ^b	44,0 ^c	0,6	39,7	40,2	0,5	<0,01	0,50	<0,01	<0,01
Lactose, %	4,52 ^a	4,60 ^b	4,59 ^b	0,02	4,59	4,55	0,01	<0,01	0,07	<0,01	<0,01
Vet, %	4,54 ^a	4,28 ^b	4,17 ^b	0,06	4,27	4,38	0,04	<0,01	0,05	<0,01	<0,01
Eiwit, %	3,89 ^a	3,57 ^b	3,40 ^c	0,05	3,64	3,59	0,04	<0,01	0,35	<0,01	<0,01
Celgetal ⁵ , ×10 ³ cellen/ml	125 ^a	76 ^b	67 ^b	1	86	86	1	<0,01	0,95	<0,01	<0,01
Voeropname, kg/d	23,0	23,1	23,5	0,2	23,2	23,2	0,2	0,10	0,83	0,43	<0,01
EB ⁶ , kJ/kg ^{0.75} *d	38 ^a	-59 ^b	-132 ^c	14	-34 ^a	-68 ^b	11	<0,01	0,03	<0,01	<0,01
Lichaamsgewicht, kg	691 ^a	660 ^b	665 ^b	7	669	676	6	<0,01	0,37	<0,01	<0,01
BCS ⁷	3,0 ^a	2,5 ^b	2,2 ^c	0,1	2,6	2,5	0,1	<0,01	0,91	0,04	<0,01

¹ Week 1, 2, ...14 ten opzichte van afkalven;

² Waarden binnen behandeling (droogstandslengte of rantsoen) in dezelfde rij met verschillende superscripten zijn verschillend ($P < 0.05$);

³ Week ten opzichte van afkalven of maand ten opzichte van afkalven (voor BCS);

⁴ Vet- en eiwit gecorrigeerde melk;

⁵ P-waarden zijn gebaseerd op de natuurlijke logaritme;

⁶ Energiebalans; berekend met het VEM systeem (Van Es, 1975);

⁷ Lichaamsconditiescore op een schaal van 1 – 5.

3.2 Effect van droogstandslengte en energiesoort in het rantsoen op de metabole status en genexpressie in de lever bij melkvee in vroege lactatie

Chen, J.¹, J. Gross², H.A. Van Dorland^{2,3}, R.M. Bruckmaier², G.J. Remmelink⁴, B. Kemp¹ & A.T.M. Van Knegsel¹

¹Adaptation Physiology Group, Wageningen University, the Netherlands

²Veterinary Physiology, University of Bern, Switzerland

³University of Applied Sciences, Zollikofen, Switzerland

⁴Livestock Research, Wageningen University and Researchcentrum, the Netherlands

Inleiding

Het verkorten of weglaten van de droogstand resulteert in een betere energiebalans van de koe in volgende lactatie (De Feu et al., 2009; Rastani et al., 2005; Van Knegsel et al., 2013). De betere energiebalans werd veroorzaakt door een lagere melkproductie bij een gelijke energieopname in begin lactatie. Een betere energiebalans kan resulteren in een betere metabole gezondheid en een verandering in de concentratie metabolieten en metabole hormonen in plasma of de lever. In eerdere studies hadden koeien met een korte of geen droogstand een lagere concentratie niet-veresterde vetzuren (NEFA) in plasma en een lagere concentratie tri-acyl-glyceriden (TAG) in de lever (Andersen et al., 2005; Rastani et al., 2005), vergeleken met koeien met een conventionele droogstand. Ook resulteerde het weglaten of verkorten van de droogstand in hogere plasma insulin-like growth factor (IGF-1) (Pezeshki et al., 2007; de Feu et al., 2009) en ureum concentratie (Andersen et al., 2005; De Feu et al., 2009).

Naast het verkorten van de droogstand is ook bekend dat een glucogeen rantsoen, in vergelijking met een lipogeen rantsoen, de metabole gezondheid van melkvee kan verbeteren (Van Knegsel et al., 2007b). De verwachting is echter dat energiesoort in het rantsoen een minder groot effect heeft op de metabole gezondheid bij een betere energiebalans, zoals waargenomen voor koeien met een verkorte of geen droogstand.

Het doel van deze studie was ten eerste om het effect te bepalen van droogstandslengte (0, 30 of 60 dagen droog) en energiesoort in het rantsoen (glucogeen of lipogeen) op de concentratie metabolieten en metabole hormonen in plasma van melkvee in vroege lactatie. Ten tweede, was het doel van deze studie om genexpressie in de lever te bepalen van specifieke genen betrokken bij het koolhydraat- en vetmetabolisme van melkvee bij een verschillende droogstandslengte.

Toepassing in de praktijk?

De negatieve energiebalans en de mobilisatie van lichaamsvet is op praktijkbedrijven meestal zichtbaar door de incidentie van slepende melkziekte en verminderde vruchtbaarheid van koeien. Om onderzoek te doen naar ziekte-incidentie en vruchtbaarheidskengetallen zijn grote aantallen dieren per proefgroep nodig. Alhoewel het aantal koeien in het experiment van WHYDRY aanzienlijk is, is voor aanvang van het project duidelijk dat het hoogstwaarschijnlijk moeilijk is om statistische verschillen in ziekte-incidentie aan te tonen. Daarom is ervoor gekozen de koeien intensief te monitoren voor bloed- en leverwaarden. Hiermee kan informatie verzameld worden over de metabole status van de koe en eventuele subklinische ziekten, waarvan bekend is dat zij wel een sterke relatie hebben met de ziekte-incidentie. Veranderingen in deze metabolieten en metabole hormonen in het bloed kunnen daarmee inzicht geven in het risico op stofwisselingsziekten, zoals acute melkziekte, slepende melkziekte, leververvetting en verminderde vruchtbaarheid.

Materiaal en methode

De materiaal en methode van dit experiment staat samengevat in Hoofdstuk 3.1. In het kort, zijn voor dit experiment koeien (N=168) random verdeeld over zes behandelingen. Behandelingen bestonden uit een van de drie droogstandslengtes (0, 30 of 60 dagen) en een van beide lactatierantsoenen (glucogeen of lipogeen) (zie bijlage). Voor afkalven kregen koeien met een droogstand een droogstandsrantsoen verstrekt, koeien die lacteerden kregen een lactatierantsoen. Van 92 koeien is wekelijks op donderdagmorgen een bloedmonster genomen uit de staartvene vanaf 3 weken voor de verwachte kalfdatum tot en met week 8 na de werkelijke kalfdatum. Bloedmonsters zijn gecentrifugeerd (20 min, 3000 x g) en plasma is opgeslagen (-20°C) voor analyse. Twee weken voor verwachte kalfdatum en in week 2 en 4 na de werkelijke kalfdatum is op donderdagmorgen van 75 koeien een leverbiopt genomen en opgeslagen (-20°C) voor analyse.

Bloedmonsters zijn geanalyseerd op NEFA, glucose, β -hydroxyboterzuur (BHBA), ureum, calcium, IGF-1 en insuline concentratie met commercieel beschikbare kits, zoals eerder beschreven (Van Dorland et al., 2009). Leverbiopten zijn geanalyseerd op TAG concentratie, zoals eerder beschreven (Zom et al., 2011), met een commercieel beschikbare kit (Triglycerides Liquicolor Monokit, HUMAN, Wiesbaden, Germany). Genexpressie (mRNA expressie) van specifieke genen in leverweefsel is geanalyseerd zoals eerder beschreven (Graber et al., 2012).

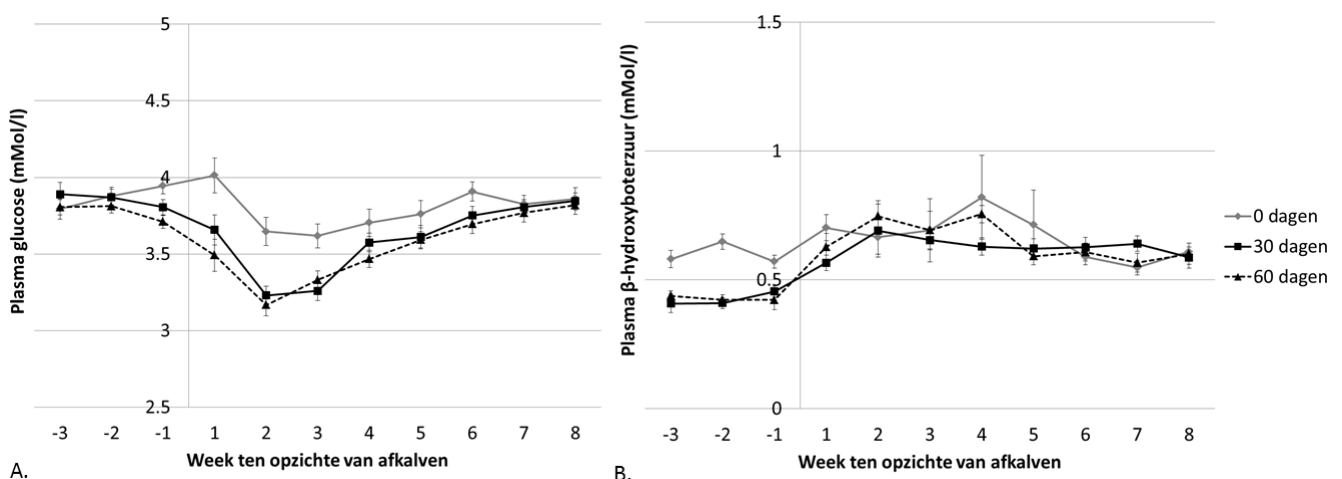
Incidentie van ziekte, behandeling van ziekte, en gebruik van antibiotica is per koe gedurende het gehele experiment gemonitord.

Resultaten

Metabole status

Voor afkalven

Koeien zonder droogstand hadden een lagere plasma NEFA concentratie en lever TAG concentratie voor afkalven, in vergelijking met koeien met een droogstand (Tabel 1). Koeien zonder droogstand hadden een hogere plasma BHBA (Figuur 1), insuline, calcium en ureum concentratie voor afkalven.



Figuur 1. Glucose (A) en β -hydroxyboterzuur (B) concentratie in plasma van melkkoeien met een droogstand van 0, 30 of 60 dagen.

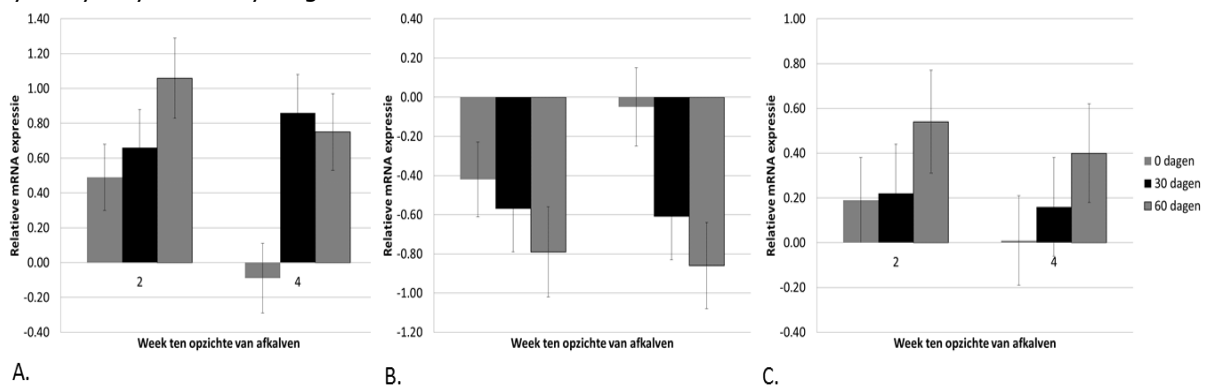
Na afkalven

Koeien zonder droogstand mobiliseerden minder lichaamsvet (lagere NEFA), hadden een hogere plasma glucose, insuline en IGF-1 concentratie, en een lagere vet (TAG) concentratie in de lever, in vergelijking met koeien met een droogstand van 30 of 60 dagen (Tabel 2). Er was geen verschil in plasma metabolieten, metabole hormonen of lever TAG concentratie tussen koeien met een verkorte of conventionele droogstand. Koeien met een hoofdzakelijk glucogeen rantsoen in vroege lactatie hadden een lagere ureum en een hogere calcium concentratie in plasma in vergelijking met koeien met een lipogeen rantsoen.

Genexpressie in de lever

Zowel de expressie van pyruvaat carboxylase (PC) in week 4 na afkalven als de verandering in expressie tussen week -2 en 4 van PC was minder voor koeien zonder droogstand in vergelijking met koeien met een droogstand van 30 of 60 dagen (Figuur 2). Er was een tendens tot minder verandering in expressie tussen week -2 en 4 van insulin-like growth factor (IGF-1) voor koeien zonder droogstand, in vergelijking met een droogstand van 60 dagen. Er was een tendens voor minder verandering in expressie tussen week -2 en 4 van carnitine palmitoyltransferse 2 (CPT2) voor koeien zonder droogstand, in vergelijking met een droogstand van 60 dagen.

Droogstandslengte en rantsoensamenstelling hadden geen effect op de expressie van de overige gemeten genen gerelateerd aan vetzuuroxidatie (carnitine palmitoyltransferse 1a), vetsynthese (ATP citrate lyase en glycerol-3-phosphate acyltransferase, mitochondrial) en ketonzuursynthese (3-hydroxybutyrate dehydrogenase 2



Figuur 2. Relatieve mRNA expressie in leverweefsel van pyruvaat carboxylase (A), insulin-like growth factor (B) en carnitine palmitoyltransferse 2 (C) van melkkoeien met een droogstand van 0, 30 of 60 dagen. mRNA expressie is gerelateerd aan de expressie in week 2 voor afkalven. Waarden zijn LSMEANS met SE.

Ziekte-incidentie

Er was geen verschil in incidentie van ziekten tussen droogstandslengtes of rantsoenen (Tabel 3). Wel is er bij koeien met een lipogeen rantsoen meer dagen antibiotica gebruikt om ziekten te behandelen, in vergelijking met koeien met een glucogeen rantsoen.

Conclusie

Weglaten van de droogstand verbetert de metabole gezondheid van melkvee in vroege lactatie, in vergelijking met koeien met een korte of conventionele droogstand. Koeien zonder droogstand mobiliseren in begin lactatie minder lichaamsvet en hebben minder vet in de lever, in vergelijking met koeien met een droogstand. Gedurende de laatste drie weken voor afkalven, hebben koeien zonder droogstand een lagere NEFA concentratie in plasma en TAG concentratie in de lever, wat mogelijk veroorzaakt wordt door de secretie van NEFA's in melkvet. Daarnaast hebben koeien zonder droogstand voor afkalven een hogere BHBA, insuline en ureum concentratie in het bloed, wat mogelijk gerelateerd is aan het hogere voerniveau, inclusief eiwitniveau, van deze koeien, in vergelijking met koeien met een droogstand. De verschillen in metabole status waren in lijn met verschillen in expressie van genen betrokken bij de gluconeogenese en koolhydraatstatus (PC en IGF-1) en vetzuuroxidatie (CPT2). In tegenstelling tot de verwachting is er voor zowel de metabole status als expressie van genen in de lever geen interactie tussen droogstandslengte en rantsoensamenstelling gevonden.

De verbeterde metabole gezondheid resulteerde niet in een verschillende incidentie van ziekten tussen koeien met verschillende droogstandslengtes of rantsoenen. Dit was in lijn met de verwachting, omdat daarvoor dieraantallen binnen het experiment te beperkt waren om met een statistische toets verschillen te kunnen aantonen ten aanzien van de incidentie van ziekten en stoornissen,

Tabel 1. Plasma metabolieten en metabole hormonen en lever tri-acyl glyceriden concentratie gedurende eind lactatie¹ van koeien met een droogstand van 0, 30 of 60 dagen en een hoofdzakelijk glucogeen (G) of lipogeen (L) rantsoen (LSMEANS ± SEM).

	Droogstandslengte ²			SEM	Rantsoen ²		SEM	P-waarden ³			
	0	30	60		G	L		Droogstand	Rantsoen	Pariteit	Week
Koeien, n	31	33	28		47	45					
NEFA ⁴ , mmol/l	0,09 ^a	0,12 ^{a,b}	0,14 ^b	0,01	0,12	0,11	0,01	0,03	0,72	0,21	<0,01
Glucose	3,86	3,84	3,77	0,04	3,80	3,85	0,03	0,34	0,31	0,16	0,50
BHBA ⁵	0,60 ^a	0,42 ^b	0,42 ^b	0,02	0,49	0,47	0,01	<0,01	0,39	0,94	0,55
Ureum	3,60 ^a	2,56 ^b	2,56 ^b	0,13	2,77 ^a	3,04 ^b	0,11	<0,01	0,07	0,04	<0,01
Calcium	2,16	2,23	2,24	0,03	2,20	2,22	0,03	0,19	0,52	0,48	0,55
Insuline, uIU/ml	31,2 ^a	19,3 ^b	17,8 ^b	1,7	22,4	23,2	1,4	<0,01	0,69	<0,01	0,08
IGF-1 ⁶ , ng/ml	161,3	179,1	165,6	6,7	166,1	171,3	5,4	0,14	0,50	<0,01	<0,01
TAG ⁷ , mg/g nat gewicht	10,5 ^a	14,9 ^b	15,0 ^b	1,3	14,3	12,7	1,1	0,03	0,31	0,07	nm

¹ Week -3, -2 en -1 ten opzichte van afkalven;

² Waarden binnen behandeling (droogstandslengte of rantsoen) in dezelfde rij met verschillende superscripten zijn verschillend ($P < 0.05$);

³ Ook interacties zijn opgenomen in het model: Droogstand×Rantsoen, Droogstand×Pariteit, Droogstand×Week, Rantsoen×Pariteit;

⁴ Niet-veresterde vetzuren;

⁵ β - hydroxyboterzuur;

⁶ Insulin-like growth factor;

⁷ Tri-acyl glyceriden in de lever, bepaald in 75 koeien (24, 27 en 24 koeien in 0, 30, en 60 dagen droog groep; 38 en 37 koeien op G en L rantsoen); nm = niet opgenomen in het model.

Tabel 2. Plasma metabolieten en metabole hormonen en lever tri-acyl glyceriden concentratie gedurende begin lactatie¹ van koeien met een droogstand van 0, 30 of 60 dagen en een hoofdzakelijk glucogeen (G) of lipogeen (L) rantsoen (LSMEANS ± SEM).

	Droogstandslengte ²				Rantsoen ²			P-waarden ³			
	0	30	60	SEM	G	L	SEM	Droogstand	Rantsoen	Pariteit	Week
Koeien, n	31	33	28		47	45					
NEFA ⁴ , mmol/l	0,21 ^a	0,32 ^b	0,36 ^b	0,02	0,28	0,31	0,02	<0,01	0,24	0,02	<0,01
Glucose	3,80 ^a	3,60 ^b	3,54 ^b	0,04	3,64	3,65	0,03	<0,01	0,90	<0,01	<0,01
BHBA ⁵	0,66	0,62	0,64	0,03	0,62	0,66	0,03	0,63	0,23	0,22	0,14
Ureum	2,91	2,81	2,79	0,10	2,62 ^a	3,04 ^b	0,09	0,67	<0,01	0,91	<0,01
Calcium	2,11	2,17	2,11	0,05	2,17 ^a	2,10 ^b	0,04	0,61	0,04	0,49	<0,01
Insuline, uIU/ml	24,4 ^a	14,0 ^b	11,1 ^b	1,2	16,2	16,8	1,0	<0,01	0,70	0,03	<0,01
IGF-1 ⁶ , ng/ml	119,1 ^a	86,0 ^b	80,3 ^b	5,2	98,2	92,1	4,2	<0,01	0,30	<0,01	<0,01
TAG ⁷ , mg/g nat gewicht	20,4 ^a	46,1 ^b	55,4 ^b	5,4	39,4	42,5	4,4	<0,01	0,62	0,40	<0,01

¹ Week 1, 2, ...8 ten opzichte van afkalven;

² Waarden binnen behandeling (droogstandslengte of rantsoen) in dezelfde rij met verschillende superscripten zijn verschillend ($P < 0.05$);

³ Ook interacties zijn opgenomen in het model: Droogstand×Rantsoen, Droogstand×Pariteit, Droogstand×Week, Rantsoen×Pariteit;

⁴ Niet-veresterde vetzuren;

⁵ β - hydroxyboterzuur;

⁶ Insulin-like growth factor;

⁷ Tri-acyl glyceriden in de lever, bepaald in 75 koeien (24, 27 en 24 koeien in 0, 30, en 60 dagen droog groep; 38 en 37 koeien op G en L rantsoen);

Tabel 3. Ziekte incidentie en antibioticagebruik van koeien met een droogstand van 0, 30 of 60 dagen en een glucogeen (G) of lipogeen (L) rantsoen in vroege lactatie, in de eerste lactatie van het WHYDRY experiment.

	Droogstandslengte en rantsoen						P-waarden	
	0 dagen		30 dagen		60 dagen		droogstand	rantsoen
	G	L	G	L	G	L		
Koeien, n	28	28	28	27	28	28		
<i>Voor afkalven (week -8 tot 0)</i>								
Mastitis, n	5	1	0	2	0	1	0,13	0,74
Klauw- en pootproblemen, n	3	2	2	3	0	2	0,45	0,53
Antibioticagebruik, dagen	0,5±1,1	0,1±0,6	1,1±0,6	1,6±1,5	1,0±0	1,2±0,8		
<i>Vroege lactatie (week 1 tot en met 14)</i>								
Melkziekte	1	0	1	3	1	1	0,60	0,97
Aan de nageboorte staan	1	5	3	4	4	6	0,55	0,11
Ketose	0	1	0	1	0	0	0,99	0,96
Klauw- en pootproblemen	5	6	4	8	6	5	0,88	0,51
Mastitis	3	6	4	3	4	5	0,90	0,37
Overige ziekten	0	1	0	1	0	2	0,80	0,94
Antibioticagebruik, dagen	2,1±2,7	3,4±3,6	1,8±2,6	2,4±2,8	2,4±3,9	2,9±3,1	0,41	0,01
<i>Mid & eind lactatie (week 15 tot en met 44)</i>								
Klauw- en pootproblemen	9	13	13	13	15	16	0,25	0,67
Mastitis	4	5	5	5	4	1	0,34	0,69
Overige ziekten	0	1	0	1	1	0	0,99	0,56
Antibioticagebruik, dagen	1,4±2,6	2,1±3,9	1,6±2,3	2,1±3,4	1,6±2,1	2,1±2,9	0,40	0,01

¹Ziekte incidentie is aantal koeien met de diagnose per proefgroep;

²Antibioticagebruik is aantal dagen met een antibioticabehandeling.

3.3 Effect van droogstandslengte en energiesoort in het rantsoen op de melkproductie en lichaamsconditie tijdens de volledige volgende lactatie bij melkvee

Van Knegsel, A.T.M.¹, G.J. Remmelink² & B. Kemp¹

¹ Adaptation Physiology Group, Wageningen University

² Livestock Research, Wageningen University and Researchcentrum

Inleiding

Er zijn aanwijzingen dat het weglaten of verkorten van de droogstand van melkvee resulteert in een verbetering van de gezondheid en vruchtbaarheid in de volgende lactatie (Santschi et al., 2011b; Watters et al., 2009). Een verbetering van de gezondheid en vruchtbaarheid kan voor een belangrijk deel worden toegeschreven aan een betere energiebalans van de koe bij het weglaten of verkorten van de droogstand (de Feu et al., 2009; Rastani et al., 2005). De betere energiebalans wordt veroorzaakt door een lagere melkproductie in het begin van de lactatie. Slechts weinig studies zijn bekend welke de melkproductie in de volledige volgende lactatie na een verkorte of weggelaten droogstand hebben bestudeerd. In een kleine Duitse studie (12 koeien per droogstandslengte) produceerden koeien zonder droogstand 10.633 kg melk, terwijl koeien met een droogstand van 56 dagen 11.310 kg melk produceerden van dag -56 tot en met dag 305 in lactatie (Schlamberger et al., 2010).

Het doel van deze studie was om het effect te bepalen van droogstandslengte (0, 30 of 60 dagen droog) en energiesoort in het rantsoen (glucogeen of lipogeen) op de melkproductie en lichaamsconditie van melkvee in volledige volgende lactatie.

Toepassing in de praktijk?

Verkorten of weglaten van de droogstand kan een interessante strategie zijn voor het managen van de gezondheid en vruchtbaarheid van hoogproductief melkvee. De toepassing van een managementsysteem zonder of met een verkorte droogstand zal mede worden bepaald door het verlies in melkproductie in de volledige volgende lactatie.

Materiaal en methode

De materiaal en methode staat uitgebreid beschreven in bijbehorend wetenschappelijk artikel (Van Knegsel et al., 2014a) en samengevat in Hoofdstuk 3.1. In het kort, zijn voor dit experiment koeien random verdeeld over zes behandelingen. Behandelingen bestonden uit een van de drie droogstandslengtes (0, 30 of 60 dagen) en een van beide lactatierantsoenen (glucogeen of lipogeen)(zie bijlage). Koeien hadden gedurende twee opeenvolgende lactaties dezelfde behandelingen. Het glucogene en lipogene rantsoen werd tot dag 100 in lactatie gevoerd (Van Knegsel et al., 2013a), daarna kregen alle koeien hetzelfde lactatierantsoen verstrekt. Dit lactatierantsoen bestond vanaf dag 100 tot dag 211 uit lactatiebrok, graskuil, maiskuil, stro en een eiwitbron (sojaschroot of raapzaadschroot) in de verhouding 19:42:28:4:8 (DS basis). Na dag 211 bestond het lactatierantsoen uit lactatiebrok, graskuil, maiskuil, stro en een eiwitbron (sojaschroot of raapzaadschroot) in de verhouding 5:74:9:4:8 (DS basis). Er was geen verschil in rantsoensamenstelling en voerbeschikbaarheid tijdens gedurende dag 100 tot en met 305 in lactatie tussen droogstandslengtes.

Resultaten

Dit rapport beschrijft de melkproductie, lichaamsgewicht en lichaamsconditie in de volledige eerste lactatie (305 dagen, 44 weken) van het experiment.

Melkproductie

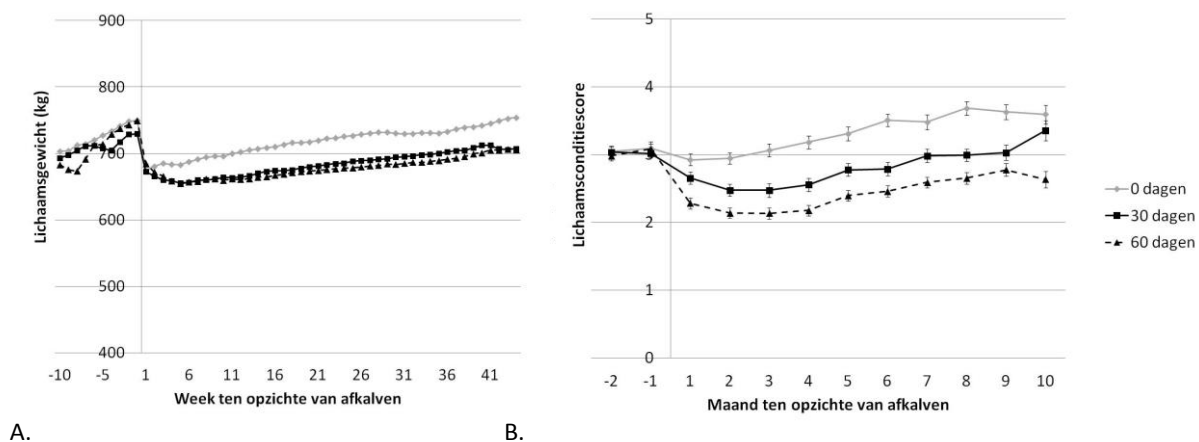
Verkorten of weglaten van de droogstand verminderde de melkproductie, FPCM, lactose-, vet- en eiwitproductie in de volgende lactatie vergeleken met een droogstand van 60 dagen (Tabel 1). Weglaten van de droogstand verhoogde het lactose-, vet- en eiwitpercentage en het celgetal in de melk vergeleken met een droogstand van 60 dagen. Tweedekalfs koeien hadden een sterkere daling in melkproductie zonder droogstand (22.4 vs. 30.6 vs. 33.9 ± 0.9 kg/d voor 0 vs. 30 vs. 60 dagen droogstand, respectievelijk), dan ouderekalfs koeien (25.4 vs. 29.3 vs. 33.3 ± 0.7 kg/d voor 0 vs. 30 vs. 60 dagen droogstand, respectievelijk). Energiesoort in het rantsoen had geen effect op de melkproductie.

Totale melkproductie tijdens droogstand en lactatie

Voor afkalven (week -8 tot 0) is er ook melkproductie voor koeien zonder of met een verkorte droogstand (Tabel 2). Na afkalven (week 0 tot en met 44) is de melkproductie lager voor koeien zonder droogstand, in vergelijking met koeien met een droogstand van 30 of 60 dagen. In totaal (week -8 tot en met 44) is de melkproductie voor tweedekalfskoeien zonder droogstand 2552 kg (24%) lager (FPCM: 1781 kg, 17%) in vergelijking met een droogstand van 60 dagen ($P < 0.01$). De melkproductie voor tweedekalfskoeien met een droogstand van 30 dagen is 465 kg (4%) lager (FPCM: 277 kg, 3%) in vergelijking met een droogstand van 60 dagen ($P > 0.01$). In totaal is de melkproductie voor ouderekalfskoeien zonder droogstand 1414 kg (14%) lager ($P < 0.01$) (FPCM: 679 kg, 7%, $P > 0.01$) in vergelijking met een droogstand van 60 dagen ($P < 0.01$). De melkproductie voor tweedekalfskoeien met een droogstand van 30 dagen is 622 kg (6%) lager (FPCM: 497 kg, 5%) in vergelijking met een droogstand van 60 dagen ($P > 0.01$).

Lichaamsgewicht en conditie

Koeien zonder droogstand en met een verkorte droogstand hadden een hogere conditiescore in de volgende lactatie in vergelijking met koeien met een conventionele droogstand van 60 dagen (Figuur 1). Daarbij waren koeien zonder droogstand ook zwaarder dan koeien met een verkorte of conventionele droogstand.



Figuur 1. Lichaamsgewicht (A.) en lichaamsconditiescore (B.) van melkkoeien met verschillende droogstandslengtes (0, 30 of 60 dagen) in de volgende lactatie.

Conclusie

Verkorten of weglaten van de droogstand vermindert de melkproductie in de volgende lactatie, in vergelijking met een droogstand van 60 dagen. Het verkorten van de droogstand had echter geen significant effect op de totale melkproductie (8 weken voor tot 44 weken na kalven). Het weglaten van de droogstand resulteert in een lagere totale melkproductie voor tweedekalfskoeien, maar ouderekalfskoeien met een verschillende droogstandslengte produceerden wellicht gemiddeld minder melk, maar door de grote variatie tussen koeien was er geen significant verschil. Bij gelijke rantsoensamenstelling en voergift zijn koeien zonder droogstand in de daaropvolgende lactatie zwaarder en vetter, in vergelijking met koeien met een droogstand van 60 dagen.

Tabel 1. Melkproductie, melksamenstelling en lichaamsconditie van melkkoeien na een droogstand van 0, 30 of 60 dagen gedurende een volledige lactatie (305 dagen) (LSMEANS ± SEM).

	Droogstandslengte ²				Rantsoen ²			P-waarden ³				
	0	30	60	SEM	G	L	SEM	Droogstand	Rantsoen	Pariteit	Tijd ⁴	D×P
Koeien, n	56	55	56		84	83						
Melkproductie, kg/d	24,4 ^a	29,7 ^b	33,5 ^c	0,6	29,0	29,4	0,5	<0,01	0,59	0,63	<0,01	0,05
FPCM ⁵ , kg/d	26,8 ^a	31,7 ^b	34,9 ^c	0,5	31,0	31,3	0,5	<0,01	0,68	0,86	<0,01	<0,01
Lactose, %	4,40 ^a	4,46 ^b	4,47 ^b	0,01	4,44	4,45	0,01	<0,01	0,77	<0,01	<0,01	<0,01
Vet, %	4,60 ^a	4,43 ^b	4,35 ^b	0,04	4,46	4,45	0,03	<0,01	0,80	<0,01	<0,01	<0,01
Eiwit, %	3,94 ^a	3,75 ^b	3,62 ^c	0,04	3,78	3,75	0,04	<0,01	0,52	<0,01	<0,01	0,03
Lactose, kg/d	1,09 ^a	1,32 ^b	1,48 ^c	0,02	1,29	1,30	0,02	<0,01	0,73	0,05	<0,01	<0,01
Vet, kg/d	1,05 ^a	1,19 ^b	1,32 ^c	0,02	1,17	1,19	0,01	<0,01	0,34	<0,01	<0,01	<0,01
Eiwit, kg/d	0,93 ^a	1,07 ^b	1,16 ^c	0,01	1,06	1,05	0,01	<0,01	0,38	0,01	<0,01	<0,01
Celgetal ⁶ , ×10 ³ cellen/ml	145 ^a	110 ^b	91 ^b	1	114	112	1	<0,01	0,61	<0,01	<0,01	0,05
Lichaamsgewicht, kg	721 ^a	681 ^b	679 ^b	8	691	696	6	<0,01	0,44	<0,01	<0,01	0,80
BCS ⁷	3,3 ^a	2,8 ^b	2,4 ^c	0,1	2,9	2,8	0,1	<0,01	0,54	<0,01	<0,01	0,45

¹ Week 1, 2, ...44 ten opzichte van afkalven;

² Waarden binnen behandeling (droogstandslengte of rantsoen) in dezelfde rij met verschillende superscripten zijn verschillend ($P < 0.05$);

³ Ook andere interacties zijn opgenomen in het model: Droogstand×Rantsoen, Droogstand×Tijd, Rantsoen×Pariteit;

⁴ Week ten opzichte van afkalven of maand ten opzichte van afkalven (voor BCS);

⁵ Vet- en eiwit gecorrigeerde melk;

⁶ P-waarden zijn gebaseerd op de natuurlijke logaritme;

⁷ Lichaamsconditiescore op een schaal van 1 – 5.

Tabel 2. Melkproductie (kg) van week 8 voor afkalven tot en met week 44 na afkalven voor koeien met een droogstand van 0, 30 of 60 dagen (LSMEANS ± SEM).

		Droogstandslengte (dagen) ¹			SEM	P-waarde
		0	30	60			Droogstand
Pariteit 2, (n=60)						
Melk	Voor afkalven	934 ^a	452 ^b	17 ^c	32	<0,01
	Na afkalven	7048 ^a	9623 ^{a,b}	10522 ^b	272	<0,01
	Totaal	7982^a	10074^b	10539^b	274	<0,01
FPCM ²	Voor afkalven	1072 ^a	449 ^b	0 ^c	36	<0,01
	Na afkalven	8083 ^a	10451 ^b	11066 ^b	253	<0,01
	Totaal	9155^a	10900^b	11066^b	260	<0,01
Pariteit >2, (n= 107)						
Melk	Voor afkalven	703 ^a	413 ^b	3 ^c	32	<0,01
	Na afkalven	8322 ^a	9403 ^b	10435 ^c	244	<0,01
	Totaal	9025^a	9816^b	10439^b	240	<0,01
FPCM ¹	Voor afkalven	802 ^a	450 ^b	0 ^c	43	<0,01
	Na afkalven	8804 ^a	9883 ^b	10775 ^c	269	<0,01
	Totaal	9606^a	10332^{a,b}	10775^b	270	0,01

¹ Waarden binnen droogstandslengte in dezelfde rij met verschillende superscripten zijn verschillend ($P < 0.05$);

² Vet- en eiwit gecorrigeerde melk (in kg).

3.4 Effect van droogstandslengte en energiesoort in het rantsoen op de energiebalans, melkproductie, melksamenstelling en metabole status bij melkvee: de tweede lactatie

Chen, J.¹, J. Gross², H.A. Van Dorland^{2,3}, G.J. Remmelink⁴, R.M. Bruckmaier², B. Kemp¹ & A.T.M. Van Knegsel¹

¹Adaptation Physiology Group, Wageningen University, the Netherlands

²Veterinary Physiology, University of Bern, Switzerland

³University of Applied Sciences, Zollikofen, Switzerland

⁴Livestock Research, Wageningen University and Researchcentrum, the Netherlands

Inleiding

De eerste lactatie binnen het WHYDRY experiment laat zien dat het verkorten of weglaten van de droogstand melkproductie verschuift van de periode na kalven naar de periode voor afkalven, wat resulteert in een verbetering van de energiebalans van melkvee in vroege lactatie (Van Knegsel et al., 2014a). De betere energiebalans voor koeien zonder droogstand resulteerde ook in een betere metabole gezondheid in begin lactatie. Koeien zonder droogstand hadden een lagere niet-veresterde vetzuren (NEFA) concentratie en een hogere glucose concentratie in het bloed (Hoofdstuk 3.2).

Er is tot op heden weinig gerapporteerd over de effecten van het verkorten of weglaten van de droogstand na meerdere lactaties. Remond et al. (1997) liet zien dat in de tweede lactatie melkproductie van koeien zonder droogstand weer toenam en niet meer verschilde van koeien met een droogstand van 2 maanden. Beperkingen voor deze studie waren echter het kleine aantal koeien in de studie (n=45), pariteitseffecten en een groot aantal dieren die zichzelf droog zette en daarom niet meer meegenomen waren in de analyse.

Het doel van deze studie was om het effect te bepalen van droogstandslengte (0, 30 of 60 dagen droog) en energiesoort in het rantsoen (glucogeen of lipogeen) op de melkproductie, voeropname, energiebalans en metabole status van melkvee in de tweede lactatie.

Toepassing in de praktijk?

In de praktijk zijn er wel ervaringen met het gedurende meerdere lactaties verkort of niet droogzetten van koeien. Deze ervaringen zijn zeer wisselend. Daarom lijkt het voor de praktijktoepassing nuttig om het effect van verkort, of niet, droogzetten op de melkproductie en koegezondheid te bestuderen in opeenvolgende lactaties.

Materiaal en methode

De materiaal en methode is vergelijkbaar met de eerste lactatie in het experiment en is daarvoor beschreven in Hoofdstuk 3.1 en het wetenschappelijk artikel (Van Knegsel et al., 2014a). In het kort, Holstein-Friesian melkkoeien (N=168) zijn geselecteerd op het proefbedrijf van de Dairy Campus in Lelystad (WUR Livestock Research). Koeien zijn geblokt voor pariteit, verwachte kalfdatum, melkproductie in de voorgaande lactatie en lichaamsconditiescore (BCS) en random verdeeld over behandelingen. Behandelingen bestonden uit een van de drie droogstandslengtes (0, 30 of 60 dagen) en een van beide lactatierantsoenen (glucogeen of lipogeen) (zie bijlage), resulterend in een 3 × 2 factoriële proefopzet. Deze behandelingen zijn gedurende twee opeenvolgende lactaties opgelegd. De koeien met een droogstand van 30 en 60 dagen zijn drooggezet door ze 7 dagen voor droogzetten het droogstandsrantsoen te voeren en 4 dagen voor

droogzetten eenmaal daags te melken. Op de dag van droogzetten zijn de koeien behandeld met een droogzetter met antibiotica (Supermastidol, Virbac Animal Health, Nederland).

Een gedeelte van de koeien met een droogstand van 0 dagen in de eerste lactatie hadden >30 dagen voor kalven in de tweede lactatie een melkproductie <4 kg/d, en zijn daarom voorafgaand aan de tweede lactatie droog gegaan zonder antibiotica. Deze groep koeien wordt in deze studie gezien als een aparte behandelingsgroep (0→30).

Rantsoensamenstelling was gelijk aan de eerste lactatie in het experiment. Voor afkalven kregen koeien met een droogstand een droogstandsrantsoen en koeien die lacteerden een lactatierantsoen. Vanaf tien dagen voor afkalven kregen alle koeien 1 kg/d van de proefkrachtvoerders (glucogeen: hoog aandeel zetmeel; lipogeen: hoog aandeel vezel en vet). Na afkalven (pp.) werd het aandeel proefkrachtvoer in het rantsoen stapsgewijs opgevoerd tot 8.5 kg/d. Ruwvoer verschilde niet tussen proefrantsoenen en werd onbepaald verstrekt.

Incidentie van ziekte, behandeling van ziekte, en gebruik van antibiotica is per koe gedurende het gehele experiment gemonitord.

Gegevens zijn geanalyseerd met een herhaalde waarnemingen model (PROC MIXED (Littell et al., 1996) of SAS[®] VERSION 9.1; SAS Institute, Inc., Cary, NC) met koe als het herhaalde onderwerp. Droogstandslengte (0, 0→30, 30 of 60 dagen), rantsoen (glucogeen of lipogeen), week (-8 tot en met 9 of 44 pp), pariteit en de relevante interactietermen zijn opgenomen in het model als fixed effecten.

Resultaten

Werkelijk aantal dagen droog was: 64 ± 2 , 40 ± 5 , en 0 ± 0 dagen voor respectievelijk koeien met een conventionele droogstand, een korte droogstand en zonder droogstand. Koeien in de 0→30 groep hadden een droogstand van 67 ± 8 dagen.

Melkproductie

Voor afkalven

Een korte en geen droogstand resulteerde in extra melkproductie voor afkalven (Tabel 1, Figuur 1). Melkproductie van koeien in de 0→30 groep verschilde niet van de melkproductie van koeien met een droogstand van 60 dagen. Totale melkproductie in de laatste 8 weken voor afkalven was 401 ± 34 kg (465 ± 40 kg FPCM) voor koeien zonder droogstand en 246 ± 24 kg (265 ± 28 kg FPCM) voor koeien met een droogstand van 30 dagen. Koeien met een droogstand van 60 dagen of in de 0→30 groep produceerden in de laatste 8 weken voor afkalven nagenoeg geen melk (11 ± 22 en 23 ± 35 kg, respectievelijk).

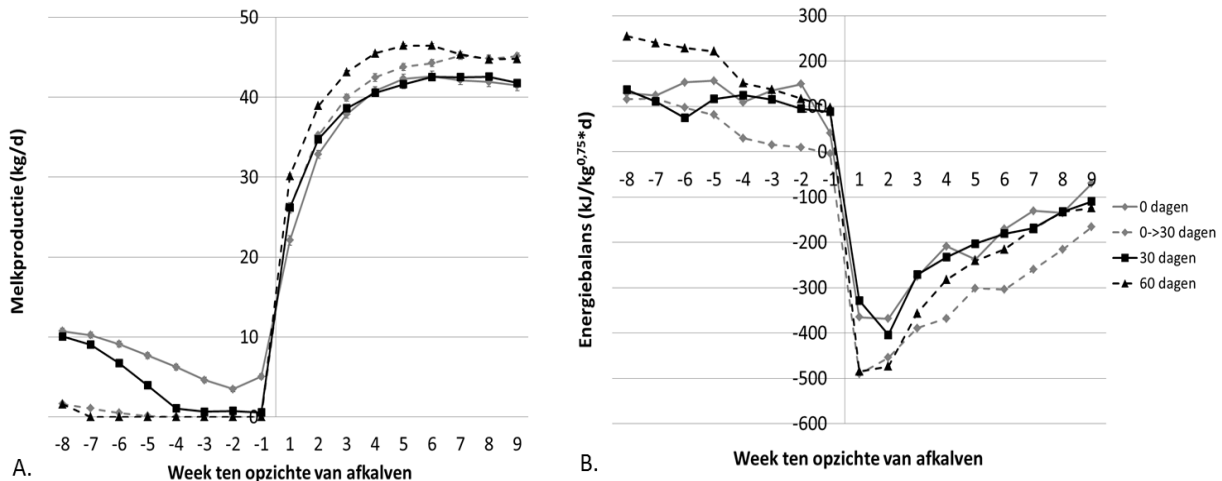
Na afkalven

Verkorten of weglaten van de droogstand verminderde de melkproductie in de eerste 9 weken van de volgende lactatie vergeleken met een droogstand van 60 d (Tabel 2). Melkproductie van koeien in de 0→30 groep verschilde niet van de melkproductie van koeien in de overige droogstandsgroepen, maar kenmerkte zich door het hoge vetgehalte en lage eiwitgehalte in de melk.

Droogstandslengte had ook een effect op de melkproductie in de volledige volgende lactatie (Tabel 3). Gedurende de volledige volgende lactatie was het celgetal voor koeien zonder droogstand of een droogstand van 30 dagen hoger dan voor koeien met een droogstand van 60 dagen. De totale melkproductie in de volgende lactatie was minder voor koeien zonder droogstand (8721 ± 384 kg/305 dagen) in vergelijking met koeien met een droogstand van 60 dagen (10080 ± 242 kg/305

dagen). Totale melkproductie voor koeien met een droogstand van 30 dagen of koeien in de 0→30 groep verschilde niet van de overige droogstandsgroepen (9202 ± 397 kg/305 dagen en 9403 ± 267 kg/305 dagen, respectievelijk).

Energiesoort in het rantsoen had geen effect op de melkproductie, maar koeien met een glucogeen rantsoen hadden een lager vetgehalte in de melk, in vergelijking met koeien met een lipogeen rantsoen.



Figuur 1. Melkproductie (kg/d) (A) en energiegelans (B) melkkoeien met een droogstand van 0, 0→30¹, 30 of 60 dagen.¹Deze koeien hadden een droogstand van 0 dagen in de eerste lactatie, maar hadden >30 dagen voor kalven een melkproductie <4 kg/d, en zijn daarom droog gegaan zonder antibiotica.

Energiegelans en metabole status

Voor afkalven

De koeien in de 0→30 groep waren zwaarder, vetter, aten slechter en hadden een lagere energiegelans in vergelijking met de overige droogstandsgroepen. Koeien zonder droogstand hadden een hogere energiegelans, plasma ureum en BHBA concentratie in vergelijking met koeien met een droogstand van 30 of 60 dagen.

Na afkalven

De koeien in de 0→30 groep waren zwaarder, vetter, aten slechter en hadden een lagere energiegelans en hogere plasma NEFA concentratie in vergelijking met de overige droogstandsgroepen. De energiegelans, plasma NEFA, glucose, calcium en ureum concentratie verschilde niet tussen koeien met een droogstand van 0, 30 of 60 dagen. Wel hadden koeien zonder droogstand na afkalven een lagere TAG concentratie in de lever en hogere plasma IGF-1 concentratie. Koeien die zichzelf hebben drooggezet (0→30 groep) hadden een hogere plasma BHBA concentratie, in vergelijking met de overige proefgroepen.

Energiesoort in het rantsoen had geen effect op de voeropname en energiegelans, maar koeien met een glucogeen rantsoen hadden een lagere NEFA, BHBA en ureum concentratie in het plasma, lager TAG concentratie in de lever en hoger IGF-1 concentratie in het plasma, in vergelijking met koeien met een lipogeen rantsoen.

Ziekte- incidentie

Er was geen verschil in incidentie van ziekten of antibioticagebruik tussen droogstandslengtes of rantsoenen.

Conclusie

Effecten van droogstandslengte op de melkproductie en energiebalans in de tweede lactatie zijn klein of zelfs afwezig. Het blijkt echter dat het moeilijker is om koeien een tweede lactatie verkort of niet droog te zetten, daarbij vervetten koeien zonder droogstand gemakkelijk, zijn te weinig persistent en zetten zichzelf droog. Wanneer koeien gedurende de eerste lactatie zonder droogstand vervetten betekent dit dat ze rondom afkalven vervolgens (voor de tweede lactatie) een lagere voeropname hebben en na afkalven een meer negatieve energiebalans.

Het glucogene rantsoen verbeterde de metabole status van de koeien in begin lactatie in vergelijking met het lipogene rantsoen.

Dus het is mogelijk koeien een tweede lactatie verkort of niet droog te zetten. Verkort of niet droogzetten, zonder aanpassingen in het rantsoen, heeft echter het risico dat koeien vervetten. Vervetting van koeien is gerelateerd met lage lactatiepersistentie eind lactatie en diepe negatieve energiebalans in begin lactatie. Wanneer een diepe negatieve energiebalans optreedt, kan een glucogeen rantsoen de metabole status van de koeien nog wel verbeteren.

Tabel 1. Melkproductie, melksamenstelling, voeropname en energiebalans gedurende eind lactatie¹ van koeien met een droogstand van 0, 30 of 60 dagen en een hoofdzakelijk glucogeen (G) of lipogeen (L) rantsoen (LSMEANS ± SEM).

	Droogstandslengte ²				SEM	Rantsoen ²			SEM	P-waarden ³		
	0	0→30 ⁴	30	60 ⁵		G	L	Droogstand		Rantsoen	Pariteit	Tijd ⁶
Koeien, n	20	19	41	50								
Melkproductie, kg/d	7,1	0,3	4,5	0,2	0,7	2,9	3,1	0,4	<0,01	0,70	0,60	<0,01
FPCM ⁷ , kg/d	8,8	nb	5,3	nb	0,7	3,5	3,7	0,5	<0,01	0,77	0,83	<0,01
Lactose, %	3,99	nm	3,84	nm	0,10	3,84	3,99	0,09	0,29	0,17	0,95	<0,01
Vet, %	5,18	nm	5,30	nm	0,16	5,31	5,18	0,14	0,59	0,43	0,02	0,03
Eiwit, %	5,25	nm	5,09	nm	0,19	5,31	5,04	0,16	0,55	0,17	0,03	<0,01
Celgetal ⁸ , ×10 ³ cellen/ml	382	nm	343	nm	1	406	320	1	0,64	0,17	0,63	0,04
Voeropname, kg/d	16,1 ^b	12,8 ^a	15,0 ^b	15,2 ^b	0,4	14,5	15,0	0,3	<0,01	0,17	0,19	<0,01
EB ⁹ , kJ/kg ^{0.75} *d	261 ^a	73 ^b	189 ^c	178 ^c	16	167	183	11	<0,01	0,32	0,46	<0,01
Lichaamsgewicht, kg	806 ^{a,b}	832 ^b	774 ^a	760 ^a	12	792	794	9	<0,01	0,91	0,55	<0,01
BCS ¹⁰	3,9 ^{a,b}	4,3 ^a	3,6 ^{b,c}	3,2 ^c	0,1	3,7	3,8	0,1	<0,01	0,68	0,03	<0,95

¹ Week -8, -7,...-1 ten opzichte van afkalven;

² Waarden binnen behandeling (droogstandslengte of rantsoen) in dezelfde rij met verschillende superscripten zijn verschillend ($P < 0.05$);

³ Ook interacties zijn opgenomen in het model: Droogstand×Rantsoen, Droogstand×Pariteit, Droogstand×Week, Week×Pariteit;

⁴ Deze koeien hadden een droogstand van 0 dagen in de eerste lactatie, maar hadden >30 dagen voor kalven een melkproductie <4 kg/d, en zijn daarom droog gegaan zonder antibiotica;

⁵ nb: niet beschikbaar; nm: niet in het model;

⁶ Week ten opzichte van afkalven of maand ten opzichte van afkalven (voor BCS);

⁷ Vet- en eiwit gecorrigeerde melk;

⁸ P-waarden zijn gebaseerd op de natuurlijke logaritme;

⁹ Energiebalans; berekend met het VEM systeem (Van Es, 1975);

¹⁰ Lichaamsconditiescore op een schaal van 1 – 5.

Tabel 2. Melkproductie, melksamenstelling, voeropname en energiebalans gedurende begin lactatie¹ van koeien met een droogstand van 0, 30 of 60 dagen en een hoofdzakelijk glucogeen (G) of lipogeen (L) rantsoen (LSMEANS ± SEM).

	Droogstandslengte ²				SEM	Rantsoen ²			P-waarden ³			
	0	0→30 ⁴	30	60		G	L	SEM	Droogstand	Rantsoen	Pariteit	Tijd ⁵
Koeien, n	20	19	41	50								
Melkproductie, kg/d	37,8 ^a	40,8 ^{a,b}	38,9 ^a	42,9 ^b	1,0	40,4	39,8	0,8	<0,01	0,55	0,94	<0,01
FPCM ⁶ , kg/d	40,9 ^{a,b}	43,9 ^{a,b}	41,1 ^a	44,3 ^b	1,0	42,5	42,5	0,7	0,01	0,99	0,62	<0,01
Lactose, %	4,51	4,51	4,52	4,53	0,02	4,53	4,51	0,02	0,97	0,44	<0,01	<0,01
Vet, %	4,60 ^{a,b}	4,81 ^a	4,52 ^{a,b}	4,38 ^b	0,09	4,47 ^a	4,68 ^b	0,06	<0,01	0,02	0,47	<0,01
Eiwit, %	3,58 ^a	3,28 ^b	3,53 ^a	3,39 ^{a,b}	0,05	3,46	3,43	0,04	<0,01	0,52	0,58	<0,01
Celgetal ⁷ , ×10 ³ cellen/ml	101	83	55	34	1	61	65	5	0,03	0,83	0,03	<0,01
Voeropname, kg/d	21,3 ^{a,b}	19,8 ^a	21,0 ^{a,b}	21,9 ^b	0,4	20,9	21,1	0,3	<0,01	0,67	0,68	<0,01
EB ⁸ , kJ/kg ^{0.75} *d	-206 ^a	-340 ^b	-235 ^a	-269 ^{a,b}	23	-265	-260	17	<0,01	0,84	0,66	<0,01
Lichaamsgewicht, kg	724 ^{a,b}	737 ^a	698 ^{a,b}	690 ^b	11	708	717	8	0,02	0,44	0,42	<0,01
BCS ⁹	2,9 ^{a,b}	3,3 ^a	2,6 ^b	2,2 ^c	0,2	2,7	2,7	0,2	<0,01	0,88	0,06	<0,01

¹ Week 1, 2, ...9 ten opzichte van afkalven;

² Waarden binnen behandeling (droogstandslengte of rantsoen) in dezelfde rij met verschillende superscripten zijn verschillend ($P < 0.05$);

³ Ook interacties zijn opgenomen in het model: Droogstand×Rantsoen, Droogstand×Pariteit, Droogstand×Week, Week×Pariteit;

⁴ Deze koeien hadden een droogstand van 0 dagen in de eerste lactatie, maar hadden >30 dagen voor kalven een melkproductie <4 kg/d, en zijn daarom droog gegaan zonder antibiotica;

⁵ Week ten opzichte van afkalven of maand ten opzichte van afkalven (voor BCS);

⁶ Vet- en eiwit gecorrigeerde melk;

⁷ P-waarden zijn gebaseerd op de natuurlijke logaritme;

⁸ Energiebalans; berekend met het VEM systeem (Van Es, 1975);

⁹ Lichaamsconditiescore op een schaal van 1 – 5.

Tabel 3. Melkproductie, melksamenstelling, en lichaamsconditie gedurende een volledige lactatie¹ (305 dagen) van koeien met een droogstand van 0, 30 of 60 dagen en een hoofdzakelijk glucogeen (G) of lipogeen (L) rantsoen (LSMEANS ± SEM).

	Droogstandslengte ²				SEM	Rantsoen ²			SEM	P-waarden ³		
	0	0→30 ⁴	30	60		G	L	Droogstand		Rantsoen	Pariteit	Tijd ⁵
Koeien, n	20	19	41	50								
Melkproductie, kg/d	29,2	31,4	29,8	31,9	0,8	30,5	30,6	0,5	0,03	0,87	0,84	<0,01
FPCM ⁶ , kg/d	29,2	31,3	29,1	30,1	0,6	29,7	30,1	0,4	0,05	0,53	<0,01	<0,01
Lactose, %	4,44	4,47	4,44	4,43	0,02	4,42 ^a	4,47 ^b	0,01	0,34	<0,01	<0,01	<0,01
Vet, %	4,53	4,47	4,48	4,40	0,05	4,46	4,47	0,04	<0,01	0,02	0,47	<0,01
Eiwit, %	3,64 ^a	3,46 ^b	3,62 ^a	3,53 ^{a,b}	0,04	3,59	3,54	0,03	<0,01	0,19	0,75	<0,01
Celgetal ⁷ , ×10 ³ cellen/ml	167 ^a	150 ^{a,b}	161 ^a	122 ^b	1	153	145	1	<0,01	0,45	<0,01	<0,01
Lichaamsgewicht, kg	725	720	697	687	11	705	709	8	0,04	0,70	0,35	<0,01
BCS ⁹	3,0 ^a	3,0 ^a	2,7 ^a	2,3 ^b	0,1	2,8	2,7	0,1	<0,01	0,39	0,07	<0,01

¹ Week 1, 2, ...44 ten opzichte van afkalven;

² Waarden binnen behandeling (droogstandslengte of rantsoen) in dezelfde rij met verschillende superscripten zijn verschillend ($P < 0.05$);

³ Ook interacties zijn opgenomen in het model: Droogstand×Rantsoen, Droogstand×Pariteit, Droogstand×Week, Week×Pariteit;

⁴ Deze koeien hadden een droogstand van 0 dagen in de eerste lactatie, maar hadden >30 dagen voor kalven een melkproductie <4 kg/d, en zijn daarom droog gegaan zonder antibiotica;

⁵ Week ten opzichte van afkalven of maand ten opzichte van afkalven (voor BCS);

⁶ Vet- en eiwit gecorrigeerde melk;

⁷ P-waarden zijn gebaseerd op de natuurlijke logaritme;

⁸ Energiebalans; berekend met het VEM systeem (Van Es, 1975);

⁹ Lichaamsconditiescore op een schaal van 1 – 5.

Tabel 4. Plasma metabolieten en metabole hormonen en lever tri-acyl glyceriden concentratie gedurende eind lactatie¹ van koeien met een droogstand van 0, 30 of 60 dagen en een hoofdzakelijk glucogeen (G) of lipogeen (L) rantsoen (LSMEANS ± SEM).

	Droogstandslengte ²				SEM	Rantsoen ²		SEM	P-waarden ³			
	0	0→30 ⁴	30	60		G	L		Droogstand	Rantsoen	Pariteit	Week
Koeien, n	20	19	41	50								
NEFA ⁴ , mmol/l	0,18	0,24	0,18	0,16	0,02	0,19	0,19	0,02	0,07	0,82	0,01	<0,01
Glucose	3,81	3,72	3,85	3,72	0,05	3,78	3,79	0,04	0,28	0,82	<0,01	<0,01
BHBA ⁵	0,59	0,41	0,42	0,47	0,02	0,48	0,47	0,02	<0,01	0,64	0,27	<0,01
Ureum	3,45 ^a	2,29 ^b	2,76 ^b	2,62 ^b	0,13	2,70	2,86	0,09	<0,01	0,23	0,33	0,04
Calcium	2,18	2,19	2,15	2,15	0,03	2,17	2,17	0,02	0,63	0,83	0,64	0,14
Insuline, uIU/ml												
IGF-1 ⁶ , ng/ml	168,1	166,4	155,6	153,0	7,8	158,4	163,2	5,2	0,39	0,50	<0,01	<0,01
TAG ⁷ , mg/g nat gewicht	15,9	21,9	16,7	15,0	2,0	17,0	17,8	1,4	0,10	0,68	nm	nm

¹ Week -3, -2 en -1 ten opzichte van afkalven;

² Waarden binnen behandeling (droogstandslengte of rantsoen) in dezelfde rij met verschillende superscripten zijn verschillend ($P < 0.05$);

³ Ook interacties zijn opgenomen in het model: Droogstand×Rantsoen, Droogstand×Pariteit, Droogstand×Week, Rantsoen×Pariteit;

⁴ Deze koeien hadden een droogstand van 0 dagen in de eerste lactatie, maar hadden >30 dagen voor kalven een melkproductie <4 kg/d, en zijn daarom droog gegaan zonder antibiotica;

⁵ Niet-veresterde vetzuren;

⁶ β - hydroxyboterzuur;

⁷ Insulin-like growth factor;

⁸ Tri-acyl glyceriden in de lever, bepaald in 78 koeien (13, 14, 26 en 25 koeien in 0, 0→30, 30, en 60 dagen droog groep; .. en .. koeien op G en L rantsoen);

nm = niet opgenomen in het model.

Tabel 5. Plasma metabolieten en metabole hormonen en lever tri-acyl glyceriden concentratie gedurende begin lactatie¹ van koeien met een droogstand van 0, 30 of 60 dagen en een hoofdzakelijk glucogeen (G) of lipogeen (L) rantsoen (LSMEANS ± SEM).

	Droogstandslengte ²				SEM	Rantsoen ²		SEM	P-waarden ³			
	0	0→30 ⁴	30	60		G	L		Droogstand	Rantsoen	Pariteit	Week
Koeien, n	20	19	41	50								
NEFA ⁴ , mmol/l	0,36 ^a	0,49 ^b	0,38 ^a	0,35 ^a	0,02	0,36 ^a	0,43 ^b	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Glucose	3,36	3,23	3,32	3,34	),06	3,39	3,23	0,04	0,49	<0,01	0,25	<0,01
BHBA ⁵	0,99	1,43	0,97	0,90	),11	0,92 ^a	1,18 ^b	0,08	0,05	<0,01	0,14	<0,01
Ureum	2,91 ^a	2,45 ^b	2,85 ^a	2,82 ^a	),95	2,64 ^a	2,87 ^b	0,06	<0,01	0,01	0,93	<0,01
Calcium	2,13	2,12	2,23	2,15	),07	2,17	2,14	0,04	0,63	0,45	0,53	<0,01
Insuline, uIU/ml												
IGF-1 ⁶ , ng/ml	85,9 ^a	66,2 ^b	65,4 ^b	67,1 ^b	3,5	74,7 ^a	67,6 ^b	2,4	<0,01	0,04	0,01	<0,01
TAG ⁷ , mg/g nat gewicht	39,2 ^a	85,3 ^b	69,0 ^b	70,9 ^b	6,5	64,3	67,9	4,7	<0,01	0,59	0,25	<0,01

¹ Week 1, 2, ...9 ten opzichte van afkalven;

² Waarden binnen behandeling (droogstandslengte of rantsoen) in dezelfde rij met verschillende superscripten zijn verschillend ($P < 0.05$);

³ Ook interacties zijn opgenomen in het model: Droogstand×Rantsoen, Droogstand×Pariteit, Droogstand×Week, Rantsoen×Pariteit;

⁴ Deze koeien hadden een droogstand van 0 dagen in de eerste lactatie, maar hadden >30 dagen voor kalven een melkproductie <4 kg/d, en zijn daarom droog gegaan zonder antibiotica;

⁵ Niet-veresterde vetzuren;

⁶ β - hydroxyboterzuur;

⁷ Insulin-like growth factor;

⁸ Tri-acyl glyceriden in de lever, bepaald in 78 koeien (13, 14, 26 en 25 koeien in 0, 0→30, 30, en 60 dagen droog groep; .. en .. koeien op G en L rantsoen); nm = niet opgenomen in het model.

Tabel 6. Ziekte incidentie¹ en antibioticagebruik² van koeien met een droogstand van 0, 30 of 60 dagen en een glucogeen (G) of lipogeen (L) rantsoen in vroege lactatie.

	Droogstandslengte en rantsoen								P-waarden		
	0 dagen		0–30 dagen		30 dagen		60 dagen		droogstand	rantsoen	
	G	L	G	L	G	L	G	L			
Koeien, n	9	11	11	8	21	21	25	24			
<i>Voor afkalven (week -8 tot 0)</i>											
Mastitis, n	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0,68	0,53
Klauw- en pootproblemen, n	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,99	0,92
Antibioticagebruik, dagen	0,7±1,3	0,9±1,9	0,2±0,6	0,3±0,5	1,0±0,0	1,1±0,7	1,0±0,0	1,2±0,8		0,71	0,70
<i>Vroege lactatie (week 1 tot en met 14)</i>											
Melkziekte	1	3	4	2	3	5	8	8		0,34	0,42
Aan de nageboorte staan	2	0	0	0	2	5	0	6		0,85	0,10
Ketose	0	0	1	0	0	3	1	0		0,76	0,59
Klauw- en pootproblemen	0	2	2	1	2	3	5	2		0,29	0,68
Mastitis	2	1	3	2	7	5	5	6		0,68	0,53
Overige ziekten	1	0	1	0	5	1	4	0		0,78	0,74
Antibioticagebruik, dagen	5,0±4,7	2,4±2,2	3,2±4,4	2,7±4,4	4,2±4,7	3,2±3,9	2,7±4,5	3,2±4,7		0,50	0,66
<i>Mid & eind lactatie (week 15 tot en met 44)</i>											
Klauw- en pootproblemen	3	1	4	1	4	6	9	9		0,57	0,67
Mastitis	2	2	3	5	12	6	8	8		0,73	0,57
Overige ziekten	0	0	0	2	0	0	0	2		0,55	0,88
Antibioticagebruik, dagen	1,3±1,8	1,6±3,2	3,1±4,8	4,6±6,0	3,5±5,4	2,9±4,9	2,9±5,0	2,8±3,5		0,86	0,45

¹Ziekte incidentie is aantal koeien met de diagnose per proefgroep;

²Antibioticagebruik is aantal dagen met een antibioticabehandeling.

3.5 Invloed van verkorten of weglaten van droogstand op caseïnesamenstelling van melk

De Vries, R.F.M.^{1,2}, K.A. Hettinga¹ & A.T.M Van Knegsel³

¹ Dairy Science and Technology Group, Wageningen University, the Netherlands

² Swedish University of Agricultural Sciences, Sweden

³ Adaptation Physiology Group, Wageningen University, the Netherlands

Inleiding

Verkort droogzetten is een strategie om gezondheidsproblemen bij melkkoeien in de volgende lactatie te voorkomen of verminderen. Koeien met een verkorte of zonder droogstand hebben in de volgende lactatie een lagere melkproductie dan koeien met een conventionele droogstand van 6 tot 8 weken. Door een verlaagde melkgift heeft de koe een betere energiebalans, met als mogelijke gevolgen een verlaagde ziekte-incidentie (Grummer, 1993) en verhoogde vruchtbaarheid (Butler, 2003). Onderzoek naar verkort droogzetten heeft zich tot op heden voornamelijk gericht op koegezondheid en melkproductie (Van Knegsel et al., 2013), en niet op melkeiwitsamenstelling.

Melk bevat ongeveer 3,3% eiwit bestaande uit 2,6% caseïne en 0,7% wei-eiwit. De vier voornaamste caseïnes zijn α_{s1} -, α_{s2} -, β - en κ -caseïne, in een verhouding 11:3:10:4 respectievelijk (Walstra et al., 2006). Hydrofobe en electrostatische interacties zorgen voor clustervorming van de caseïnes tot caseïne-micellen. Tijdens kaas- en yoghurtproductie wordt een netwerk van caseïne micellen gevormd waardoor een gelstructuur ontstaat. Verandering in caseïnesamenstelling is van belang voor de eigenschappen van de micel, met tot gevolg veranderingen in gelstructuur en opbrengst van kaas en yoghurt (Frederiksen et al., 2011, Ostensen et al., 1997).

κ -caseïne bestaat uit verschillende vormen die variëren in mate van glycosylering en fosforylering (Holland et al., 2004). Ongeveer de helft van de totale hoeveelheid caseïne is in de niet-geglycosyleerde 1-fosfaatvorm. κ -caseïnes vormen vanwege hun zowel hydrofobe als hydrofiele regio's een stabiliserende laag aan het oppervlak van de caseïne-micellen (Swaisgood, 1992). Verschillen in concentraties geglycosyleerd κ -caseïne beïnvloeden caseïne-micelgrootte (Bijl et al., 2014) en daarmee melkeigenschappen zoals strembaarheid.

Het doel van deze studie was om de invloed van verkorten of weglaten van droogstand op de caseïnesamenstelling van melk te bepalen. In een parallelstudie van de SLU in Uppsala (Zweden), wordt een vergelijkbare studie uitgevoerd om de invloed van verkorte droogstand op melksamenstelling van Swedish Holsteins en Swedish Reds te onderzoeken.

Toepassing in de praktijk?

Meer dan de helft van de in Nederland geproduceerde melk wordt verwerkt tot kaas (Productschap Zuivel, 2013). Kleine verschillen in opbrengst kunnen grote economische gevolgen hebben voor de producent. Ook veranderingen in structuur van bijvoorbeeld kaas en yoghurt als gevolg van verschillen in melksamenstelling zijn van belang voor de productkwaliteit. Caseïnesamenstelling beïnvloedt de opbrengst en kwaliteit van producten als kaas en yoghurt, en daarom is het van belang de invloed van verkorte droogstand, of weglaten van droogstand op caseïnesamenstelling te bepalen.

Materiaal en methode

Proefopzet

Melkmonsters zijn afkomstig van het WHY DRY experiment. Koeien hadden een droogstand van 0, 30 of 60 dagen, en een lipogeen of glucogeen lactatierantsoen (zie bijlage). Iedere groep bestond uit 15 koeien, resulterend in een totaal van 90 koeien waarbij de caseïnesamenstelling in melkeiwit is geanalyseerd. Een gedetailleerde proefbeschrijving is eerder beschreven (Van Knegsel et al., 2014a). Voor de analyse van caseïnesamenstelling zijn melkmonsters genomen op 2 weken (0d droog groep) en 6 weken (0d en 30d droog groep) voor afkalven, en 2, 6 en 12 weken na afkalven. Melkmonsters zijn genomen in 10 ml buizen, zonder conserveringsmiddel, en bij -20°C opgeslagen voorafgaand aan analyse. Voor gedetailleerde κ -caseïne analyse zijn alleen melkmonsters van koeien met een lipogeen rantsoen gebruikt.

Melksamenstelling analyses

Melkproductie is dagelijks vastgelegd. Vet- eiwit- en lactosegehaltes en celgetal in de melk zijn bepaald door Qlip (Zutphen). Melkeiwitprofielen zijn bepaald met capillaire zone electrophorese (CZE) volgens de methode beschreven in Johansson et al. (2013). De gebruikte methode is zeer robuust voor het bepalen van relatieve gehalten van de caseïnes α_{s1} - , α_{s2} - en β -caseïne, en de veel-voorkomende wei-eiwitten α -lactalbumine en β -lactoglobuline. Van κ -caseïne kan alleen de 1 fosfaatvorm goed gekwantificeerd worden, wat zoals eerder genoemd circa 50% van de totale hoeveelheid κ -caseïne is. Daarom zijn de andere (geglycosyleerde) vormen van κ -caseïne gekwantificeerd met reversed phase-high performance liquid chromatography (RP-HPLC), volgens de methode beschreven in Bobe et al (1998).

Statistische analyse

De statistische analyse is uitgevoerd met een mixed model met herhaalde waarnemingen in SAS 9.3. Tenzij anders vermeld zijn de volgende factoren opgenomen in het model: droogstand, proefweek, lactatienummer, lactatierantsoen, genetische variant van β -caseïne, en de interacties droogstand*proefweek, droogstand*lactatienummer en proefweek*lactatienummer.

Resultaten

Verschillen in macronutriëtsamenstelling van melk tussen de verschillende droogstandslengtes (Tabel 1) zijn vergelijkbaar met eerdere resultaten uit het WHY DRY experiment (Van Knegsel et al., 2014a).

Wanneer de melkproductie meegenomen wordt in de statistische analyse blijkt dat de effecten van droogstand op de macronutriëtsamenstelling voornamelijk komen door verschillen in melkproductie ($P < 0,01$, voor vet, eiwit, lactose en celgetal). Eiwit blijft als enige macronutriënt verschillend voor verschillende droogstandslengtes wanneer gecorrigeerd is voor melkproductie ($P < 0,01$).

Tabel 1. Melkproductie, macronutriëntsamenstelling, celgetal van koeien met een droogstand van 0, 30 of 60 dagen¹ (MEANS±SEM).

	Droogstand (dagen)			P-waarden ²			
	0	30	60	Droogstand	Week	Pariteit	Rantsoen
Vet (%)	4,7 (0,1)	4,6 (0,1)	4,4 (0,1)	0,03	<0,01	0,35	0,02
Eiwit (%)	3,8 (0,1)	3,7 (0,1)	3,4 (0,1)	<0,01	<0,01	<0,01	0,95
Lactose (%)	4,5 (0,0)	4,6 (0,0)	4,6 (0,0)	0,03	<0,01	<0,01	0,06
Celgetal (x10 ³ cellen/ml)	238 (41)	163 (55)	110 (30)	0,05	0,33	<0,01	0,06
Melkproductie (kg/d)	35,5 (0,8)	39,2 (0,7)	44,1 (0,1)	<0,01	<0,01	<0,01	0,11

¹ Testweken zijn 2, 6 en 12 weken na afkalven;

² Ook in het model opgenomen: genetische variant van β -caseïne, en de interacties droogstand*pariteit, droogstand*proefweek en pariteit*proefweek;

De relatieve gehalten van de meeste individuele caseïnes zijn vergelijkbaar met waarden zoals te vinden in de literatuur (Heck et al., 2008) (Tabel 2). Relatieve β -caseïnegehalten zijn in de huidige studie hoger dan voorheen gerapporteerd (32,3% versus 27,2%). Verkort droogzetten beïnvloedt gehalten α_{s1} -, α_{s2} - en β -caseïne in melkeiwit in het begin van lactatie. De invloed van melkproductie op verschillen in caseïnesamenstelling is gering vanwege het feit dat relatieve gehalten zijn geanalyseerd. Dit is in tegenstelling tot de macronutriëntsamenstelling, die absoluut gekwantificeerd is. α_{s1} -caseïne gehalten lijken af te wijken bij een droogstand van 60 dagen. Een negatieve relatie ($P < 0,01$) was gevonden tussen totaal α_{s1} -caseïne en energiebalans van de koe. Mogelijk kan een gedeeltelijke verklaring worden gevonden in de in eerder werk beschreven positieve genetische correlatie tussen α_{s1} -caseïne en melkproductie (Schopen et al., 2009). Verschillen in α_{s2} -caseïne tussen koeien met een droogstand van 0 en 30 dagen zijn al in de voorgaande lactatie aanwezig (6 weken prepartum: 0d droog: 7,7%, 30d droog: 6,9%), en lijken dus geen gevolg van verschil in droogstand. Een eerder gerapporteerde afname van totaal α_s -caseïne (Ostensen et al., 1997) naarmate lactatie vorderde was alleen waargenomen voor α_{s2} -caseïne (week 2: 8,3% ($\pm 0,1\%$), week 6: 7,3% ($\pm 0,1\%$), week 12: 7,4% ($\pm 0,1\%$)) en niet voor α_{s1} -caseïne.

Tabel 2. Melkcaseïnesamenstelling (in % van melkeiwit) van koeien met een droogstand van 0, 30 of 60 dagen¹ (MEANS±SEM).

	Droogstand (dagen)			P-waarden ²			
	0	30	60	Droogstand	Week	Pariteit	Rantsoen
α_{s1} -caseïne	30,8 (0,2)	30,4 (0,2)	31,6 (0,2)	0,01	0,56	0,48	0,76
α_{s2} -caseïne	8,1 (0,1)	7,7 (0,1)	7,3 (0,1)	<0,01	<0,01	0,41	0,86
β -caseïne	30,7 (0,3)	33,8 (0,3)	32,4 (0,2)	<0,01	<0,01	0,01	0,03
κ -caseïne	12,1 (0,2)	11,9 (0,2)	11,8 (0,1)	0,13	0,04	<0,01	0,84

¹ Testweken zijn 2, 6 en 12 weken na afkalven;

² Ook in het model opgenomen: genetische variant van β -caseïne, en de interacties droogstand*pariteit, droogstand*proefweek en pariteit*proefweek;

Weglaten van droogstand, vroege lactatie (proefweek 2 in vergelijking met week 6 en 12) en hoge pariteit (pariteit >3 in vergelijking met pariteit van 2 of 3) zijn gerelateerd met verlaagde β -caseïne-gehaltenes in melkeiwit. De negatieve correlatie tussen β -caseïne en celgetal, en positieve correlaties tussen β -caseïne en melkopbrengst en lactosegehalte (Tabel 3) doen vermoeden dat enzymatische afbraak (door proteases) een belangrijke oorzaak is van lage β -caseïne gehaltenes in melkeiwit. Een minder herstelde barrière tussen bloed en melk kan leiden tot verhoogde migratie van cellen naar melk en verhoogde activiteit van proteases in melk (Stelwagen et al., 1994). De negatieve correlatie tussen β -caseïne en β -lactoglobuline was al eerder gevonden in melk van mid-lactatiekoeien (Schopen et al., 2009). Verschillen tussen koeien met een droogstand van 30 en 60 dagen waren na 12 weken in lactatie niet meer aanwezig (beide groepen 32,5%).

Tabel 3. Relaties van β -caseïne gehaltenes in melkeiwit met melkproductie, celgetal, lactosegehalte en β -lactoglobulinegehalte.

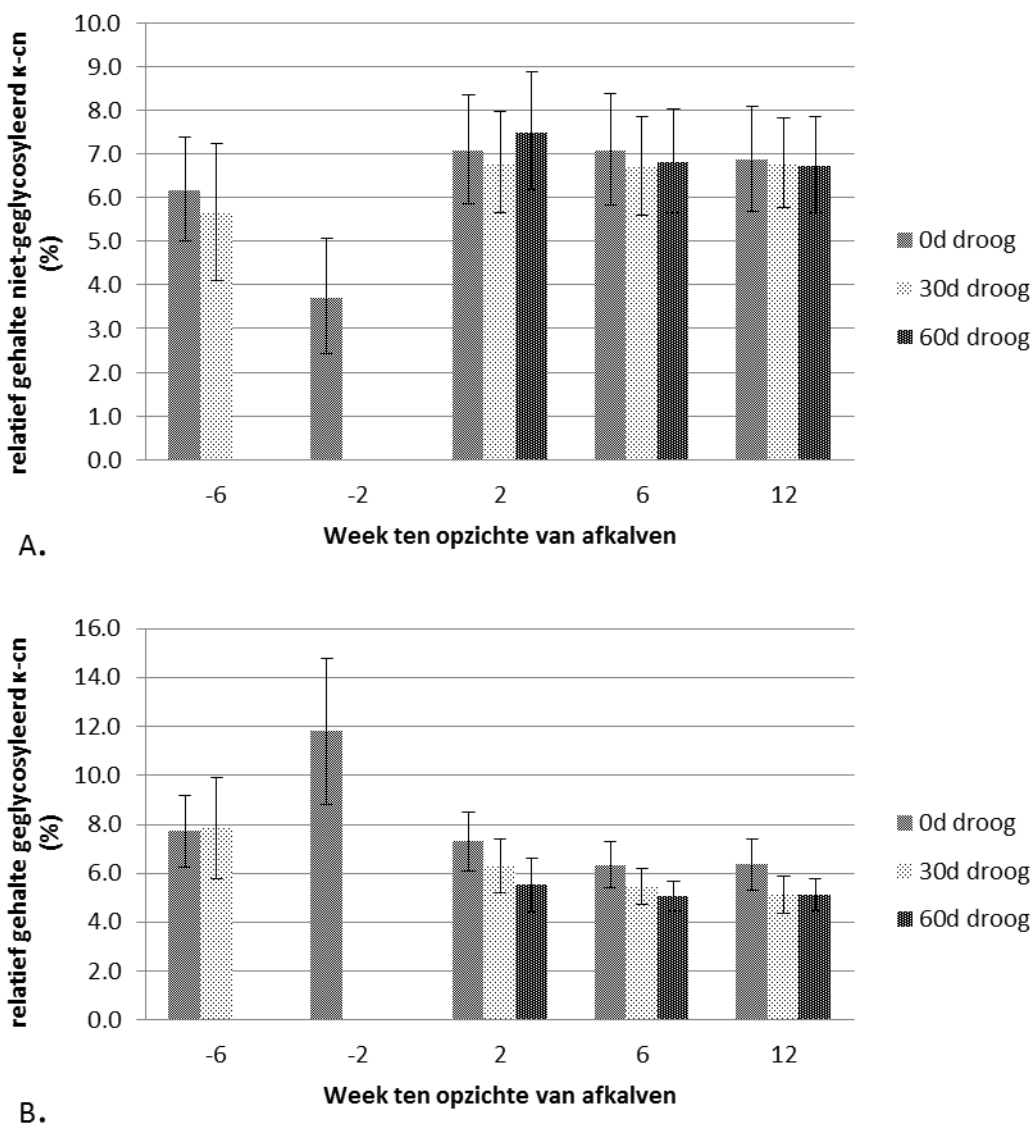
Variabele	Regressiefactor	Standaard Fout	Pr > |t|
Melkproductie	0,16	0,031	<0,01
Celgetal	-0,0016	0,00033	<0,01
Lactose %	6,65	1,100	<0,01
β -lg	-0,97	0,084	<0,01

Proteases die verantwoordelijk zijn voor afbraak van β -caseïne zijn hittestabiel en kunnen gedurende opslag voor verdere eiwitafbraak zorgen. Daarom kan verhoogde caseïne-afbraak van belang zijn voor melkproducten die langere tijd bewaard worden, zoals ultra-high-temperature (UHT) melk of kaas. Tijdens het rijpen van kaas is proteaseactiviteit, normaalgesproken voornamelijk veroorzaakt door starterbacteriën, een gewenst proces om structuur en smaak te bevorderen. Overmatige afbraak van caseïnes door melk-eigen proteases kan leiden tot smaak- of textuurafwijkingen van de kaas.

De voornaamste verandering in late lactatiemelk is gevonden in de verschillende vormen van κ -caseïne (Figuur 1). Twee weken voor afkalven is het relatieve gehalte geglycosyleerd κ -caseïne het dubbele van het gehalte in mid-lactatie. Dit gaat gepaard met een afname in niet-geglycosyleerd κ -caseïne. In eerder werk werd een toename in κ -caseïne glycosylering gerelateerd aan het aantal aan dagen in lactatie (Bonfatti et al. 2014, Robitaille et al. 1991). Uit de huidige resultaten lijkt de verandering in glycosylering vooral een effect van de tijd tot afkalven te zijn. Een mogelijke reden voor deze verandering is dat de productie van colostrum op gang begint te komen. Eiwitten in colostrum, onder andere κ -caseïne, zijn sterk geglycosyleerd (Fiat et al. 1988, Guerin et al. 1974). Variatie tussen individuele koeien in late lactatie blijkt gedeeltelijk door de genetica van de koe te komen; veranderingen in glycosylering zijn sterker voor koeien met κ -caseïne B dan voor koeien met κ -caseïne A.

Na afkalven resulteert niet droogzetten van koeien in verhoogde relatieve concentraties geglycosyleerd κ -caseïne, in vergelijking met een droogstand van 30 of 60 dagen ($p < 0,05$) terwijl er geen verschillen in niet-geglycosyleerd κ -caseïne zijn (Figuur 1). De mate van glycosylering was negatief gecorreleerd met melkgift in koeien zonder droogstand ($p < 0,01$). In eerder werk werd verhoogde glycosylering van eiwitten gerelateerd aan *E. coli* mastitis (Yang et al. 2014) en, in andere celtypes, aan gereguleerde celdood (Chatham et al. 2008). Over een mogelijke relatie tussen κ -caseïne glycosylering en stressfactoren in uierpitheelcellen in koeien is niet gerapporteerd. De huidige resultaten suggereren dat κ -caseïne glycosylering verhoogd is in koeien zonder droogstand vanwege een hoger stressniveau in de epitheelcellen. De oorzaak en aard hiervan kunnen met de huidige studie niet bepaald worden. 12 Weken na afkalven is het gehalte geglycosyleerd κ -caseïne nog steeds verhoogd wanneer koeien geen droogstand hebben gehad (6,3% voor 0d droog koeien, 5,1% voor 60d droog koeien ($p < 0,01$)). Mocht dit verschil in stand

blijven als lactatie vordert dan kan dit gevolgen hebben op bulkniveau met betrekking tot procesbaarheid van de melk, zoals bijvoorbeeld strembaarheid.



Figuur 1. Veranderingen in percentage niet-geglycosyleerd κ -caseïne (A) en geglycosyleerd κ -caseïne (B) in melk van koeien met verschillende droogstandslengtes, gemeten met RP-HPLC.

Conclusie

Weglaten van droogstand resulteert in een sterke toename van geglycosyleerd κ -caseïne en een afname van niet-geglycosyleerd κ -caseïne in prepartum melk. Op bulkniveau betreft dit echter een fractie van de hoeveelheid melk geleverd per producent, omdat enerzijds koeien in deze lactatieweken een lage melkproductie hebben en ook weinig koeien per bedrijf zich in deze lactatieweken bevinden. Als verhoogde geglycosyleerd κ -caseïne-gehalten ook na 12 weken in lactatie aanwezig blijven kunnen ook op bulk-niveau significante verschillen ontstaan. Of deze verandering van κ -caseïne samenstelling invloed kan hebben op de eigenschappen van zuivelproducten gemaakt van deze melk, voornamelijk voor producten met caseïne-gelstructuren als kaas of yoghurt, is niet bekend.

Verlaagde β -caseïnegehaltenes in begin lactatie zullen op bulkniveau weinig bijdragen aan de totale caseïne-compositie, en daarmee zal de invloed op melk en melkproducten klein zijn. Verhoogde enzymatische afbraak van β -caseïne in begin lactatie zou een rol kunnen spelen tijdens langdurig bewaren van melk, bijvoorbeeld UHT-melk of tijdens rijpen van kaas.

Verkorten van droogstand van 60 naar 30 dagen resulteerde in een lichte verlaging van α -caseïne- en een lichte verhoging van β -caseïne-hoeveelheid. In mid-lactatie zijn de verschillen klein, en de verwachting is dat de invloed op de kwaliteit van zuivelproducten klein is. De Zweedse parallelstudie kan de resultaten van de huidige studie versterken, en inzicht geven in de invloed van ras en koe-management op caseïnesamenstelling van melk bij verkorte droogstand.

4 Vruchtbaarheid, mastitis en immuunfunctie koe

4.1 Effect van verkorten of weglaten van de droogstand op de incidentie van klinische en subklinische mastitis

Wientjes, J.G.M.¹, A.T.M. Van Kneysel¹, G.J. Remmelink², B. Kemp¹ & T.J.G.M. Lam^{3,4}

¹ Adaptation Physiology Group, Wageningen University

² Livestock Research, Wageningen University and Researchcentrum

³ GD Animal Health, Deventer

⁴ Department of Farm Animal Health, Utrecht University

Inleiding

Het is bekend dat het management van de koe tijdens de droogstand van essentieel belang is ten aanzien van de uiergezondheid in de daaropvolgende lactatie (Green et al., 2007; Pezeshki et al., 2010). De effecten van verkorten of weglaten van de droogstand op het celgetal in de melk en de incidentie van mastitis zijn echter niet eenduidig. Verkorten van de droogstand (28-35 dagen) had geen effect op het celgetal in de melk (Pezeshki et al., 2007; Santschi et al., 2011a; Watters et al., 2009) of op de incidentie van mastitis (Van Kneysel et al., 2013a), in vergelijking met een conventionele droogstand. De enige twee studies die het effect van weglaten van de droogstand op de incidentie van mastitis hebben gerapporteerd hebben een klein aantal koeien in de studie en laten beide geen effect op mastitis of celgetal zien (Rastani et al., 2005; Schlamberger et al., 2010).

Het doel van deze studie was om de incidentie en persistentie van subklinische mastitis te onderzoeken voor koeien met een droogstand (30 of 60 dagen) of zonder droogstand.

Toepassing in de praktijk?

Tot op heden is de praktijk in Nederland dat koeien een droogstand hebben van 6 tot 8 weken en dat ze bij start van de droogstand worden behandeld met een intra mammair antibiotica. Het is bekend dat dit preventief gebruik van antibiotica tijdens de droogstand de kans op mastitis in de daaropvolgende lactatie verlaagt, maar niet meer is toegestaan. Voor de praktijk is het daarom een essentiële vraag of bij het weglaten van de droogstand, en daarmee ook het weglaten van de antibiotica in de droogstand, de kans op mastitis in de volgende lactatie verhoogd is.

Materiaal en methode

Proefopzet

De melkmonsters zijn genomen bij koeien in het WHYDRY experiment. De materiaal en methode van dit experiment staat uitgebreid beschreven in bijbehorend wetenschappelijk artikel (Van Kneysel et al., 2014a). In het kort, zijn voor dit experiment koeien random verdeeld over zes behandelingen. Behandelingen bestonden uit een van de drie droogstandslengtes (0, 30 of 60 dagen) en een van beide lactatierantsoenen (glucogeen of lipogeen) (zie bijlage). Koeien hadden gedurende twee opeenvolgende lactaties dezelfde behandelingen (in dit rapport: *eerste lactatie* en *tweede lactatie*). De koeien met een droogstand van 30 en 60 dagen zijn drooggezet door ze 7 dagen voor droogzetten het droogstandsrantsoen te voeren en 4 dagen voor droogzetten eenmaal daags te melken. Op de dag van droogzetten zijn de koeien behandeld met een droogzetter met antibiotica (Supermastidol, Virbac Animal Health, Nederland). Koeien zonder droogstand zijn niet behandeld met een intramammair antibioticum. Gedurende het hele experiment is incidentie en behandeling van mastitis vastgelegd. Aan het eind van de eerste lactatie was de melkproductie van een gedeelte van de koeien zonder droogstand niet hoog genoeg waardoor het niet mogelijk was deze koeien nogmaals tot aan afkalven te melken. Deze groep koeien heeft een droogstand

gekregen van ten minste 30 dagen (0→30 dagen) en is drooggezet zonder droogzetter (en dus zonder antibiotica).

Monsterverzameling

Op vaste momenten t.o.v. de verwachte kalfdatum (week -8, -4, +1, +4, +8 en +12) is de aanwezigheid van de meest gangbare mastitisverwekkers in de melk d.m.v. PCR techniek geëvalueerd. Voor week -8, -4 en +1 is gewerkt met kwartiermonsters die al verzameld waren en in de diepvries bewaard zijn. Deze zijn per koe samengevoegd tot koemonsters. Voor week +1, +4, +8 en +12 wordt gewerkt met een monster uit het melkglas. Ook deze zijn al eerder verzameld en bewaard in de diepvries.

Niet van alle 168 koeien zijn kwartiermonsters verzameld. Het verzamelen van kwartiermonsters is gestart toen al een groot aantal koeien gestart was met de eerste lactatie. Tijdens de tweede lactatie zijn er ook minder kwartiermonsters, dan dat er koeien in de proef zaten, verzameld door uitval en het vroeger droog gaan van koeien.

Analyse

I. Tussentijdse evaluatie – overeenkomst tussen kwartiermonsters en melkglasmonsters

Omdat bij de monsters genomen in week +1 zowel kwartiermonsters (gemengd) als melkglasmonsters beschikbaar waren voor het onderzoek, heeft een tussentijdse beoordeling plaatsgevonden (op basis van de analyseresultaten van een deel van de melkmonsters) om de kwaliteit en overeenkomst tussen beide monstertypen te beoordelen.

II. Eindevaluatie kwartiermonsters

Op basis van de tussentijdse evaluatie bleek de overeenkomst in analyseresultaten tussen kwartier- en melkglasmonsters laag. Gezien deze lage overeenkomst tussen kwartier- en melkglasmonsters en de waarschijnlijke rol van contaminatie van niet steriel genomen melkglas monsters, is besloten in het tweede deel van deze analyse alleen met kwartiermonsters (week -8, -4 en +1) te werken.

Resultaten

De belangrijkste resultaten staan in dit rapport samengevat. De rapportage voor de werkgroep ABRES rond geeft een uitgebreid overzicht van de resultaten (Wientjes et al., 2013).

I. Tussentijdse evaluatie – overeenkomst tussen kwartiermonsters en melkglasmonsters

Voor de veel in de uier voorkomende bacteriesoorten is de overeenkomst tussen kwartiermonsters en melkglasmonsters laag (Tabel 1). *C. bovis* werd bijvoorbeeld 11x (25%) aangetoond in kwartiermonsters, terwijl de bijbehorende melkglasmonsters negatief waren. *Enterococcus sp.* (37x; 84%) en *S.dysgalactiae* (7x; 16%) werden juist veelvuldig aangetoond in melkglasmonsters, terwijl de bijbehorende kwartiermonsters negatief waren. De mastitisverwekkers *A.pyogenes/P.indolicus*, *E.coli* en CNS (coagulase negatieve stafylokokken) waren veelvuldig slechts aantoonbaar in ofwel kwartiermonsters ofwel melkglasmonsters.

Tabel 1. Overeenkomst in analyseresultaten tussen kwartiermonsters (K) en melkglasmonsters (M)¹ genomen in week 1 (44 koeien).

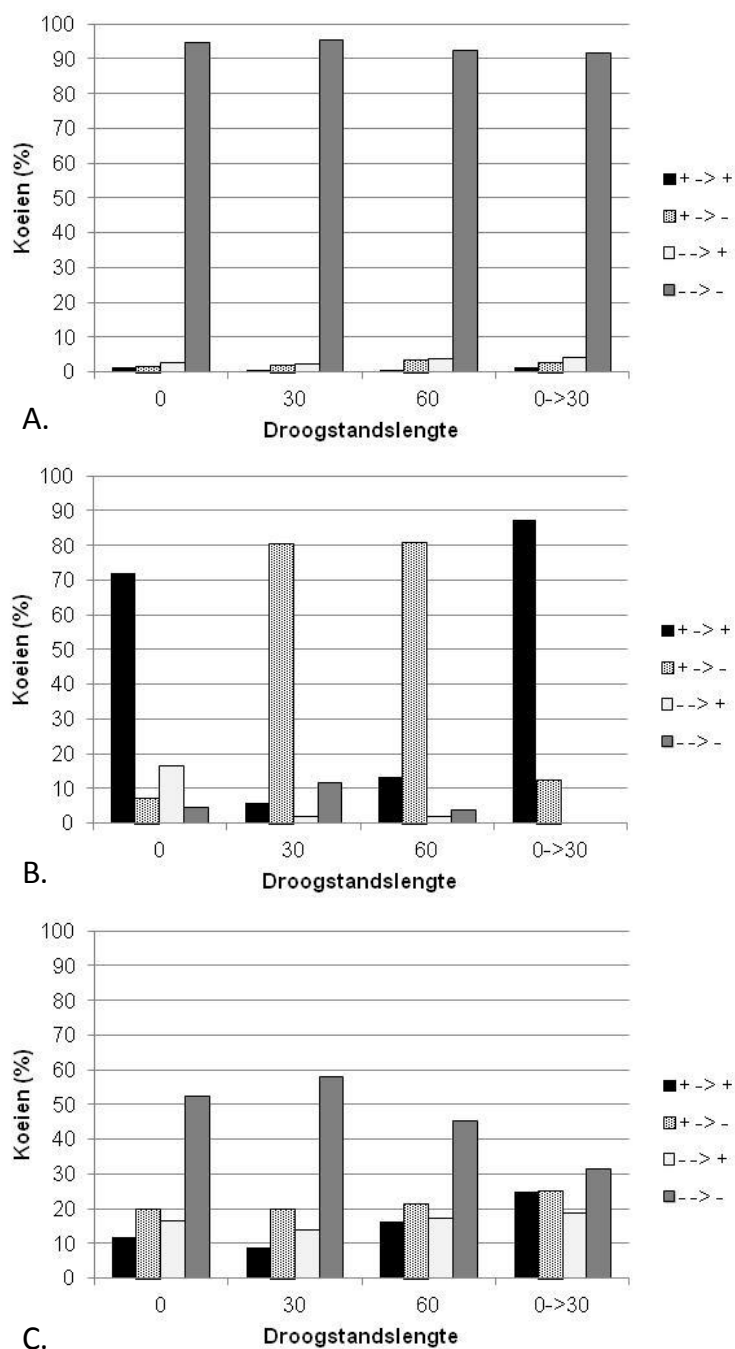
Type mastitisverwekker	K + / M + n (%)	K + / M - n (%)	K - / M + n (%)	K - / M - n (%)
<i>A.pyogenes/P.indolicus</i>	1 (2%)	4 (9%)	5 (12%)	34 (77%)
<i>C.bovis</i>	1 (2%)	11 (25%)	1 (2%)	31 (71%)
<i>E.coli</i>	1 (2%)	3 (7%)	5 (11%)	35 (80%)
<i>Enterococcus sp.</i>	2 (5%)	0 (0%)	37 (84%)	5 (11%)
<i>K.oxytoca/K.pneumoniae</i>	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	44 (100%)
<i>S.agalactiae</i>	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	44 (100%)
<i>S.dysgalactiae</i>	3 (7%)	0 (0%)	7 (16%)	34 (77%)
<i>S.marcescens</i>	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	44 (100%)
<i>S.uberis</i>	1 (2%)	1 (2%)	2 (5%)	40 (91%)
<i>S. aureus</i> , β-lac positief	0 (0%)	0 (0%)	1 (2%)	43 (98%)
<i>S. aureus</i> , β-lac negatief	0 (0%)	0 (0%)	1 (2%)	43 (98%)
CNS, β-lac positief	9 (21%)	8 (18%)	15 (34%)	12 (27%)
CNS, β-lac negatief	3 (7%)	4 (9%)	9 (20%)	28 (64%)

II. Eindevaluatie kwartiermonsters week -8 → week +1

In totaal zijn er van 154 lactaties kwartiermonsters (gemengd tot koemonsters) in week -8 en in week +1 verzameld en geanalyseerd (Figuur 1, Tabel 1). Er was geen verschil tussen droogstandslengtes in het percentage koeien met melk besmet met 'Major pathogens' of CNS voor (week -8) en na (week +1) afkalven. Wel was de aanwezigheid van *C. Bovis* na kalven hoger voor koeien die voor afkalven niet behandeld waren met een droogzetter met antibiotica (0 dagen droog en 0→30 dagen) en koeien die voor afkalven wel behandeld waren met antibiotica (30 en 60 dagen droog).

Klinische mastitis

In totaal waren er 35 incidenties van klinische mastitis in 154 lactaties (24%; 20x eerste lactatie, 15x tweede lactatie) (Tabel 2): 33% van de koeien zonder droogstand, 25% van de koeien met een droogstand van 30 dagen en 15% van de koeien met een droogstand van 60 dagen werden tijdens de droogstand of lactatie behandeld voor mastitis. De 8 koeien met een droogstand van 30 dagen, terwijl zij gepland waren als koe zonder droogstand, zijn niet behandeld voor mastitis.



Figuur 1. Aanwezigheid van *Major pathogens*¹ (A), *C. Bovis* (B) en Coagulase Negatieve Stafylokokken (CNS) (C) in koemonsters in week -8 en week +1 in de eerste (67 koeien) en tweede lactatie (87 koeien). Aantal koeien per droogstandslengte: 0 dagen: n=43; 30 dagen: n= 51; 60 dagen: n=52, gepland zonder droogstand, maar 30 dagen droog: n=8.

¹Major pathogens: *A.pyogenes/P.indolicus*, *E.coli*, *Enterococcus sp.*, *K.oxytoca/K.pneumoniae*, *S.agalactiae*, *S.dysgalactiae*, *S.uberis*, *S. aureus*.

Conclusie

De prevalentie van subklinische mastitis, in week -8 en +1 ten opzichte van de kalfdatum, is laag, met uitzondering van de aanwezigheid van de bacteriesoorten *C. bovis* en CNS. Aanwezigheid van *C. bovis* tijdens lactatie lijkt verhoogd te zijn wanneer de koe voor kalven niet behandeld is met een droogzetter met antibiotica. Dieraantallen zijn te laag om uitspraken te kunnen doen over de incidentie van mastitis.

Tabel 1. Analyseresultaten van koemonsters genomen in week -8 en week +1 van de eerste lactatie (n= 67 koeien, waarvan zonder droogstand (n = 28; 0d), 30 dagen droogstand (n = 24; 30d) en 60 dagen droogstand (n = 15; 60d) en tweede lactatie (n = 87 koeien, waarvan zonder droogstand (n = 15, 0d), 30 dagen droogstand (n = 27; 30d) en 60 dagen droogstand (n = 37; 60d) en gepland als koe zonder droogstand, maar in werkelijkheid 30 dagen droogstand (n=8; 0→30d).

Type bacterie* Wk -8 → Wk +1	1 ^e lactatie				2 ^e lactatie				Totaal			
	+ → +	+ → -	- → +	- → -	+ → +	+ → -	- → +	- → -	+ → +	+ → -	- → +	- → -
Major pathogens# Totaal	3	8	16	576	9	23	26	725	12	31	42	1301
0d	3	4	6	239	2	2	4	122	5	6	10	361
30d	0	2	4	210	3	6	7	227	3	8	11	437
60d	0	2	6	127	3	13	12	305	3	15	18	432
0→30d					1	2	3	71	1	2	3	66
C.bovis Totaal	19	36	5	7	29	51	4	3	48	87	9	10
0d	19	2	5	2	12	1	2	0	31	3	7	2
30d	0	21	0	3	3	20	1	3	3	41	1	6
60d	0	13	0	2	7	29	1	0	7	42	1	2
0→30d					7	1	0	0	7	1	0	0
CNS (β-lac positief en negatief) Totaal	12	17	18	87	28	46	31	69	40	63	49	156
0d	5	8	6	37	5	9	8	8	10	17	14	45
30d	4	5	6	33	5	15	8	26	9	20	14	59
60d	3	4	6	17	14	18	12	30	17	22	18	47
0→30d					4	4	3	5	4	4	3	5

* Het type bacterie *S.marcescens* is ook getest, maar in geen van de monsters positief bevonden;

A.pyogenes/P.indolicus, *E.coli*, *Enterococcus sp.*, *K.oxytoca/K.pneumoniae*, *S.agalactiae*, *S.dysgalactiae*, *S.uberis*, *S. aureus*.

Tabel 2. Aantal gevallen van klinische mastitis in de eerste lactatie (van de 67 koeien, waarvan zonder droogstand (n = 28; 0d), 30 dagen droogstand (n = 24; 30d) en 60 dagen droogstand (n = 15; 60d) en tweede lactatie (van de 87 koeien, waarvan zonder droogstand (n = 15; 0d), 30 dagen droogstand (n = 27; 30d), 60 dagen droogstand (n = 37; 60d) en gepland als koe zonder droogstand, maar in werkelijkheid 30 dagen droogstand (n=8, 0→30d).

Week t.o.v. afkalven	1 ^e lactatie				2 ^e lactatie					Totaal				
	0d	30d	60d	Totaal	0d	30d	60d	0→30d	Totaal	0d	30d	60d	0→30d	Totaal
-10 t/m -6	0	1	1	2¹	1	0	0	0	1³	1	1	1	0	3
-5 t/m -2	1	1	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2
-1 t/m +3	6	3	1	10²	1	3	2	0	6⁴	7	6	3	0	16
+4 t/m +10	3	1	2	6	2	4	2	0	8	5	5	4	0	14
Totaal	10	6	4	20*	4	7	4	0	15[#]	14	13	8	0	35

* In 16 van de 67 koeien, waarbij in 4 koeien (2 x 0d, 1 x 30d, 1 x 60d) tweemaal.

¹ +/- 2 weken rondom kwartiermonster (wk -8); in beide klinische mastitisgevallen waren ook de bijbehorende kwartiermonsters positief voor een of meerdere mastitisverwekkers.

² +/- 2 weken rondom kwartiermonster (wk +1); in 9 van deze 10 klinische mastitisgevallen waren ook de bijbehorende kwartiermonsters positief voor een of meerdere mastitisverwekkers.

[#] In 11 van de 87 koeien, waarbij in 4 koeien (2 x 30d, 2 x 60d) tweemaal.

³ +/- 2 weken rondom kwartiermonster (wk -8); het bijbehorende kwartiermonster was ook positief voor meerdere mastitisverwekkers.

⁴ +/- 2 weken rondom kwartiermonster (wk +1); in al deze klinische mastitisgevallen waren ook de bijbehorende kwartiermonsters positief voor een of meerdere mastitisverwekkers.

4.2 Effect van droogstandslengte en energiesoort in het rantsoen op de vruchtbaarheid bij melkvee

Chen, J.¹, J.G.M. Wientjes¹, A.T.M. Van Knegsel¹, G.J. Remmelink², N.M. Soede¹ & B. Kemp¹

¹ Adaptation Physiology Group, Wageningen University

² Livestock Research, Wageningen University and Researchcentrum

Inleiding

Verkorten of weglaten van de droogstand resulteert in een betere energiebalans en metabole gezondheid van de koe in volgende lactatie (De Feu et al., 2009; Rastani et al., 2005). Een betere energiebalans kan verwacht worden dat deze ook resulteert in een verbetering van de vruchtbaarheid. Inderdaad is aangetoond dat het weglaten van de droogstand het interval tussen afkalven en eerste ovulatie verkort (Gumen et al., 2005). Verkorten van de droogstand had echter geen effect op het bevruchtingspercentage na eerste inseminatie, aantal inseminaties per bevruchting, drachtigheidspercentage, of aantal open dagen, zoals eerder samengevat in een review (Van Knegsel et al., 2013).

Naast het verkorten van de droogstand is ook bekend dat een glucogeen rantsoen, in vergelijking met een lipogeen rantsoen, de energiebalans van melkvee kan verbeteren wat resulteert in minder dagen na afkalven tot eerste ovulatie (Van Knegsel et al., 2007b).

Het doel van deze studie was om het effect te bepalen van droogstandslengte (0, 30 of 60 dagen droog) en energiesoort in het rantsoen (glucogeen of lipogeen) op de vruchtbaarheid van melkvee gedurende twee opeenvolgende lactaties.

Toepassing in de praktijk?

De verwachting is dat koeien die gezonder zijn en een betere energiebalans hebben in begin lactatie eerder weer cyclisch zijn en daarmee eerder geïnsemineerd kunnen worden, wat de tussenkalftijd kan verkorten. Dit heeft mogelijk implicaties voor de inseminatiestrategie.

Materiaal en methode

De materiaal en methode is vergelijkbaar met de eerste lactatie in het experiment en is daarvoor beschreven in Hoofdstuk 3.1 en het wetenschappelijk artikel (Van Knegsel et al., 2014a). In het kort, Holstein-Friesian melkkoeien (N=168) zijn geselecteerd op het proefbedrijf van de Dairy Campus in Lelystad (WUR Livestock Research). Koeien zijn geblokt voor pariteit, verwachte kalfdatum, melkproductie in de voorgaande lactatie en lichaamsconditiescore (BCS) en random verdeeld over behandelingen. Behandelingen bestonden uit een van de drie droogstandslengtes (0, 30 of 60 dagen) en een van beide lactatierantsoenen (glucogeen of lipogeen) (zie bijlage), resulterend in een 3 × 2 factoriële proefopzet. Deze behandelingen zijn gedurende twee opeenvolgende lactaties opgelegd. De koeien met een droogstand van 30 en 60 dagen zijn drooggezet door ze 7 dagen voor droogzetten het droogstandsrantsoen te voeren en 4 dagen voor droogzetten eenmaal daags te melken. Op de dag van droogzetten zijn de koeien behandeld met een droogzetter met antibiotica (Supermastidol, Virbac Animal Health, Nederland).

Een gedeelte van de koeien met een droogstand van 0 dagen in de eerste lactatie hadden >30 dagen voor kalven voor aanvang van de tweede lactatie een melkproductie <4 kg/d, en zijn daarom voorafgaand aan de tweede lactatie droog gegaan zonder antibiotica. Deze groep koeien wordt in deze studie gezien als een aparte behandelingsgroep (0→30).

Rantsoensamenstelling was voor beide lactaties sterk vergelijkbaar. Voor afkalven kregen koeien met een droogstand een droogstandsrantsoen en koeien die lacteerden een lactatierantsoen. Vanaf tien dagen voor afkalven kregen alle koeien 1 kg/d van de proefkrachtvoerders (glucogeen: hoog aandeel zetmeel; lipogeen: hoog aandeel vezel en vet). Na afkalven (pp.) werd het aandeel proefkrachtvoer in het rantsoen stapsgewijs opgevoerd tot 8.5 kg/d. Ruwvoer verschilde niet tussen proefrantsoenen en werd onbeperkt verstrekt.

Voor het meten van tocht (oestus) en activiteit hadden koeien hadden gedurende de gehele lactatie activiteitsmeters om de hals (Qwes-HR, Lely, Maasland, Nederland). Voor het meten van verschillende kenmerken van de ovariële cyclus, zoals: ovulatie, cycluslengte, lengte van de luteale fase, is het progesterongehalte in de melk bepaald. Hiervoor is van dag 0 tot en met dag 100 ten opzichte van afkalven drie maal per week (maandagmorgen, woensdagmorgen, vrijdagmorgen) een melkmonster genomen (10 ml) en opgeslagen bij -20C. Deze melkmonsters zijn geanalyseerd op progesteronconcentratie met een semi-kwantitatieve kit (Ridgeway Science, United Kingdom)

Resultaten

Van de 168 koeien in de eerste lactatie, heeft 1 koe voor afkalven een verkeerde proefbehandeling gekregen en bleken 35 koeien geen werkende activiteitsmeters te dragen.

Eerste lactatie

Van de 167 koeien die de eerste lactatie zijn gestart, hadden 151 koeien in de eerste 100 dagen na afkalven een ovulatie (Tabel 1). Er was geen verschil tussen droogstandslengtes in aantal dagen na afkalven tot eerste luteale activiteit (ovulatie), lengte van de luteale fase, cycluslengte of aantal dagen na afkalven tot tweede luteale activiteit. Zowel voor de eerste als tweede cyclus na afkalven gold dat de cycluslengte voor koeien met een droogstand van 60 dagen langer was, vergeleken met koeien met een droogstand van 0 of 30 dagen.

Er was geen verschil tussen droogstandslengtes in aantal dagen tot eerste tocht, dagen tot eerste inseminatie, aantal open dagen, bevruchtingspercentage of aantal inseminaties per bevruchting. Drachtigheidspercentage was lager voor koeien zonder droogstand, in vergelijking met koeien met een droogstand van 60 dagen. Dit was opmerkelijk aangezien, koeien zonder droogstand (numeriek) eerder ovuleerden en eerder als tochtig waren opgemerkt, in vergelijking met koeien met een droogstand van 60 dagen.

Koeien op het glucogene rantsoen hadden een kleiner aantal dagen tussen afkalven en eerste tocht en neigden naar een kortere cycluslengte, in vergelijking met koeien op het lipogene rantsoen. Energiesoort in het rantsoen had geen effect op een van de overige gemeten reproductievariabelen.

Tweede lactatie

De 130 koeien die de tweede lactatie van het experiment gekalfd hebben, hadden gemiddeld een tussenkalftijd van 383, 405 en 408 dagen voor koeien met een droogstand van 0, 30 of 60 dagen. Koeien in de 0→30 groep hadden gemiddeld een tussenkalftijd van 410 dagen.

Van de 130 koeien die de tweede lactatie zijn gestart, hadden 96 koeien binnen 100 dagen na afkalven een ovulatie (Tabel 2). Koeien die geen ovulatie hadden in de eerste 100 dagen waren voornamelijk koeien met een droogstand van 30 of 60 dagen (0 dagen: 1x; 0→30 groep: 1x; 30 dagen: 7x; 60 dagen: 12x). Voor de koeien met een ovulatie gold dat er geen verschil was tussen droogstandslengtes in aantal dagen na afkalven tot eerste of tweede luteale activiteit (ovulatie), lengte van de luteale fase of de cycluslengte.

Koeien zonder droogstand en koeien in de 0→30 groep hadden minder dagen na afkalven tot eerste tocht in vergelijking met koeien met een droogstand van 30 of 60 dagen. Er was geen verschil tussen droogstandslengtes in aantal dagen tot eerste inseminatie, aantal open dagen, bevruchtingspercentage, drachtigheidspercentage of aantal inseminaties per bevruchting.

Koeien op het glucogene rantsoen hadden een kleiner aantal dagen tussen afkalven en eerste ovulatie, maar een lager drachtigheidspercentage, in vergelijking met koeien op het lipogene rantsoen.

Conclusie

De verbetering van de energiebalans ten gevolge van het verkorten of weglaten van de droogstand had beperkte effecten op de vruchtbaarheid van de koeien. In de eerste lactatie was de cyclusbijlengte korter en in de tweede lactatie hadden de koeien minder dagen nodig tot eerste tocht. Beide zou kunnen resulteren in een snellere dracht en kortere tussenkalflijd, maar het drachtigheidspercentage voor koeien zonder droogstand was juist lager in vergelijking met koeien met een droogstand van 60 dagen. Tussenkalflijd van koeien zonder droogstand was numeriek wel korter in vergelijking met koeien met een droogstand van 30 of 60 dagen. Verklaringen voor deze tegenstrijdige effecten zouden gerelateerd kunnen zijn aan een effect van droogstandslengte op de embryonale overleving, het lage aantal koeien in de proef, en het gedeeltelijk niet werken van de activiteitsmeters waardoor mogelijk koeien gemist zijn voor inseminatie.

Tabel 1. Vruchtbaarheid van koeien (n= 161) met een droogstand van 0, 30 of 60 dagen en een hoofdzakelijk glucogeen (G) of lipogeen (L) rantsoen in de eerste lactatie (LSMEANS ± SEM).

	Droogstandslengte ²				Rantsoen ²			P-waarden		
	0	30	60	SEM	G	L	SEM	Droogstand	Rantsoen	Pariteit
Reproductiekenmerken										
Dagen tot 1 ^{ste} tocht (n=132)	37,8	40,0	46,3	4,3	35,9	46,8	3,5	0,34	0,03	0,63
Dagen tot 1 ^{ste} inseminatie (n=161)	76,2	80,4	82,6	3,4	77,5	82,0	2,8	0,39	0,26	0,08
Aantal open dagen (n=137)	118,8	128,7	126,4	9,6	120,48	128,76	7,9	0,76	0,46	0,70
Bevruchtingspercentage na 1 ^{ste} inseminatie	33,3 (18/54)	27,5 (14/51)	37,5 (21/56)		31,2 (25/80)	34,6 (28/81)		0,65	0,63	0,42
Bevruchtingspercentage na 2 ^{de} inseminatie	25,0 (9/36)	29,7 (11/37)	40,0 (14/35)		36,4 (20/55)	26,4 (14/53)		0,44	0,21	0,54
Dracht op 150 DIM (%)	59,3 (32/54)	56,9 (29/51)	69,6 (39/56)		62,5 (50/80)	61,7 (50/81)		0,37	0,89	0,69
Dracht (%)	75,4 ^a (41/54)	86,3 ^{a,b} (44/51)	94,6 ^b (53/56)		86,3 (69/80)	85,2 (69/81)		0,02	0,64	0,04
Inseminaties per bevruchting	2,12	2,50	2,34	0,26	2,26	2,37	0,21	0,59	0,70	0,11
Melk-progesteronprofielen										
Totaal aantal koeien (n=163) ¹	55	52	56		81	82				
Aantal koeien geovuleerd (n=151) ²	53	46	52		77	74				
Dagen tot 1 ^{ste} luteale activiteit (n=151)	22,7	26,2	27,2	1,8	26,4	24,2	1,5	0,15	0,29	0,52
Lengte luteale fase	18,0	17,8	20,3	1,6	17,3	20,1	1,3	0,43	0,11	0,25
Cycluslengte	24,3 ^{ab}	22,3 ^a	28,7 ^b	1,6	24,2	26,0	1,3	0,02	0,34	0,08
Dagen tot 2 ^{de} luteale activiteit (n=99)	45,9	47,3	49,3	2,2	47,5	47,5	1,8	0,53	0,99	0,19
Cycluslengte	24,0	25,7	29,4	1,6	26,0	26,7	1,3	0,05	0,67	0,12

¹ 4 koeien zijn niet meegenomen in dit aantal, omdat ze uit de proef zijn gehaald voor verschillende (niet-vruchtbaarheids) redenen (1x 0G, 2x 30G, 1x 30L);

² Nog 5 extra koeien zijn geovuleerd, maar pas na behandeling met fertagyl (1x 0G, 2x 30L, 1x 60G, 1x 60L).

Tabel 2. Vruchtbaarheid van koeien (n=117) met een droogstand van 0, 0→30, 30 of 60 dagen en een hoofdzakelijk glucogeen (G) of lipogeen (L) rantsoen in de tweede lactatie (LSMEANS ± SEM).

	Droogstandslengte ²					Rantsoen ²			P-waarden		
	0	0→30	30	60	SEM	G	L	SEM	Droogstand	Rantsoen	Pariteit
Reproductiekenmerken											
Dagen tot 1 ^{ste} tocht (n=94)	53,0	58,2	72,1	91,3	11,1	70,3	67,0	7,6	0,04	0,75	0,13
Dagen tot 1 ^{ste} inseminatie (n=118)	73,8	84,2	91,1	87,9	5,8	80,8	87,8	2,9	0,21	0,19	0,22
Aantal open dagen (n=95)	147,1	148,3	149,7	143,9	14,6	148,4	146,2	9,9	0,98	0,87	0,72
Bevruchtingspercentage na 1 ^{ste} inseminatie	16,7 (3/18)	27,8 (5/18)	27,0 (10/37)	20,0 (9/45)		19,35 (12/62)	26,79 (15/56)		0,70	0,30	0,37
Bevruchtingspercentage na 2 ^{de} inseminatie	13,3 (2/15)	15,4 (2/13)	25,9 (7/27)	27,8 (10/36)		16,0 (8/50)	31,7 (13/51)		0,65	0,13	0,18
Dracht op 150 DIM (%)	44,4 (8/18)	33,3 (6/18)	43,2 (16/37)	48,9 (22/45)		43,6 (27/62)	44,6 (25/56)		0,76	0,94	0,90
Dracht (%)	72,2 (13/18)	77,8 (14/18)	83,8 (31/37)	82,2 (37/45)		72,6 ^a (45/62)	89,3 ^b (50/56)		0,73	0,03	0,62
Inseminaties per bevruchting	3,19	2,67	2,73	3,02	0,41	3,02	2,78	0,28	0,78	0,5	0,8
Melk-progesteronprofielen											
Totaal aantal koeien (n=117) ¹	15	19	36	47		59	58				
Aantal koeien geovuleerd (n=96) ²	14	18	29	35		51	45				
Dagen tot 1 ^{ste} luteale activiteit (n=96)	27,6	24,2	29,2	26,6	2,5	24,0 ^a	29,8 ^b	1,8	0,56	0,02	0,53
Lengte luteale fase	16,8	15,8	16,5	18,5	2,2	15,7	18,0	1,5	0,77	0,26	0,62
Cycluslengte	27,5	25,8	24,8	25,1	2,6	24,1	27,5	1,8	0,88	0,14	0,91
Dagen tot 2 ^{de} luteale activiteit (n=75)	54,4	48,8	54,5	48,9	3,4	48,3 ^a	55,0 ^b	2,3	0,36	0,04	0,55
Cycluslengte	23,3	27,2	23,5	23,2	1,9	24,8	23,7	1,3	0,50	0,53	0,32

¹ 16 koeien zijn niet meegenomen in dit aantal, omdat ze uit de proef zijn gehaald voor verschillende (niet-vruchtbaarheids) redenen (2x 0G, 3x 0L, 5x 30G, 1x 30L, 1x 60G, 4x 60L);

² Nog 11 extra koeien zijn geovuleerd, maar pas na behandeling met fertagyl (1x 0L, 1x 30G, 3x 30L, 2x 60G, 3x 60L, 1x 0→30G).

4.3 Effect van droogstandslengte en energiesoort in het rantsoen op natuurlijke antistoffen in plasma bij melkvee in vroege lactatie

Mayasari, N., W. Rijks, B. Kemp, A.T.M. Van Knegsel & H.K. Parmentier

Adaptation Physiology Group, Wageningen University

Inleiding

Natuurlijke antistoffen (NAB's) zijn antistoffen aanwezig in gezonde individuen zonder dat daarvoor bewust een antigene stimulatie (bv. vaccinatie of infectie) heeft plaatsgevonden (Baumgarth et al., 2005). Natuurlijke antistoffen hebben een functie bij de eerstelijns verdediging, doordat ze een rol hebben bij antigenopname en antigenpresentatie door B-cellen of dendritische cellen (Ochsenbein and Zinkernagel, 2000). Hiermee worden NAB's wel gezien als een specifiek deel van het aangeboren immuunsysteem.

NAB's zijn gericht tegen zowel exogene antigenen als 'eigen-antigenen', deze laatste groep wordt ook wel natuurlijke auto-antistoffen (NAAB's) genoemd (Lutz et al., 2007). Van NAAB's wordt op dit moment gedacht dat zij o.a. een rol hebben bij (preventie van) autoimmuniteit, regulatie van ontstekingsreacties en het opruimen van metabool afval of celproducten zoals hormonen of cytokines.

Bij melkvee zijn NAB's en NAAB's aangetoond in zowel bloed als melk. Natuurlijke antistoffen bij melkvee zijn gerelateerd aan de energiebalans, metabole gezondheid, en uiergezondheid (Van Knegsel et al., 2007c; 2012; Ploegaert et al., 2010). Verhoging of verlaging van NAB of NAAB niveaus zouden dus informatief kunnen zijn voor de afweer van een (lacterende) koe.

Het doel van deze studie was om het effect te bepalen van droogstandslengte (0, 30 of 60 dagen droog) en energiesoort in het rantsoen (glucogeen of lipogeen) op het niveau van natuurlijke antistoffen tegen de exogene antigenen: Keyhole limpet hemocyanin (KLH) en Lipopolysaccharide (LPS), en de 'eigen-antigenen': Glutamaat dehydrogenase (GD) en Koolzuur anhydrase (CA) in bloed van melkvee in vroege lactatie.

Toepassing in de praktijk?

In de praktijk blijkt het lastig om betrouwbare gegevens te verzamelen over de weerstand van melkkoeien. Uit eerdere studies bleek dat natuurlijke antistoffen, gemeten in bloed en melk van koeien, mogelijk informatief ten aanzien van de afweer van melkvee. Bovendien bleek uit deze eerdere studies dat bepaalde natuurlijke antistoffen een relatie hebben met mastitisgevoeligheid, energiebalans, metabole ziekten en rantsoensamenstelling. Dit rapport beschrijft de start van een grotere studie naar de relatie tussen natuurlijke antistoffen en droogstandslengte en gezondheid van melkvee en de status van het immuunsysteem van kalveren.

Materiaal en methode

Materiaal en methode van dit experiment staan uitgebreid beschreven in het wetenschappelijk artikel (Van Knegsel et al., 2014a) en samengevat in Hoofdstuk 3.1. In het kort zijn voor dit experiment koeien (N=168) random verdeeld over zes behandelingen. Behandelingen bestonden uit een van drie droogstandslengtes (0, 30 of 60 dagen) en een van beide lactatierantsoenen (glucogeen of lipogeen) (zie bijlage). Voor afkalven kregen koeien met een droogstand een droogstandsrantsoen verstrekt, koeien die lacteerden kregen een lactatierantsoen.

Van 93 koeien is wekelijks op donderdagmorgen een bloedmonster genomen uit de staartvene vanaf 3 weken voor de verwachte kalfdatum tot en met week 8 na de werkelijke kalfdatum. Bloedmonsters zijn gecentrifugeerd (20 min, 3000 x g) en plasma is opgeslagen (-20°C) voor analyse. Twee weken voor verwachte kalfdatum en in week 2 en 4 na de werkelijke kalfdatum is op donderdagmorgen van 75 koeien een leverbiopt genomen en opgeslagen (-20°C) voor analyse.

Bloedmonsters zijn geanalyseerd op het niveau van antistoffen (zowel voor het IgM als IgG isotype) tegen KLH, LPS, GD en CA, zoals eerder beschreven (Van Knegsel et al., 2007c).

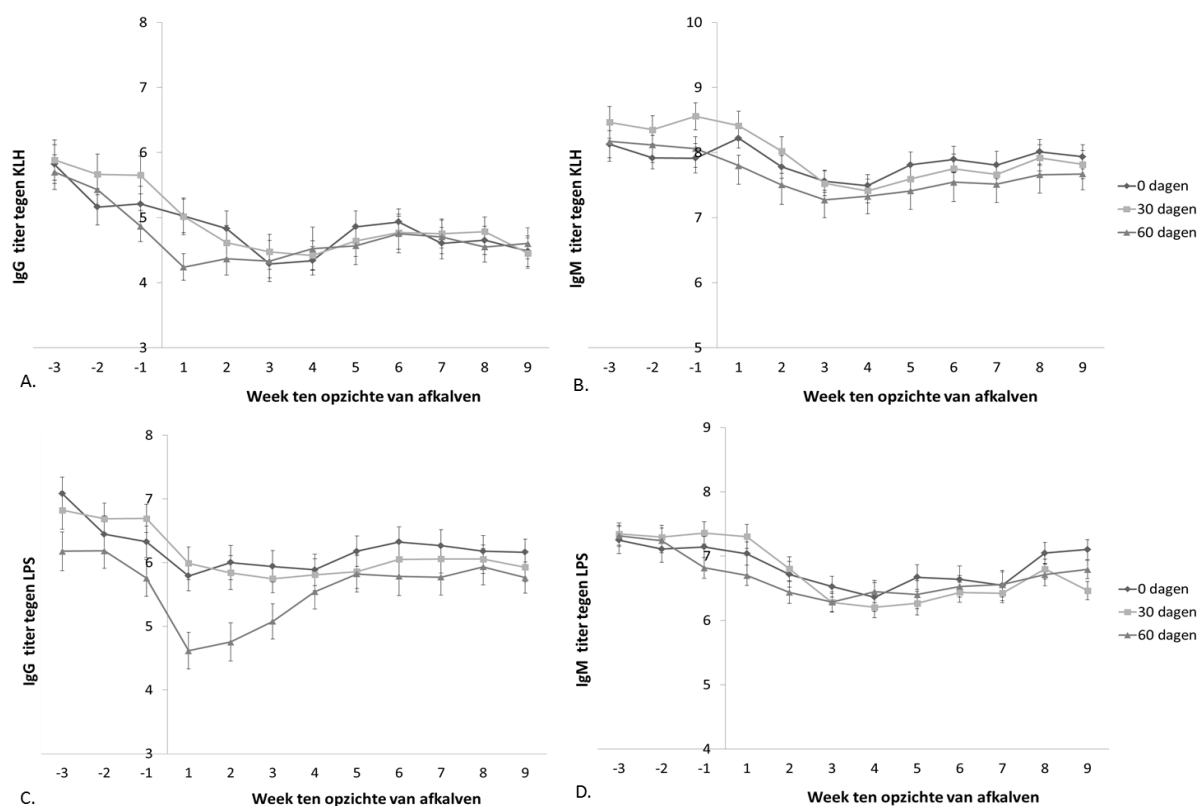
Resultaten

Voor afkalven

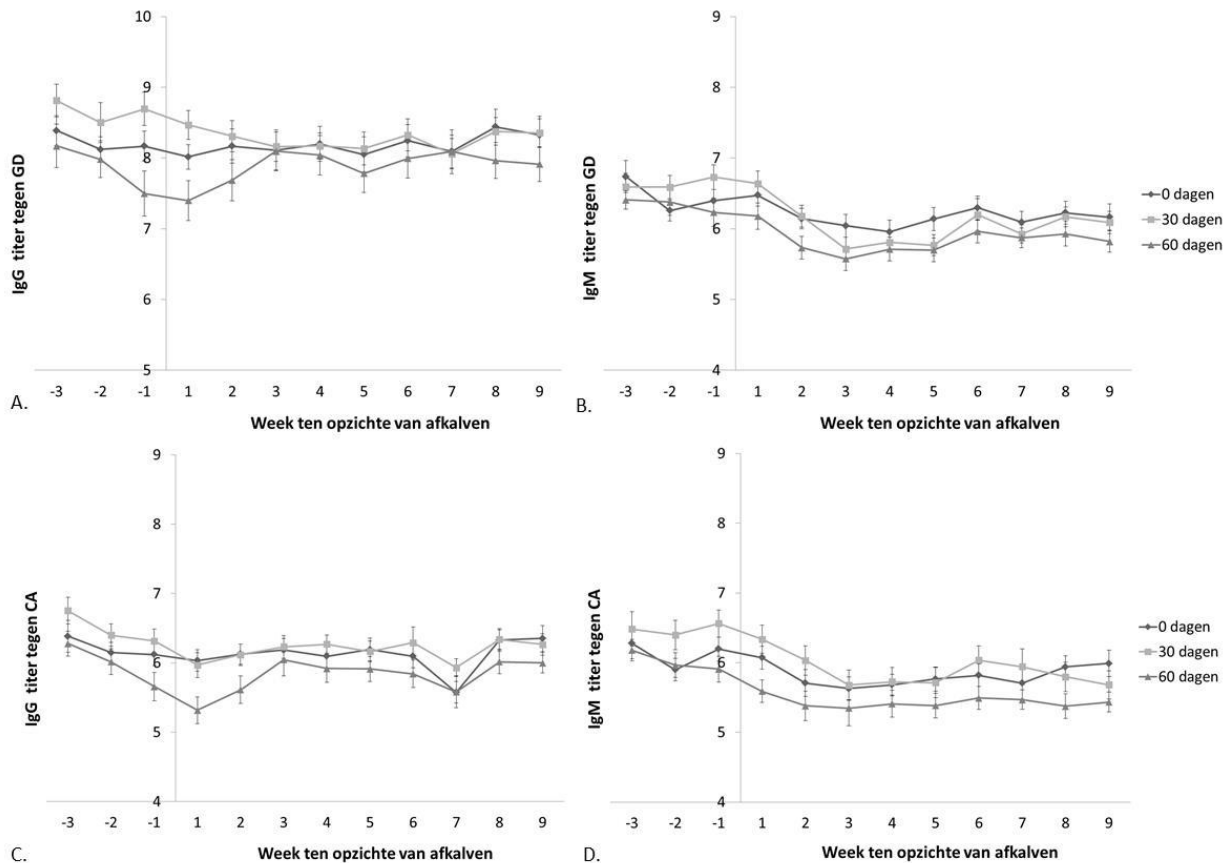
Koeien met een droogstand van 30 dagen hadden in de laatste drie weken voor afkalven hogere niveaus van antistoffen tegen GD (IgG) en neigden naar hogere niveaus van antistoffen tegen KLH (IgM), LPS (IgG) en CA (IgG en IgM), in vergelijking met koeien met een droogstand van 0 of 60 dagen (Tabel 1). In de laatste drie weken voor afkalven daalden de IgG antistofniveaus in plasma tegen KLH en LPS voor alle droogstandslengtes (Figuur 1). Voor zowel GD als CA was er voor afkalven een interactie tussen droogstandslengte en week voor afkalven: vooral voor koeien met een droogstand van 60 dagen was de daling in IgG niveaus sterk (Figuur 2).

Na afkalven

Koeien met een droogstand van 60 dagen hadden na afkalven lagere niveaus van antistoffen tegen LPS (IgG) en CA (IgM) en neigden naar een lager niveau van antistoffen tegen CA (IgG) (Tabel 2). Koeien met een hoofdzakelijk lipogeen rantsoen hadden een hoger niveau van antistoffen tegen GD, in vergelijking met koeien met een glucogeen rantsoen.



Figuur 1. Titer (IgG) tegen Keyhole Limpet Hemocyanin (A); titer (IgM) tegen Keyhole Limpet Hemocyanin (B); titer (IgG) tegen Lipopolysaccharide (C) en titer (IgM) tegen Lipopolysaccharide (D) in plasma van melkkoeien met een droogstand van 0, 30 of 60 dagen.



Figuur 2. Titer (IgG) tegen Glutamaat dehydrogenase (A); titer (IgM) tegen Glutamaat dehydrogenase (B); titer (IgG) tegen Carbonic anhydrase (C) en titer (IgM) tegen Koolzuur anhydrase (D) in plasma van melkkoeien met een droogstand van 0, 30 of 60 dagen.

Conclusie

Patronen van alle NAb en NAAb in het bloed waren karakteristiek voor het lactatiestadium zoals eerder beschreven (Van Knegsel et al., 2007c). Verkorten van de droogstand naar 30 dagen resulteerde in de laatste drie weken voor afkalven in hogere NA(A)b's in het bloed van de koeien. Dit wordt mogelijk veroorzaakt door een ander regeneratiepatroon van uierweefsel voor deze koeien in vergelijking met koeien met een droogstand van 0 of 60 dagen. Na afkalven hadden koeien zonder droogstand hogere NA(A)b's tegen LPS en CA, in vergelijking met koeien met een droogstand van 60 dagen. Dit is mogelijk gerelateerd aan de hogere celgetal niveaus voor koeien zonder droogstand. Het lipogene rantsoen verhoogde het niveau van NAAb's tegen GD, in vergelijking met het glucogene rantsoen. Dit wordt mogelijk verklaard door het hogere vetmetabolisme in de lever van koeien met een lipogeen rantsoen.

Op dit moment wordt de relatie tussen verschillende typen NA(A)b's en uiergezondheid, metabole status van de koe en immunofunctie van het kalf verder onderzocht.

Tabel 1. Natuurlijke antistoffen (IgG en IgM) tegen Keyhole Limpet Hemocyanin (KLH), Lipopolysaccharide (LPS), Glutamaat dehydrogenase (GD) en Koolzuur anhydrase (CA) in bloed van koeien voor afkalven¹ bij een droogstand van 0, 30 of 60 dagen en een hoofdzakelijk glucogeen (G) of lipogeen (L) rantsoen (LSMEANS ± SEM).

	Droogstandslengte ²				Rantsoen ²			P-waarden ³			
	0	30	60	SEM	G	L	SEM	Droogstand	Rantsoen	Pariteit	Week
Koeien, n	31	32	30		46	47					
Natuurlijke antistoffen (NAb)											
IgG tegen KLH	5,30	5,79	5,30	0,25	5,38	5,54	0,21	0,28	0,57	0,94	<0,01
IgM tegen KLH	7,92	8,41	8,14	0,16	8,11	8,21	0,13	0,10	0,63	0,38	0,79
IgG tegen LPS	6,48	6,75	6,01	0,25	6,54	6,29	0,20	0,11	0,38	0,80	0,03
IgM tegen LPS	7,12	7,33	7,20	0,14	7,15	7,28	0,12	0,56	0,41	0,41	0,55
Natuurlijke auto-antistoffen (NAAb)											
IgG tegen GD	8,11 ^{a,b}	8,61 ^a	7,81 ^b	0,18	8,03	8,32	0,18	0,04	0,27	0,44	0,99
IgM tegen GD	6,39	6,61	6,37	0,12	6,35	6,57	0,12	0,46	0,21	0,52	0,26
IgG tegen CA	6,13	6,49	5,95	0,15	6,20	6,18	0,15	0,11	0,95	0,84	<0,01
IgM tegen CA	6,04	6,49	6,04	0,12	6,24	6,14	0,12	0,05	0,55	0,01	0,01

¹ Week -3, -2 en -1 ten opzichte van afkalven;

² Waarden binnen behandeling (droogstandslengte of rantsoen) in dezelfde rij met verschillende superscripten zijn verschillend ($P < 0.05$);

³ Ook interacties zijn opgenomen in het model: Droogstand×Rantsoen, Droogstand×Pariteit, Droogstand×Week, Rantsoen×Pariteit.

Tabel 2. Natuurlijke antistoffen (IgG en IgM) tegen Keyhole Limpet Hemocyanin (KLH), Lipopolysaccharide (LPS), Glutamaat dehydrogenase (GD) en Koolzuur anhydrase (CA) in bloed van koeien na afkalven¹ bij een droogstand van 0, 30 of 60 dagen en een hoofdzakelijk glucogeen (G) of lipogeen (L) rantsoen (LSMEANS ± SEM).

	Droogstandslengte ²				Rantsoen ²			P-waarden ³			
	0	30	60	SEM	G	L	SEM	Droogstand	Rantsoen	Pariteit	Week
Koeien, n	31	32	30		46	47					
Natuurlijke antistoffen (NAb)											
IgG tegen KLH	4,70	4,73	4,56	0,19	4,64	4,68	0,15	0,79	0,86	0,91	0,02
IgM tegen KLH	7,86	7,83	7,58	0,12	7,78	7,73	0,10	0,21	0,77	0,06	<0,01
IgG tegen LPS	6,10 ^a	5,99 ^{a,b}	5,50 ^b	0,18	5,92	5,81	0,14	0,04	0,58	0,85	0,07
IgM tegen LPS	6,75	6,58	6,59	0,11	6,60	6,68	0,09	0,43	0,51	0,07	<0,01
Natuurlijke auto-antistoffen (NAAb)											
IgG tegen GD	8,30	8,24	7,90	0,18	7,97	8,31	0,15	0,24	0,09	0,50	0,06
IgM tegen GD	6,20	6,07	5,87	0,11	5,91	6,18	0,09	0,12	0,03	0,03	<0,01
IgG tegen CA	6,10	6,22	5,81	0,14	6,07	6,03	0,11	0,10	0,83	0,21	<0,01
IgM tegen CA	5,83 ^{a,b}	5,89 ^a	5,47	0,11	5,70	5,76	0,09	0,03	0,61	0,01	<0,01

¹ Week 1, 2, ... 8 ten opzichte van afkalven;

² Waarden binnen behandeling (droogstandslengte of rantsoen) in dezelfde rij met verschillende superscripten zijn verschillend ($P < 0.05$);

³ Ook interacties zijn opgenomen in het model: Droogstand×Rantsoen, Droogstand×Pariteit, Droogstand×Week, Rantsoen×Pariteit.

5 Biestkwaliteit en kalveren

5.1 Effect van droogstandslengte en energiesoort in het rantsoen van melkvee op de biestkwaliteit en groei en immuunrespons van de kalveren

Mayasari, N.¹, H.K. Parmentier¹, G.J. Rummelink², B. Kemp¹ & A.T.M. Van Knegsel¹

¹ Adaptation Physiology Group, Wageningen University

² Livestock Research, Wageningen University and Researchcentrum

Inleiding

Verschillende studies hebben laten zien dat de concentratie antistoffen (IgG) in de biest vergelijkbaar is voor koeien met een korte droogstand in vergelijking met koeien met een conventionele droogstand (Annen et al., 2004; Rastani et al., 2005; Watters et al., 2008; Klusmeyer et al., 2009). Koeien zonder droogstand hadden, echter, een lagere concentratie antistoffen in de biest in vergelijking met koeien met een conventionele droogstand (Annen et al., 2004; Rastani et al., 2005; Klusmeyer et al., 2009).

Er is weinig onderzoek gedaan naar de gevolgen van het verkorten of weglaten van de droogstand op de groei en gezondheid van de kalveren. Droogstandslengte had in eerdere studies geen effect op de drachtlengte (Santschi et al., 2011) of het geboortegewicht van de kalveren (Rastani et al., 2005; Pezeshki et al., 2008).

Het doel van deze studie was om het effect te bepalen van droogstandslengte (0, 30 of 60 dagen droog) en energiesoort in het rantsoen (glucogeen of lipogeen) bij melkvee op de biestkwaliteit en kalvergezondheid gedurende twee opeenvolgende lactaties.

Toepassing in de praktijk?

Een bekende zorg in de praktijk rondom het verkorten of weglaten van de droogstand is de biestkwaliteit en kalvergezondheid. Deze studie gaat in op de biestkwaliteit en consequenties voor kalvergroei en gezondheid na het verkorten of weglaten van de droogstand.

Materiaal en methode

De materiaal en methode staat uitgebreid beschreven in het wetenschappelijk artikel (Van Knegsel et al., 2014a) en samengevat in Hoofdstuk 3.1. In het kort, zijn voor dit experiment koeien random verdeeld over zes behandelingen. Behandelingen bestonden uit een van de drie droogstandslengtes (0, 30 of 60 dagen) en een van beide lactatierantsoenen (glucogeen of lipogeen) (zie bijlage). Koeien hadden gedurende twee opeenvolgende lactaties dezelfde behandelingen. In beide lactaties werd het glucogene en lipogene rantsoen tot dag 100 in lactatie gevoerd (Van Knegsel et al., 2014a), daarna kregen alle koeien hetzelfde lactatierantsoen verstrekt. Dit lactatierantsoen bestond vanaf dag 100 tot dag 211 uit lactatiebrok, graskuil, maiskuil, stro en een eiwitbron (sojaschroot of raapzaadschroot) in de verhouding 19:42:28:4:8 (DS basis). Na dag 211 bestond het lactatierantsoen uit lactatiebrok, graskuil, maiskuil, stro en een eiwitbron (sojaschroot of raapzaadschroot) in de verhouding 5:74:9:4:8 (DS basis). Er was in beide lactaties geen verschil in rantsoensamenstelling en voerbeschikbaarheid gedurende dag 100 tot en met 305 in lactatie tussen droogstandslengtes.

De kalveren kregen binnen 24 uur na geboorte 4 liter biest van de moeder in 2 gelijke porties verstrekt. Van deze biest werd een monster genomen (10 ml) en opgeslagen (-20°C) voor latere analyse. De vaarskalveren werden gewogen bij geboorte en daarna iedere 2 weken tot 12 weken leeftijd. Bloedmonsters van de vaarskalveren werden genomen in week 0, 1, 2, 4, 6, 7, 8, 10, 11

en 12 na geboorte. In week 6 en 10 na geboorte zijn de vaarskalveren subcutaan geïmmuniseerd met Keyhole Limpet Hemocyanin (KLH) (2 mg) en Humaan Serum Albumine (HuSA), met als doel een primaire en secundaire immuunrespons op te wekken.

Totale concentratie van IgG en IgM in biest werden bepaald met behulp van een ELISA (Bethyl Laboratories Inc., Montgomery, TX, USA). Antistoffen tegen KLH en HuSA werden in het bloed van de kalveren bepaald door middel van een indirecte ELISA zoals eerder beschreven (Van Knegsel et al., 2007). Tot en met week 6 na geboorte zijn de antistoffen tegen KLH en HuSA in het bloed *natuurlijke antistoffen*, omdat de kalveren tot dit moment niet geïmmuniseerd zijn met KLH of HuSA. Vanaf week 6 zijn de antistoffen tegen KLH en HuSA in het bloed van de kalveren *specifieke antistoffen*, omdat de kalveren op week 6 (en 10) zijn geïmmuniseerd met KLH en HuSA.

Resultaten

In de eerste lactatie zijn er 168 kalveren levend geboren waarvan 71 vaarskalveren en 97 stierkalveren. In de eerste lactatie waren er 3 doodgeboren kalveren (3x 60 dagen droog) en 5 tweelingen. In de tweede lactatie zijn er 126 kalveren levend geboren waarvan 64 vaarskalveren en 62 stierkalveren. In de tweede lactatie waren er 14 doodgeboren kalveren (7x 0 dagen droog, 4x 30 dagen droog groep en 3x 60 dagen droog groep) en 9 tweelingen. Voor de analyse van drachtlengte en geboortegewicht zijn de doodgeboren kalveren en tweelingen niet meegenomen, dat betekent dat in de eerste lactatie 159 kalveren en in de tweede lactatie 112 kalveren meegenomen zijn in deze analyses. Tijdens de eerste 12 weken na geboorte zijn er in de eerste lactatie 3 vaarskalveren (2x 0 dagen droog; 1x 30 dagen droog groep) gestorven en tijdens de tweede lactatie 1 vaarskalf (30 dagen droog-groep).

Biestkwaliteit

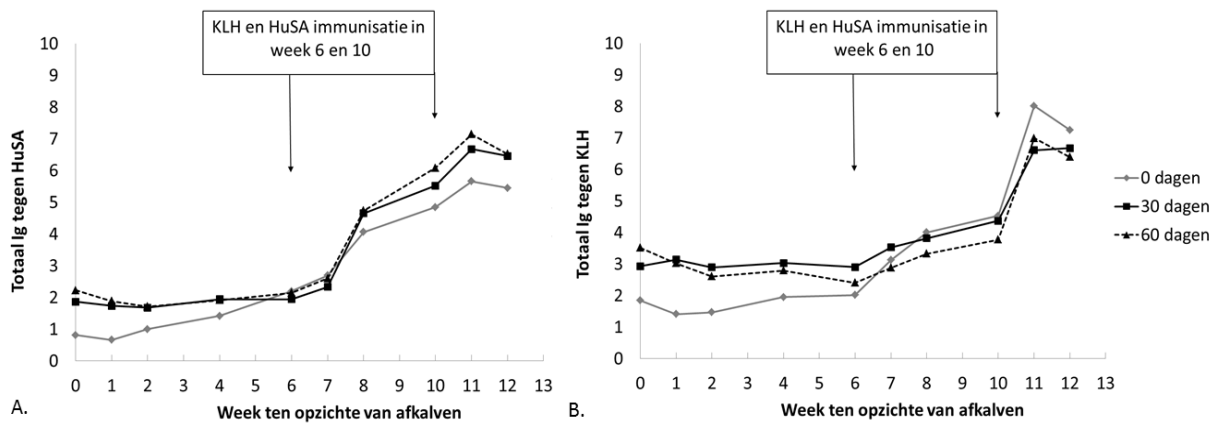
Zowel in de eerste als de tweede lactatie was de concentratie antistoffen van beide isotypes (IgG en IgM) lager voor koeien zonder droogstand, in vergelijking met koeien met een droogstand van 30 of 60 dagen (Tabel 1). Het verkorten van de droogstand naar 30 dagen had geen effect op de concentratie antistoffen in de biest, in vergelijking met een droogstand van 60 dagen.

Drachtlengte, geboortegewicht en groei

In de eerste lactatie hadden koeien zonder droogstand een kortere drachtlengte, in vergelijking met koeien met een droogstand van 30 of 60 dagen (Tabel 2). In de tweede lactatie was er geen verschil in drachtlengte tussen droogstandslengtes. Zowel in de eerste als tweede lactatie was er geen verschil tussen droogstandslengtes in geboortegewicht en groei gedurende de eerste 12 weken. In beide lactaties waren stierkalveren zwaarder bij geboorte dan vaarskalveren (eerste lactatie: $45,7 \pm 0,4$ vs. $42,5 \pm 0,5$ kg; tweede lactatie: $47,7 \pm 0,8$ vs. $43,8 \pm 0,8$ kg).

Antistoffen in bloed van de kalveren

Kalveren waarvan de moeder geen droogstand had gehad, hadden een lagere concentratie natuurlijke antistoffen in het bloed tegen zowel KLH als HuSA gedurende de eerste 6 weken na geboorte, in vergelijking met kalveren waarvan de moeder een droogstand had van 30 of 60 dagen (Tabel 3; Figuur 1). Na immunisatie in week 6 en 10 na geboorte was er geen verschil in concentratie van specifieke antistoffen (tegen KLH en HuSA) tussen kalveren waarvan de moeders een verschillende droogstandslengte hadden.



Figuur 1. Antistoffen (Ig) tegen Humaan Serumalbumine (HuSA) (A) en Keyhole Limpet Hemocyanin (KLH) (B) in bloed van vaarskalveren geboren uit melkkoeien welke een droogstand hadden van 0, 30 of 60 dagen.

Conclusie

Het weglaten van de droogstand resulteert in een lagere concentratie antistoffen in de biest bij afkalven en een lagere concentratie natuurlijke antistoffen in het bloed van de kalveren gedurende de eerste 6 weken na geboorte, in vergelijking met kalveren waarvan de moeder een droogstand had van 30 of 60 dagen. Bij immunisatie van de kalveren in week 6 en 10 na geboorte is er geen verschil in concentratie specifieke antistoffen in het bloed van de kalveren tussen droogstandslengtes. Dit betekent dat ondanks een lagere biestkwaliteit en lagere antistofconcentraties in het bloed gedurende de eerste levensweken, de afweerreactie vanaf 6 weken leeftijd vergelijkbaar is tussen kalveren waarvan de moeders verschillende droogstandslengtes hadden.

Opmerkelijk was dat de lagere biestkwaliteit van koeien zonder droogstand, maar zeer beperkt consequenties had voor de kalveren van deze koeien. De verwachting was dat de lage biestkwaliteit een risico kan zijn voor kalvergezondheid en -groei. Binnen deze studie werden de kalveren echter vanaf dag 2 na geboorte verder opgefokt op een ander bedrijf. Dit was een opfokbedrijf voor enkel kalveren van Dairy Campus Lelystad en heeft daarmee potentieel een bovengemiddelde gezondheidsstatus.

Tabel 1. Antistoffen (IgG en IgM) in biest van koeien welke een droogstand hadden van 0, 30 of 60 dagen na één of twee lactaties (LSMEANS ± SEM).

	Droogstandslengte ¹				Rantsoen ¹			P-waarden ²		
	0	30	60	SEM	G	L	SEM	Droogstand	Rantsoen	Pariteit
Eerste lactatie										
IgG, mg/ml	13,8 ^a	31,9 ^b	33,1 ^b	2,2	27,1	25,4	1,8	<0,01	0,49	0,01
IgM, mg/ml	1,9 ^a	3,7 ^b	3,9 ^b	0,4	3,4	3,0	0,3	<0,01	0,34	0,81
Tweede lactatie										
IgG, mg/ml	13,7 ^a	34,6 ^b	33,1 ^b	3,7	24,1 ^a	30,2 ^b	2,2	<0,01	0,05	0,04
IgM, mg/ml	1,2 ^a	3,3 ^{a,b}	4,0 ^b	0,7	3,0	2,7	0,5	0,03	0,71	0,06

¹ Waarden binnen behandeling (droogstandslengte of rantsoen) in dezelfde rij met verschillende superscripten zijn verschillend ($P < 0.05$);

² Ook interacties zijn opgenomen in het model: Droogstand×Rantsoen, Droogstand×Pariteit, Pariteit×Rantsoen.

Tabel 2. Drachtlengte, geboortegewicht en groei van de kalveren geboren uit melkkoeien welke een droogstand hadden van 0, 30 of 60 dagen na één of twee lactaties (LSMEANS ± SEM).

	N	Droogstandslengte ¹			SEM	Rantsoen ¹		SEM	P-waarden ²			
		0	30	60		G	L		Droogstand	Rantsoen	Pariteit	Geslacht
Eerste lactatie												
Drachtlengte, dgn	159	278 ^a	280 ^b	281 ^b	0,6	279	281	0,5	0,01	0,02	0,09	0,48
Geboortegewicht, kg	159	42,9 ^a	44,8 ^b	44,4 ^{a,b}	0,6	43,6	44,4	0,5	0,04	0,20	0,27	<0,01
Groei ³ , kg/d	63	0,61	0,65	0,66	0,03	0,67	0,61	0,02	0,25	0,09	0,15	nm
Tweede lactatie												
Drachtlengte, dgn	112	281	281	282	1,1	282	280	0,6	0,77	0,21	0,58	0,08
Geboortegewicht, kg	112	46,2	45,8	45,2	1,1	46,2	45,3	0,9	0,81	0,46	0,57	<0,01
Groei ³ , kg/d	52	nm	0,52	0,49	0,03	0,51	0,50	0,04	0,42	0,88	0,76	nm

¹ Waarden binnen behandeling (droogstandslengte of rantsoen) in dezelfde rij met verschillende superscripten zijn verschillend ($P < 0.05$);

² Ook interacties zijn opgenomen in het model: Droogstand×Rantsoen, Droogstand×Pariteit;

³ Groei is gemeten alleen in de vaarskalveren tot week 12 na geboorte;

nm= niet opgenomen in het model.

Tabel 3. Antistoffen (totaal Ig) tegen Humaan Serumalbumine (HuSA) en Keyhole Limpet Hemocyanin (KLH) in bloed van vaarskalveren¹ geboren uit melkkoeien welke een droogstand hadden van 0, 30 of 60 dagen na één of twee lactaties (LSMEANS ± SEM).

	N	Droogstandslengte ²				Rantsoen ²			P-waarden ³			
		0	30	60	SEM	G	L	SEM	Droogstand	Rantsoen	Pariteit	Tijd
<i>Natuurlijke antistoffen, week 1- 6</i>												
Eerste lactatie												
Ig tegen HuSA	63	1,26 ^a	1,87 ^b	2,06 ^b	0,16	1,80	1,40	0,16	0,03	0,44	0,05	<0,01
Ig tegen KLH	63	1,73 ^a	3,05 ^b	2,97 ^b	0,21	2,59	2,58	0,17	<0,01	0,98	0,02	0,02
Tweede lactatie												
Ig tegen HuSA	52	nm	2,02	1,93	0,16	12,00	1,95	0,16	0,69	0,82	0,09	0,04
Ig tegen KLH	52	nm	3,71	3,33	0,24	3,32	3,72	0,24	0,27	0,24	0,80	0,01
<i>Specifieke antistoffen, week 7-10</i>												
Eerste lactatie												
Ig tegen HuSA	63	4,02	4,02	4,63	0,39	4,30	4,15	0,32	0,44	0,75	<0,01	<0,01
Ig tegen KLH	63	3,87	4,01	3,32	0,31	3,86	3,61	0,25	0,24	0,49	0,44	<0,01
Tweede lactatie												
Ig tegen HuSA	52	nm	4,11	3,87	0,35	3,80	4,18	0,35	0,62	0,45	0,51	<0,01
Ig tegen KLH	52	nm	4,65	4,28	0,28	4,19	4,74	0,28	0,35	0,18	0,86	<0,01
<i>Specifieke antistoffen, week 11-12</i>												
Eerste lactatie												
Ig tegen HuSA	63	5,63	6,50	7,04	0,55	6,48	6,30	0,49	0,16	0,79	0,03	<0,01
Ig tegen KLH	63	7,58	6,71	6,60	0,45	7,17	6,75	0,38	0,22	0,44	0,49	<0,01
Tweede lactatie												
Ig tegen HuSA	52	nm	6,08	6,10	0,44	6,18	6,01	0,44	0,98	0,79	0,477	0,02
Ig tegen KLH	52	nm	8,04	8,13	0,33	7,72	8,44	0,33	0,85	0,13	0,57	<0,01

¹ Kalveren zijn op een leeftijd van 6 en 10 weken geïmmuniseerd met HuSA en KLH;

² Waarden binnen behandeling (droogstandslengte of rantsoen) in dezelfde rij met verschillende superscripten zijn verschillend ($P < 0.05$);

³ Ook interacties zijn opgenomen in het model: Droogstand×Rantsoen, Droogstand×Pariteit, Droogstand×Tijd.

5.2 Effect van droogstandslengte van melkvee op de regulering van de biestproductie

Baumrucker, C.R.¹, R.S. Zbinden², H.A. Van Dorland³, G.J. Remmelink⁴, B. Kemp⁵, A.T.M. Van Knegsel⁵ & R.M. Bruckmaier²

¹ Department of Animal Science, Penn State University, USA

² Veterinary Physiology, University of Bern, Switzerland

³ University of Applied Sciences, Zollikofen, Switzerland

⁴ Livestock Research, Wageningen University and Researchcentrum, the Netherlands

⁵ Adaptation Physiology Group, Wageningen University, the Netherlands

Inleiding

In eerdere studies hadden koeien zonder droogstand een lagere concentratie antistoffen in de biest in vergelijking met koeien met een conventionele droogstand (Annen et al., 2004; Rastani et al., 2005; Klusmeyer et al., 2009). Er is eerdere gesuggereerd dat de lagere antistofconcentratie in biest van koeien zonder droogstand wordt veroorzaakt door een groter verdunningseffect door hogere melkproductie bij afkalven (Guy et al., 1994) of biestafigte prepartum tijdens de laatste dagen van de dracht (Annen et al., 2004). Er is tot nu toe geen onderzoek gedaan naar de biestkwaliteit prepartum. Onduidelijk is ook of de hormonale regulering van biestsynthese –en afgifte bij koeien zonder droogstand anders is dan bij koeien met een droogstand.

Het doel van deze studie was om het effect te bepalen van progesteron en prolactine op de concentratie antistoffen in de biest pre- en postpartum van koeien zonder droogstand, in vergelijking met koeien met een droogstand.

Toepassing in de praktijk?

Bekend is dat het weglaten van de droogstand nadelige consequenties kan hebben voor de concentratie antistoffen in de biest. Onbekend is waardoor dit precies veroorzaakt wordt. Het begrijpen van de onderliggende fysiologie voor de verminderde biestkwaliteit kan ook aanwijzingen geven hoe biestkwaliteit bij een systeem zonder droogstand verbeterd kan worden

Materiaal en methode

Deze studie is uitgevoerd binnen het WHYDRY experiment. De materiaal en methode van dit experiment staat beschreven in het wetenschappelijk artikel (Baumrucker et al., 2014). In het kort, zijn voor dit experiment 168 koeien random verdeeld over zes behandelingen. Behandelingen bestonden uit een van de drie droogstandslengtes (0, 30 of 60 dagen). Voor deze studie zijn 20 koeien binnen het grotere experiment intensiever gevolgd. Deze koeien hadden ofwel een droogstand van 0 dagen, ofwel een droogstand van 60 dagen. Voor afkalven, kregen de koeien met een droogstand een droogstandsrantsoen, koeien die lacteerden kregen een lactatierantsoen. Na afkalven kregen alle koeien hetzelfde glucogene lactatierantsoen gevoerd (zie bijlage).

Vanaf 7 dagen voor de verwachte kalfdatum tot en met 3 dagen na de werkelijk kalfdatum werden dagelijks melkmonsters (10 ml, zonder conserveringsmiddel) verzameld, mits de koeien lacteerden. Van twee koeien met een 0 dagen droogstand waren geen prepartum melkmonsters beschikbaar, omdat deze koeien vroeger dan verwacht kalfden.

Vanaf 7 dagen voor de verwachte kalfdatum tot en met 3 dagen na de werkelijk kalfdatum werden dagelijks bloedmonsters (10 ml, EDTA Vacutainer buizen) verzameld van alle koeien.

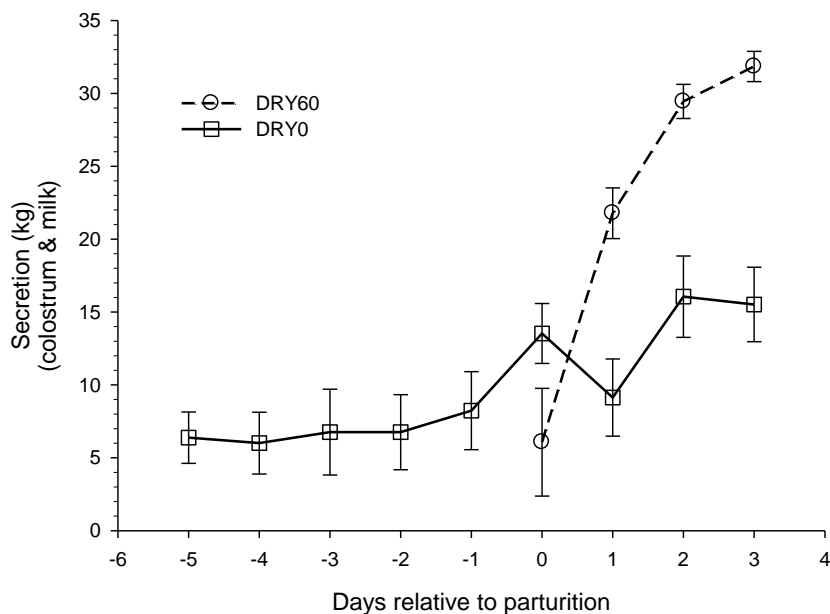
Bloedmonsters werden gecentrifugeerd ($2.500 \times g$, 15 min op 4°C) en opgeslagen voor analyse (-20°C).

Concentratie van IgG in melk werd bepaald met behulp van een ELISA (Bethyl Laboratories Inc., Montgomery, TX, USA), zoals eerder beschreven (Lehmann et al., 2013). Plasma progesteron is geanalyseerd met een RIA (no. IM1188, Beckman Coulter GmbH, Krefeld, Duitsland) en plasma prolactine is geanalyseerd zoals eerder beschreven (Bruckmaier et al., 1992).

Resultaten

Melkproductie

Koeien zonder droogstand produceerden op de dag van afkalven meer melk in vergelijking met koeien met een droogstand ($13,5 \pm 2,0$ vs. $6,1 \pm 3,7$ kg/d) (Figuur 1). Vanaf de dag van afkalven was de toename in melkproductie voor zonder droogstand minder sterk dan voor koeien met een droogstand (dag 2: $21,8 \pm 3,8$ vs. $15,8 \pm 3,8$ kg/d).



Figuur 1. Melkproductie (kg/d) van koeien zonder droogstand (DRY0) in vergelijking met koeien met een droogstand (DRY60) van 5 dagen voor afkalven tot en met 3 dagen na afkalven.

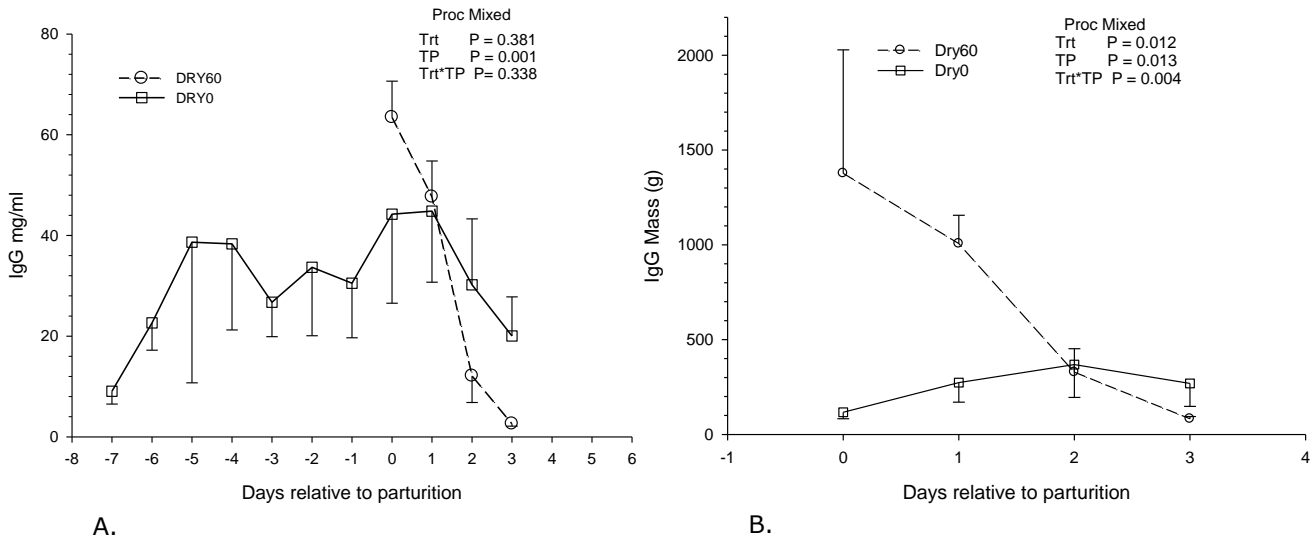
Antistoffen in de melk

Gedurende de laatste 5 dagen voor kalven hadden koeien zonder droogstand een concentratie antistoffen in de melk van gemiddeld $35,4 \pm 6,3$ mg/ml (Figuur 2a). Na afkalven was er geen verschil in concentratie antistoffen in de melk tussen droogstandslengtes. Met name voor koeien zonder droogstand was er een grote variatie tussen koeien in antistofconcentratie in de melk rondom afkalven.

De totale antistofproductie (IgG massa; Figuur 2b) was op de dag van afkalven groter voor koeien met een droogstand, in vergelijking met koeien zonder droogstand. Ook de totale som van antistofproductie na afkalven (dag 0 tot en met 4) was kleiner voor koeien zonder droogstand dan voor koeien met een droogstand (1028 vs. 2793 g). Wanneer echter de antistofproductie voor

afkalven voor koeien zonder droogstand werd meegerekend, was de antistofproductie vergelijkbaar voor koeien zonder droogstand in vergelijking met koeien met een droogstand (2317 vs. 2793 g).

Ongeveer 6 dagen voor afkalven begint de biestproductie bij koeien zonder droogstand. Er was echter een grote range in moment van piekproductie tussen koeien zonder droogstand (dag -4 tot dag 3). De gemiddelde piekproductie verschilde niet tussen droogstandslengtes ($63,7 \pm 42,8$ vs. $66,9 \pm 16,8$ mg/ml).



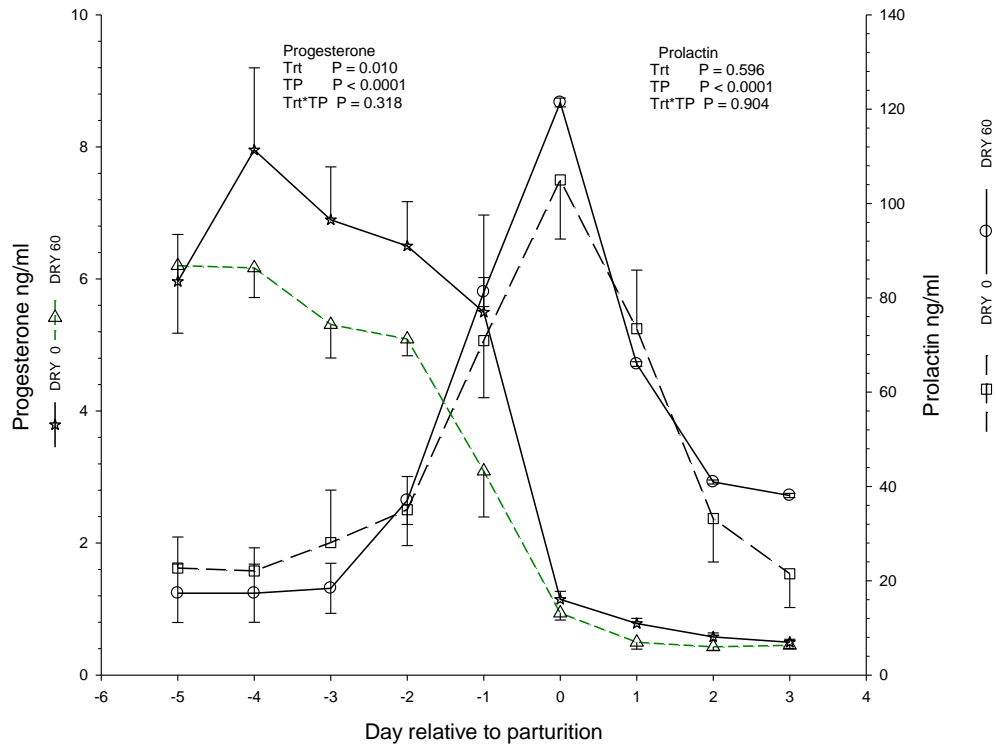
Figuur 2. Antistoffen in de melk (mg/ml) (A) en totale antistofproductie (g/d) van koeien zonder droogstand (DRY0) in vergelijking met koeien met een droogstand (DRY60).

Progesteron en prolactine

Voor afkalven was de concentratie progesteron in plasma van koeien met een droogstand hoger dan voor koeien zonder droogstand (Figuur 3). Op de dag van afkalven en daarna was dit verschil verdwenen. Zowel voor als na afkalven was er geen verschil in prolactine tussen droogstandslengtes.

Conclusie

Het weglaten van de droogstand resulteert in een lagere concentratie antistoffen in de biest op de dag van afkalven. De totale productie antistoffen in periode rond afkalven was echter vergelijkbaar tussen koeien met en zonder droogstand, wat betekent dat het proces van biestsynthese niet beïnvloed wordt door het weglaten van de droogstand. Wel was er een grote variatie tussen koeien zonder droogstand voor wat betreft de antistofconcentratie in de melk en het moment van piek-antistofproductie. Deze variatie tussen koeien en de verschillen tussen droogstandslengte werd niet verklaard door verschillen in concentratie prolactine of progesteron in plasma.



Figuur 3. Progesteron en prolactine in plasma van koeien zonder droogstand (DRY0) in vergelijking met koeien met een droogstand (DRY60) van 5 dagen voor afkalven tot en met 3 dagen na afkalven.

6 Pensfunctie

6.1 Effect van droogstandslengte op de pensgezondheid bij melkvee in de periode rond afkalven

Goselink, R.M.A.¹, G.J. Remmelink¹ & A.T.M. Van Knegsel²

¹ Livestock Research, Wageningen University and Researchcentrum

² Adaptation Physiology Group, Wageningen University

Inleiding

De transitieperiode is een periode waarin grote veranderingen plaatsvinden voor de melkkoe. Na afkalven moet de koe zich snel aanpassen aan een hoge energievraag door de snel stijgende melkproductie. Het weglaten of verkorten van de droogstand van melkvee resulteert in een verbetering van de gezondheid, met name dankzij een betere energiebalans van de koe bij het weglaten of verkorten van de droogstand (de Feu et al., 2009; Rastani et al., 2005; Van Knegsel et al., 2013). Om gezondheidsproblemen te voorkomen is niet alleen een goede energiestofwisseling van belang; ook een hoge voeropname en absorptie van nutriënten zijn noodzakelijk. Dit betekent dat de pensflora goed met het rantsoen uit de voeten moet kunnen voor een optimale fermentatie en de penspapillen een groot absorptieoppervlak moeten hebben om de fermentatieproducten snel op te nemen in het bloed. De groei van de penspapillen varieert met het aanbod van vluchtige vetzuren in de pens. Meteen na afkalven zullen sterke veranderingen plaatsvinden, waar de koe in de transitieperiode op voorbereid moet worden voor een optimale lactatiestart (Martens et al., 2012). In het onderdeel "pensgezondheid" van WHYDRY is daarom gekeken naar het effect van droogstandslengte (0, 30 of 60 dagen droog) op de ontwikkeling van de penspapillen in de periode van 8 weken vóór tot 8 weken na afkalven.

Toepassing in de praktijk?

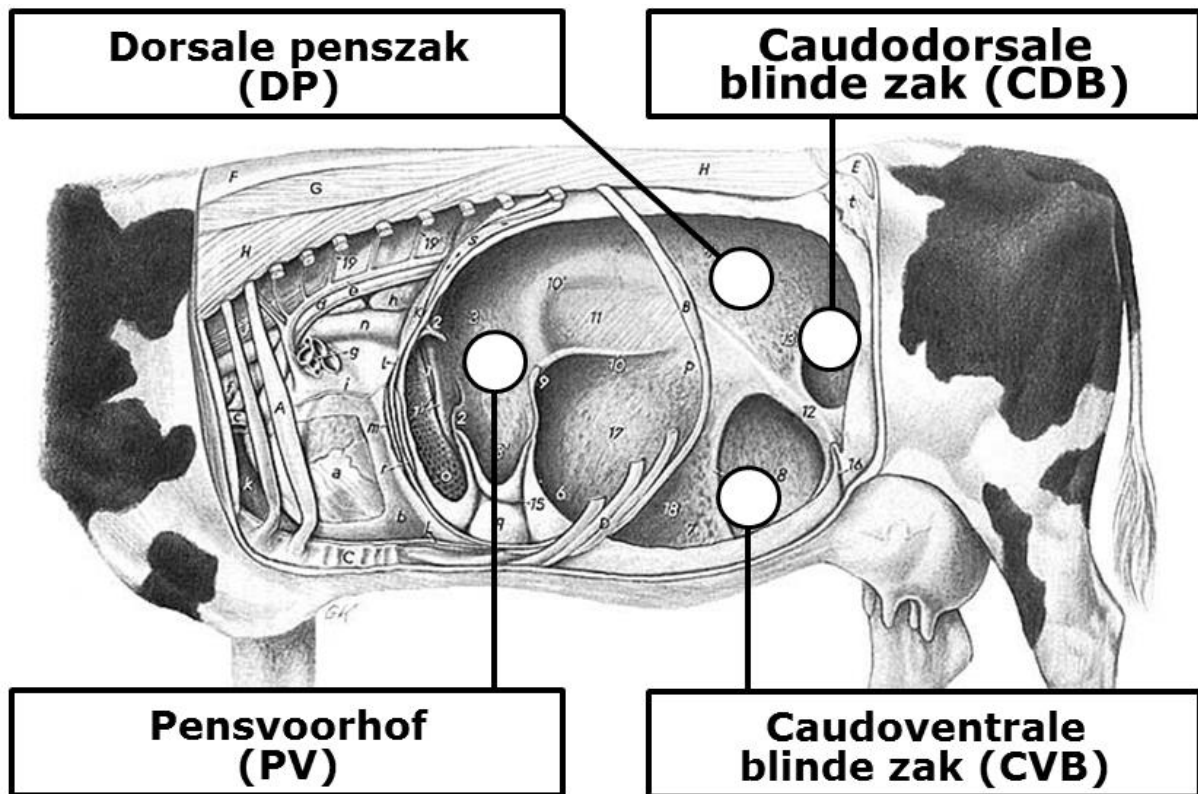
De toepassing van een managementsysteem zonder of met een verkorte droogstand zal effect hebben op melkproductie, gezondheid en vruchtbaarheid; en vereist mogelijk aanpassingen in huisvesting en voerstrategie. Inzicht in de gevolgen van het weglaten van de droogstand, en daarbij ook het weglaten van het droogstandsrantsoen, op de pensfysiologie rondom afkalven kan toegepast worden bij het formuleren van rantsoenen voor koeien met een verkorte of zonder droogstand.

Materiaal en methode

Voor het onderdeel "pensgezondheid" zijn 12 drachtige pensgefistuleerde dieren gevolgd vanaf ca. 60 dagen voor de verwachte kalfdatum tot 8 weken na de werkelijke kalfdatum. De 12 dieren kalfden allen voor de tweede keer en zijn in 4 blokken ingedeeld, op basis van verwachte kalfdatum en productieniveau in de eerste lactatie. Per blok werden de koeien ad random verdeeld over drie groepen: 0, 30 of 60 dagen droog.

Koeien die droog stonden kregen een droogstandsrantsoen (prepartum), koeien die lacteerden (prepartum en postpartum) kregen een lactatierantsoen gevoerd. Het droogstandsrantsoen was gelijk aan het droogstandsrantsoen in de hoofdproef. Het lactatierantsoen was gelijk aan het glucogene lactatierantsoen dat de koeien in de hoofdproef kregen (zie bijlage). Hier kregen alle dieren vanaf 10 dagen voor de verwachte kalfdatum 1 kg glucogeen krachtvoer via de krachtvoerautomaat. Na afkalven werd deze gift geleidelijk verhoogd van 1 kg tot 8,5 kg per koe per dag op dag 17. Daarnaast werd in de melkstal 1 kg lokbrok verstrekt, zolang de koe gemolken werd. De (chemische) samenstelling van de krachtvoerders en rantsoenen staat beschreven in de wetenschappelijke artikel (Van Knegsel et al., 2014a) en samengevat in Hoofdstuk 3.1.

Dagelijks zijn de individuele voeropname (ruwvoer en krachtvoer) en melkgift geregistreerd. Daarnaast zijn bij ieder dier op 8 momenten waarnemingen gedaan aan de pens: vóór kalven in week -9, -6 en -2; na afkalven rond dag 3, 7, 14, 28 en 56 (+/- 1 dag). Op elk van deze momenten is pensvloeistof afgenomen (tussen 8 en 9 uur 's ochtends) waarna de pens volledig leeggehaald is. In de lege pens zijn op vier vaste plaatsen (DP, PV, CDB, CVB in figuur 1) telkens 5 tot 15 penspapillen afgenomen. De papillen zijn opgemeten (lengte x breedte) en opgeslagen voor histologisch onderzoek. Van de penspapillen die genomen zijn in de caudodorsale blinde zak zijn histologische coupes gemaakt met een haematoxyline en eosine (H&E) kleuring (Odongo et al., 2006).



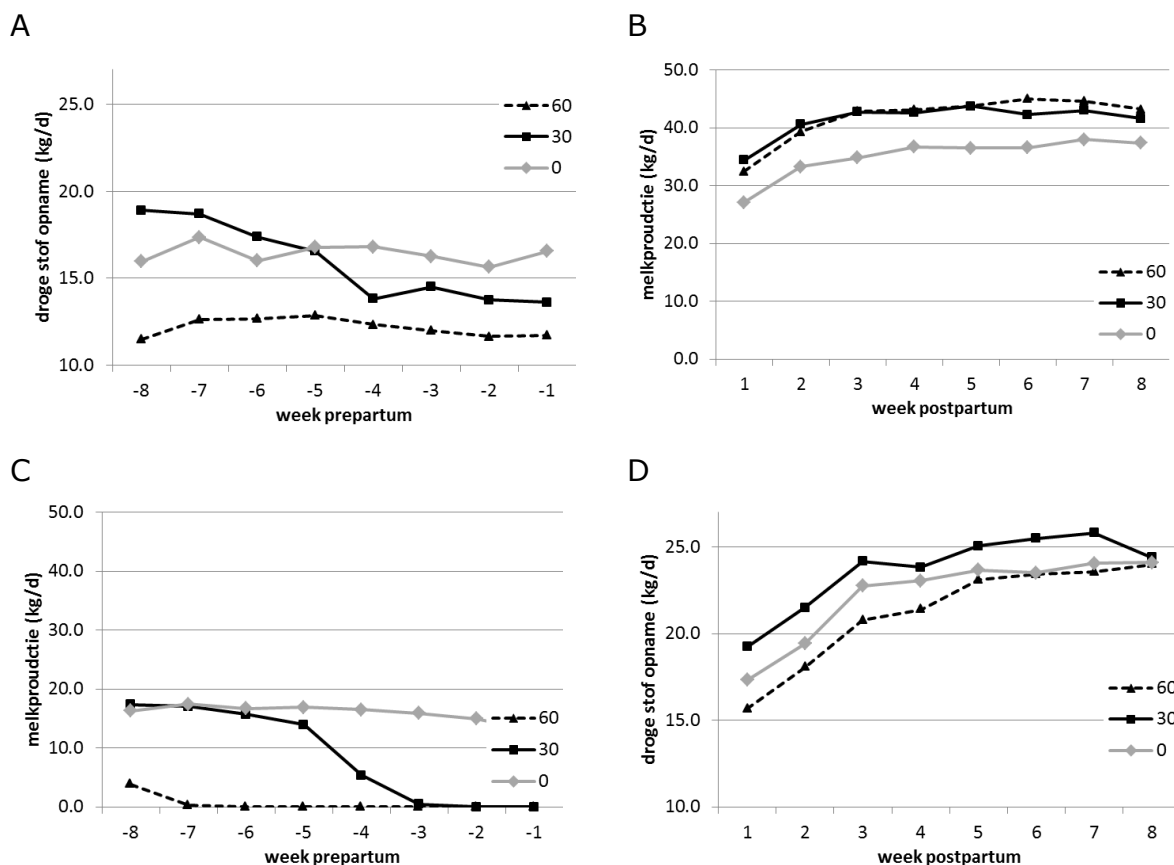
Figuur 1: Locaties waar bipten zijn genomen van de penspapillen op de rechter penswand.

Resultaten

Dit rapport beschrijft de voeropname en melkproductie, pensvloeistof, penspapiloppervlak en histologie van de penspapillen.

Voeropname en melkproductie

Vóór afkalven veroorzaken de behandelingen (0, 30 of 60 dagen droogstand) duidelijke verschillen in de voeropname en melkproductie van de koeien. Na afkalven was de drogestof opname het hoogst voor de dieren met een droogstand van 30 dagen en het laagst voor de dieren met een droogstand van 60 dagen. De gemiddelde melkproductie in de eerste 8 weken na afkalven was lager voor koeien zonder droogstand vergeleken met koeien met een droogstand van 30 of 60 dagen.



Figuur 2. Drogestof opname voor (A) en na afkalven (B) en melkproductie voor (C) en na afkalven (D) van melkkoeien met droogstandslengtes van 0, 30 of 60 dagen.

Tabel 1. Voeropname en melkproductie in laatste 8 weken tot aan kalven en de eerste 8 weken na afkalven na een droogstand van 0, 30 of 60 dagen (LSMEANS ± SEM).

	Droogstandslengte ¹				P-waarden		
	0	30	60	SEM	Droogstand	Tijd ²	D×T
Drogestof opname, kg/d							
<i>voor afkalven</i>	16,4 ^a	15,9 ^a	12,2 ^b	1,2			
<i>na afkalven</i>	22,2 ^{ab}	23,7 ^a	21,2 ^b	0,6	<0,01	<0,01	,09
Melkproductie, kg/d							
<i>voor afkalven</i>	16,0 ^a	8,7 ^b	0,5 ^c	1,8	<0,01	<0,01	0,01
<i>na afkalven</i>	35,1 ^a	41,4 ^b	41,8 ^b	3,1	<0,01	<0,01	,80
FPCM³, kg/d							
<i>voor afkalven</i>	17,8 ^a	10,2 ^b	0,0 ^c	1,8	<0,01	<0,01	0,01
<i>na afkalven</i>	36,1 ^a	42,1 ^b	41,7 ^b	2,8	<0,05	<0,05	,56

¹ Waarden binnen behandeling in dezelfde rij met verschillende superscripten zijn verschillend ($P < 0.05$);

² Week ten opzichte van afkalven;

³ Vet- en eiwit gecorrigeerde melk.

Pensvloeistof

De pH van de pensvloeistof werd niet beïnvloed door de droogstandslengte (Tabel 2). Het betrof hier echter een éénmalige bemonstering tussen 8 en 9 uur; het is niet uitgesloten dat het pH verloop over 24 uur verschilde tussen de drie droogstandslengtes.

De concentraties van de fermentatieproducten azijnzuur, propionzuur en boterzuur (de vluchtige vetzuren) varieerden sterk, zowel tussen dieren als binnen een dier in de tijd. Er was geen effect van droogstandslengte op de concentraties vluchtige vetzuren, met uitzondering van de concentratie propionzuur. Voor afkalven had de groep met een droogstand van 30 dagen gemiddeld een hogere propionzuurconcentratie in de pens dan de beide andere behandelgroepen; na afkalven hadden de groepen met een droogstand van 30 of 60 dagen gemiddeld een hogere propionzuurconcentratie dan de doorgemolken koeien (Tabel 2). Dit verschil na afkalven kan niet verklaard worden door een verschil in opname van glucogene nutriënten: de samenstelling van het ruwvoerrantsoen en krachtvoer was gelijk in de drie behandelgroepen, en de voeropname van de groep zonder droogstand lag tussen de beide groepen met een droogstand (Figuur 1). Mogelijk is de lagere concentratie propionzuur veroorzaakt door een andere samenstelling van de pensflora (minder productie van propionzuur / meer verbruik van glucogene nutriënten) of door een hogere absorptie via de penswand. Ook hier gaat het echter om een éénmalige monstering voor het voeren op de 8 monsterdagen, terwijl het patroon van vluchtige vetzuren net als de pH varieert over de dag.

Tabel 2. Pens pH en concentraties vluchtige vetzuren (VVZ) voor (wk-9, wk-6, wk-2) en na afkalven (d3, d7, d14, d28, d56) na een droogstand van 0, 30 of 60 dagen (LSMEANS ± SEM).

	Droogstandslengte ¹				P-waarden		
	0	30	60	SEM	Droogstand	Tijd ²	D×T
pH pensvloeistof							
voor afkalven	6,58	6,51	6,84	0,15	0,65	<0,05	0,08
na afkalven	6,41	6,28	6,35	0,23	0,63	0,08	0,08
Azijnzuur (mmol/l)							
voor afkalven	64,5	74,1	62,9	4,7	0,19	0,12	0,33
na afkalven	66,6	69,9	70,7	5,3	0,51	0,93	0,30
Propionzuur (mmol/l)							
voor afkalven	18,3 ^a	22,9 ^b	17,3 ^a	1,8	<0,05	<0,05	0,40
na afkalven	21,7 ^a	26,5 ^b	26,4 ^b	3,2	<0,05	0,47	0,61
Boterzuur (mmol/l)							
voor afkalven	13,8	13,3	9,8	1,5	0,12	<0,01	0,06
na afkalven	13,5	13,6	14,3	1,4	0,99	0,33	0,08
Totaal³ (mmol/l)							
voor afkalven	96,6	110,3	90,0	7,4	0,18	<0,05	0,31
na afkalven	101,7	110,0	111,5	8,7	0,39	0,80	0,37

¹ Waarden binnen behandeling in dezelfde rij met verschillende superscripten zijn verschillend ($P < 0.05$);

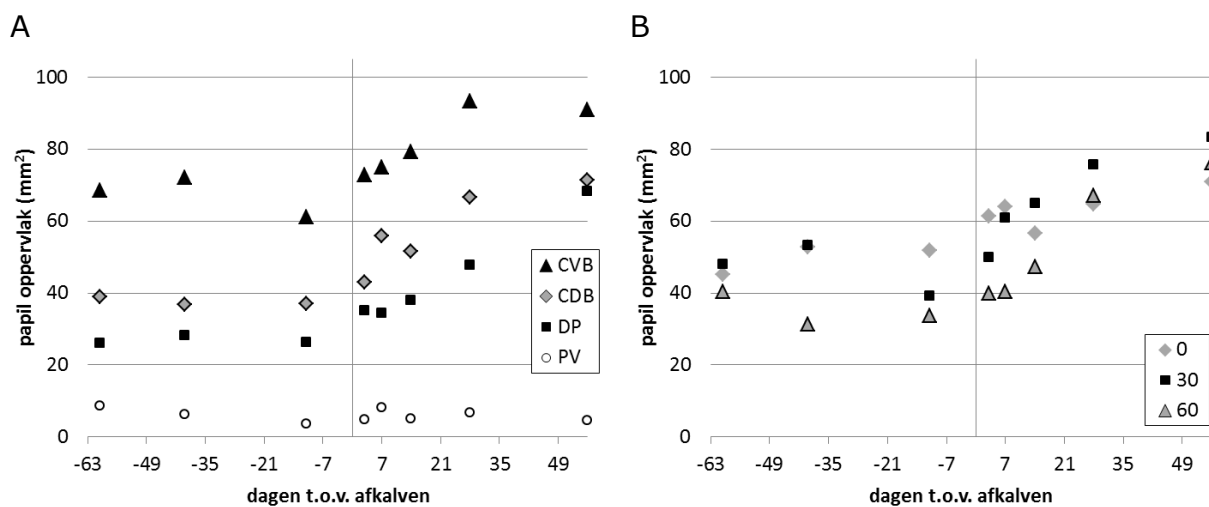
² Week ten opzichte van afkalven;

³ Totaal azijnzuur, propionzuur en boterzuur opgeteld.

Penspapillen: oppervlak

De papillen in de pensvoorhof (PV) waren het kleinst en vertoonden weinig groei of krimp gedurende de transitieperiode. Het oppervlak per papil nam toe van de dorsale penszak (DP) naar de caudodorsale blinde zak (CDB) naar de caudoventrale blinde zak (CVB). Op elk van deze drie locaties vertoonden de papillen een duidelijke groei na afkalven (Figuur 2A; Tabel 3).

Om het effect van droogstandslengte op het papiloppervlak te analyseren zijn de PV papillen buiten beschouwing gelaten aangezien deze geen veranderingen vertoonden in de tijd. Het oppervlak van de DP, CDB en CVB papillen is samen geanalyseerd (Figuur 2B; Tabel 4). Het voeren van een droogstandsrantsoen had een duidelijk effect op het papiloppervlak. Vóór afkalven daalde het oppervlak wanneer er een droogstandsrantsoen werd gevoerd. Na afkalven groeide het papiloppervlak weer snel naar het niveau van de koeien zonder droogstand; voor de koeien met een droogstand van 30 dagen nam het oppervlak in de eerste 2 weken na kalven sneller toe dan voor de koeien met een droogstand van 60 dagen.



Figuur 2. Papiloppervlak op vier verschillende locaties in de pens in de periode rond afkalven (A) en verloop in papiloppervlak op locaties CVB, DCB en DP bij de verschillende droogstandslengtes (0, 30 of 60 dagen) (B).

CVB: caudoventrale blinde zak; CDB: caudodorsale blinde zak; DP: dorsale penszak; PV: pensvoorhof.

Tabel 3. Penspapiloppervlak op vier locaties in de pens in de proefperiode (in mm²)¹

Locatie	Oppervlak		P-waarden		
	<i>gemiddeld</i>	SEM	Droogstand	Tijd ²	D×T
PV: pensvoorhof	6,0	0,9	0,79	0,72	0,82
DP: dorsale penszak	38,2	2,8	0,23	<0,001	<0,05
CDB: caudodorsale blinde zak	50,6	3,4	<0,05	<0,001	0,19
CVB: caudoventrale blinde zak	76,9	3,4	0,17	<0,001	0,25

¹ Week -9 tot en met 8 ten opzichte van afkalven;

² Verloop in de tijd tussen bemonsteringen.

Tabel 4. Penspapiloppervlak gedurende de gehele proefperiode en in de eerste twee weken na afkalven

	Droogstandslengte ¹			SEM	P-waarden		
	0	30	60		Droogstand	Tijd ²	D×T
Papiloppervlak (mm²)							
Gehele periode ³	58,4 ^a	59,4 ^a	47,0 ^b	6,2	<0,05	<0,001	<0,001
Twee weken na kalven ⁴	60,6	58,6	42,6	7,1	0,06	0,21	0,11

¹ Waarden binnen behandeling in dezelfde rij met verschillende superscripten zijn verschillend ($P < 0.05$);

² Verloop in de tijd tussen bemonsteringen;

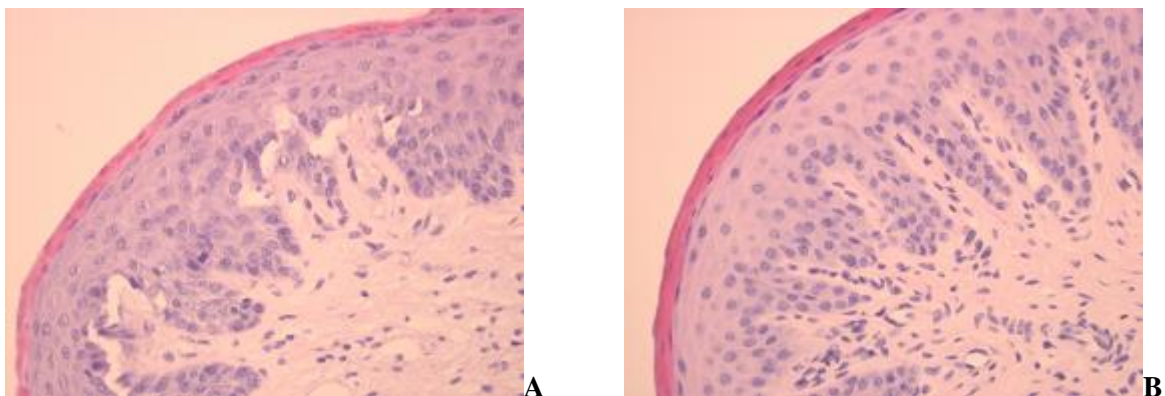
³ Bemonstering week -9, week -6, week -2, dag 3, dag 7, dag 14, dag 28, dag 56 t.o.v. afkalven;

⁴ Bemonstering dag 3, dag 7, dag 14 t.o.v. afkalven.

Penspapillen: histologie

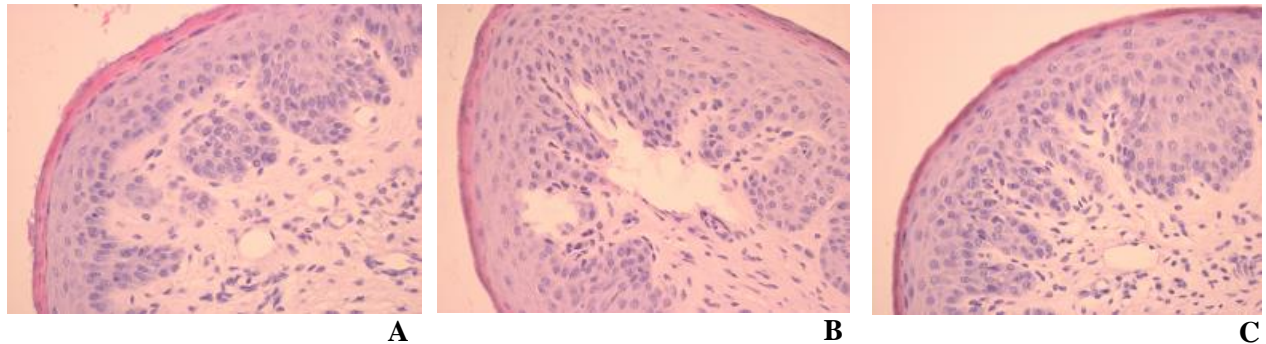
Na de H&E kleuring zijn de onderliggende lagen die samen het epitheel van de penspapil vormen goed terug te vinden (Figuur 3). Het lichte gedeelte is de *lamina propria*, het bindweefsel dat de papil stevigheid geeft. Daaromheen bevindt zich het epitheel waarin drie lagen te onderscheiden zijn: het *stratum basale* verbonden met de *lamina propria*, waar de cellen zich delen om daarna naar de buitenzijde te migreren; het *stratum spinosum* waar de cellen zich verder ontwikkelen; en het *stratum granulosum* waarin de cellen keratine produceren, zichtbaar in bolletjes (granula) in de cel. Tussen het *stratum spinosum* en het *stratum granulosum* is geen duidelijke grens aan te geven, deze lagen gaan geleidelijk in elkaar over. Aan de oppervlakte bevindt zich het *stratum corneum* met dode stevige cellen met veel keratine (zonder kern), vergelijkbaar aan het oppervlak van de huid.

De histologie van de penspapillen blijkt de groeieresultaten van de penspapillen te bevestigen. Vóór afkalven is de overgang naar een droogstandsrantsoen terug te vinden. Koeien zonder droogstand (0 dagen droog) houden een actieve *stratum basale* waarin soms delingen te zien zijn, en een actieve keratineproductie in het *stratum granulosum* (Figuur 3A). Bij koeien die op dat moment op een droogstandsrantsoen staan zien de verschillende cellagen in het pensepitheel er rustiger uit (Figuur 3B). De totale dikte van het epitheel (tot aan de lamina propia) is wat dikker bij dieren met een droogstandsrantsoen. Verschillen zijn echter niet statistisch verschillend; de grote individuele variatie tussen dieren speelt daarbij mogelijk een rol.



Figuur 3. Histologische coupes (H&E kleuring, 400x vergroot) van penspapillen uit de caudodorsale blinde zak bij een dier zonder droogstand (A) en een dier met een droogstand van 60 dagen (B), afgenomen op ca. 2 weken voor afkalven.

Na afkalven is bij alle drie de behandelgroepen een snelle toename van de activiteit van het stratum basale te zien (Figuur 4). Op basis van de histologische coupes is hier geen onderscheid te maken tussen de verschillende behandelgroepen. Ook in de groep met 60 dagen droogstand, waarbij de papillen relatief het langzaamst groeiden, is er net als bij de andere behandelgroepen op 3 dagen na afkalven al een actief stratum basale met veel celdelingen. Er zijn geen opvallende afwijkingen aan het epitheel aangetroffen (zoals ontstekingsreacties of toegenomen keratinisatie door blootstelling aan lage pH).



Figuur 4. Histologische coupes (H&E kleuring, 400x vergroot) van penspapillen uit de caudodorsale blinde zak bij een dier zonder droogstand (A), een dier met een droogstand van 30 dagen (B) en een dier met een droogstand van 60 dagen, afgenomen op 3 dagen na afkalven.

Conclusie

Het weglaten van een droogstand (0 dagen droog) zorgt voor een lagere melkproductie na afkalven, maar het voorkomt een daling in papiloppervlak vóór afkalven die gezien wordt bij de omschakeling van een lactatie- naar een droogstandsrantsoen. Ook illustreren de histologische coupes dat de epitheel laag van de penspapillen voor koeien zonder droogstand actiever blijft met meer celdelingen en keratineproductie. Aangezien een groter papiloppervlak bijdraagt aan een snellere absorptie van fermentatieproducten (vluchtige vetzuren) zullen bij koeien zonder droogstand na afkalven nutriënten in de pens sneller beschikbaar kunnen komen in de bloedbaan. Daarnaast is de pensflora bij dieren zonder droogstand reeds aangepast aan het lactatierantsoen, waardoor de pensfermentatie meteen na afkalven stabiel is dan bij dieren met een rantsoenwisseling.

Dieren met een korte droogstand (30 dagen droog) verliezen penspapiloppervlak op het droogstandsrantsoen vóór afkalven, maar zijn na afkalven in staat het papiloppervlak sneller te laten toenemen dan dieren met een lange droogstand (60 dagen droog). Mogelijk verlopen de aanpassingsprocessen in de pens (pensflora, fermentatie en penswand) sneller bij een kortere droogstand, waardoor ook de voeropname sneller kan toenemen. Daarnaast heeft een hogere voeropname ook een hogere productie van vluchtige vetzuren tot gevolg, welke de penspapillen stimuleren tot groei.

In deze deelstudie lijkt een droogstand van 30 dagen het meest optimaal voor hoogproductieve melkkoeien, aangezien zij zonder verlies van melkproductie (zoals bij het weglaten van de droogstand) in staat zijn meteen na afkalven een hoge voeropname en snelle adaptatie van de pens te behalen (in tegenstelling tot dieren met een droogstand van 60 dagen). Daarbij moet echter in acht worden genomen dat het hier om een beperkte proefgroep van 12 tweedekalfs dieren gaat (4 dieren per behandeling). Het is niet uitgesloten dat de resultaten anders zijn bij oudere dieren, bij andere rantsoentypen en bij andere drogestof opnames.

7 Netwerkbedrijven

7.1 Effect van verschillende droogstandlengtes op melkproductie en celgetal in de volgende lactatie op Nederlandse praktijkbedrijven

Steenefeld, W.¹, Y.H. Schukken², A.T.M. Van Knegsel³ & H. Hogeveen¹

¹ Business Economics Group, Wageningen University

² Quality Milk Production Services, Cornell University, NY

³ Adaptation Physiology Group, Wageningen University

Inleiding

Het is bekend dat het weglaten of verkorten van de droogstand van melkvee resulteert in een verlaagde melkproductie. Een droogstandslengte van vier weken resulteert in een productiedaling van 1 tot 13% in vergelijking met een droogstandslengte van acht weken (Annen et al., 2004; Pezeshki et al., 2007). Voor het weglaten van de droogstand zijn productieverliezen tot 24% gerapporteerd (Andersen et al., 2005; Mantovani et al., 2010). Er moeten echter een aantal opmerkingen gemaakt worden bij deze bevindingen. Ten eerste, de meeste studies focussen alleen op een beperkte periode na afkalven (Andersen et al., 2005). Ten tweede, het effect van droogstandslengte op melksamenstelling is niet in alle studies vermeld (Andersen et al., 2005; De Feu et al., 2009). Ten derde, de extra melk die gegeven wordt voor afkalven is maar in een beperkt aantal studies meegenomen (Rastani et al., 2005; Mantovani et al., 2010). Ten slotte, de resultaten zijn verkregen op proefbedrijven waar de koeien random aan een groep met een bepaalde droogstandslengte zijn toegewezen. Het zou kunnen dat er op praktijkbedrijven aanpassingen plaatsvinden, bijvoorbeeld aan het rantsoen, die er voor zorgen dat er minder productieverlies is bij kortere droogstandlengtes.

Het doel van deze studie was om de melkproductie (kg melk, vet en eiwit) en celgetal van koeien op Nederlandse praktijkbedrijven na verschillende droogstandlengtes te evalueren.

Toepassing in de praktijk?

Inzicht in de effecten van verschillende droogstandlengtes op melkproductie en celgetal op praktijkbedrijven kunnen gebruikt worden om een inschatting te maken of gevonden resultaten van proefbedrijven overeen komen met gegevens van praktijkbedrijven. Deze informatie kan gebruikt worden om een beeld te krijgen of het toepassen van verschillende droogstandlengtes interessant is voor praktijkbedrijven.

Materiaal en methode

De materiaal en methode staat uitgebreid beschreven in bijbehorend wetenschappelijk artikel (Steenefeld et al., 2013).

Bedrijven

Eind 2010 vond er een bijeenkomst plaats voor melkveehouders die geïnteresseerd zijn (of al ervaring hebben) in het weglaten of het verkorten van de droogstand. In het voorjaar van 2011 zijn er vijf bedrijven geselecteerd die recent (tussen oktober 2010 en april 2011) zijn overgeschakeld op het weglaten van de droogstand voor alle koeien op het bedrijf (bedrijven A-E). Daarnaast zijn er zes bedrijven geselecteerd die voor elke individuele koe op basis van melkproductie en celgetal het moment van droogzetten bepalen (bedrijven F-K).

Op de bedrijven A-E waren er in de studieperiode 342 koeien zonder droogstand, en van deze koeien zijn alle melkproductie registratie gegevens tot dag 305 in lactatie geselecteerd (2.077 test-dagen). De veehouders van deze bedrijven hebben aangegeven dat er in het jaar voorafgaand aan het toepassen van geen droogstand de koeien een normale droogstandslengte hebben gehad (minimaal 45 dagen), en daarom zijn de lactaties in het jaar voorafgaand aan het toepassen van geen droogstand gedefinieerd als controle lactaties. Totaal zijn er 323 lactaties gedefinieerd als controle lactaties (met 1.717 test-dagen).

Op de bedrijven F-K zijn er in de studieperiode 351 koeien met verschillende droogstandslengtes, en van deze koeien zijn alle melkproductie registratie gegevens tot dag 305 in lactatie geselecteerd (2.482 test-dagen). De koeien zijn ingedeeld in droogstandslengtes van 0-20 dagen, 21-35 dagen en >35 dagen droog. Van alle 351 koeien is er informatie beschikbaar over de vorige lactatie, en deze informatie is gebruikt om kenmerken van de vorige lactatie te definiëren, zoals de 305-dagen melkproductie, aantal dagen in lactatie, en de melk-, vet- en eiwitproductie op de test-dag het dichtst bij 56 dagen voor afkalven.

Statistische analyses

Statistische analyses zijn uitgevoerd om de lactatiecurves (voor melk, vet en eiwit) van koeien met en zonder droogstand te vergelijken (voor bedrijven A-E). De vorm van de curve is gemodelleerd met een Wilmink model, waarbij dag in lactatie en de exponent van de dag in lactatie opgenomen is in het model (Wilmink, 1987). Verder zijn pariteit (2 of ≥ 3), droogstand (geen of normaal), bedrijf (A-E), afkalfseizoen (januari-maart, april-juni, juli-september, oktober-december) opgenomen in het model. De herhaalde waarnemingen van een koe (herhaalde test-dagen binnen een lactatie) en biologisch verklaarbare interactietermen zijn ook meegenomen in het model. Het model is geanalyseerd met een achterwaartse analyse, wat resulteert in een uiteindelijk model met alleen variabelen met een p-waarde ≤ 0.05 . Een vergelijkbaar model is geanalyseerd om het celgetal van koeien met en zonder droogstand te vergelijken. In dit model was het log getransformeerde celgetal de afhankelijke variabele.

Statistische analyses zijn ook uitgevoerd om de lactatiecurves (voor melk, vet en eiwit) van koeien met verschillende droogstandslengtes (0-20 dagen, 21-35 dagen en >35 dagen droog) te vergelijken (voor bedrijven F-K). De vorm van de curve was op dezelfde manier gemodelleerd als voor de koeien op de bedrijven A-E (zie hierboven). Het enige verschil is echter dat alle kenmerken van de vorige lactatie ook zijn meegenomen als co variabelen in het model. Een vergelijkbaar model is ook geanalyseerd om het celgetal van koeien met verschillende droogstandslengtes te vergelijken.

Resultaten en Discussie

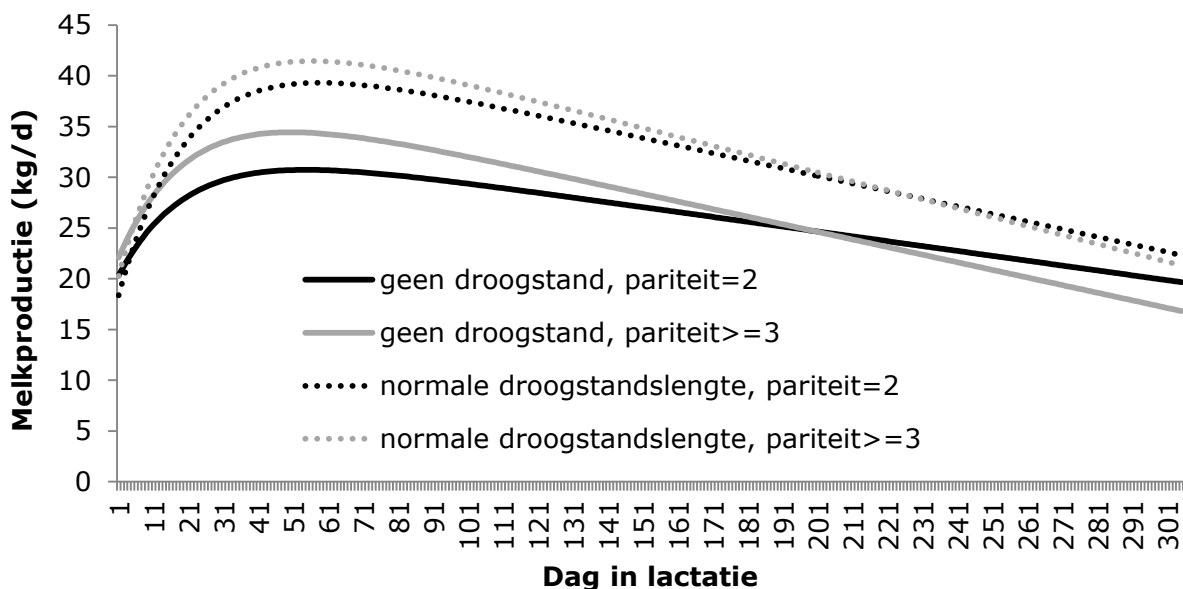
In Figuur 1 zijn de lactatiecurves weergegeven voor koeien zonder droogstand en een normale droogstandslengte. De 305-dagen productie van 2^e kalfskoeien zonder droogstand was 7.939 kg, terwijl 2^e kalfskoeien met een normale droogstandslengte een 305-dagen productie van 9.740 kg hebben. In Figuur 2 is de gemiddelde dagelijkse melkproductie per bedrijf weergegeven voor de koeien zonder droogstand en een normale droogstandslengte. Op alle vijf de bedrijven was de melkproductie lager bij het toepassen van geen droogstand, en dit varieerde van 3,2 (bedrijf B) tot 9,1 kg per koe per dag (bedrijf E) minder melk. Dit komt overeen met een daling van 12 tot 32%, en deze percentages zijn vergelijkbaar met percentages gevonden in vorige studies op proefbedrijven (Andersen et al., 2005; De Feu et al., 2009; Mantovani et al., 2010). De extra melkproductie voor afkalven is echter in de huidige berekening niet meegenomen. Als deze extra melkproductie wel wordt meegenomen is de melkproductie ongeveer 1.000 kg lager bij het toepassen van geen droogstand. Zowel vet- als eiwitproductie was hoger met een normale

droogstandslengte, met gemiddeld 82 kg meer vet en 33 kg meer eiwit in 305 dagen. Het celgetal was niet verschillend tussen koeien zonder droogstand en een normale droogstandslengte.

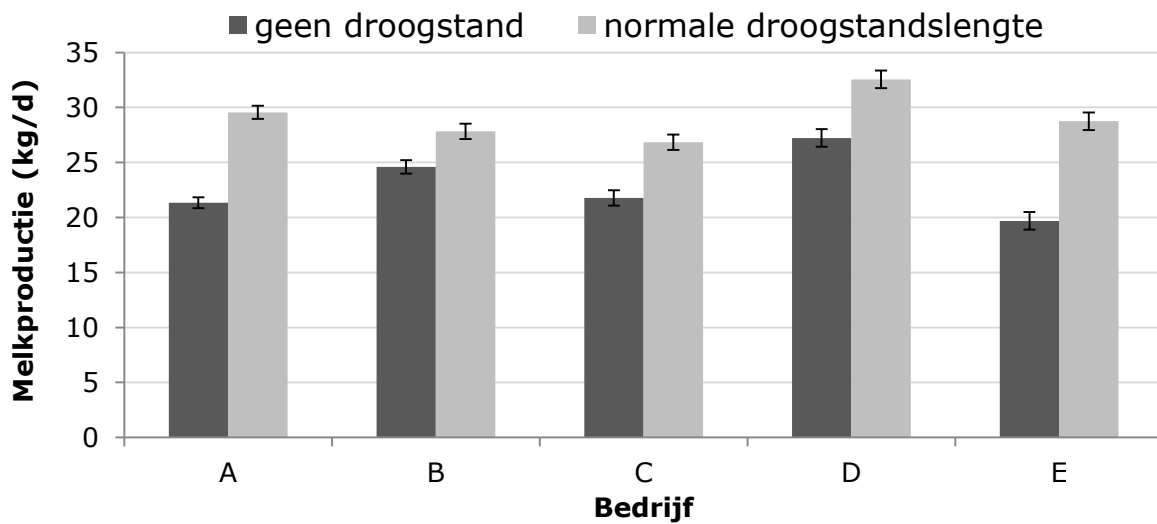
In Figuur 3 zijn de lactatiecurves weergegeven voor koeien met verschillende droogstandslengtes (0-20 dagen, 21-35 dagen en >35 dagen droog). De 305-dagen productie van koeien met een droogstandslengte van 0-20 dagen was 5682 kg, de 305-dagen productie van koeien met een droogstandslengte van 21-35 dagen was 7587 kg, en de 305-dagen productie van koeien met een droogstandslengte van >35 dagen was 8436 kg. In Figuur 4 is de gemiddelde dagelijkse melkproductie per bedrijf weergegeven voor de koeien met verschillende droogstandslengtes. Op alle zes de bedrijven was de melkproductie het laagst bij het toepassen van 0-20 dagen droogstand. Op alle bedrijven was de melkproductie lager bij 21-35 dagen droogstand in vergelijking met >35 dagen droogstand, maar alleen op bedrijf I was dit verschil significant. De vet- en eiwitproductie was het hoogst bij een droogstandslengte van > 35 dagen. Het celgetal was niet verschillend tussen koeien met verschillende droogstandslengtes.

Conclusie

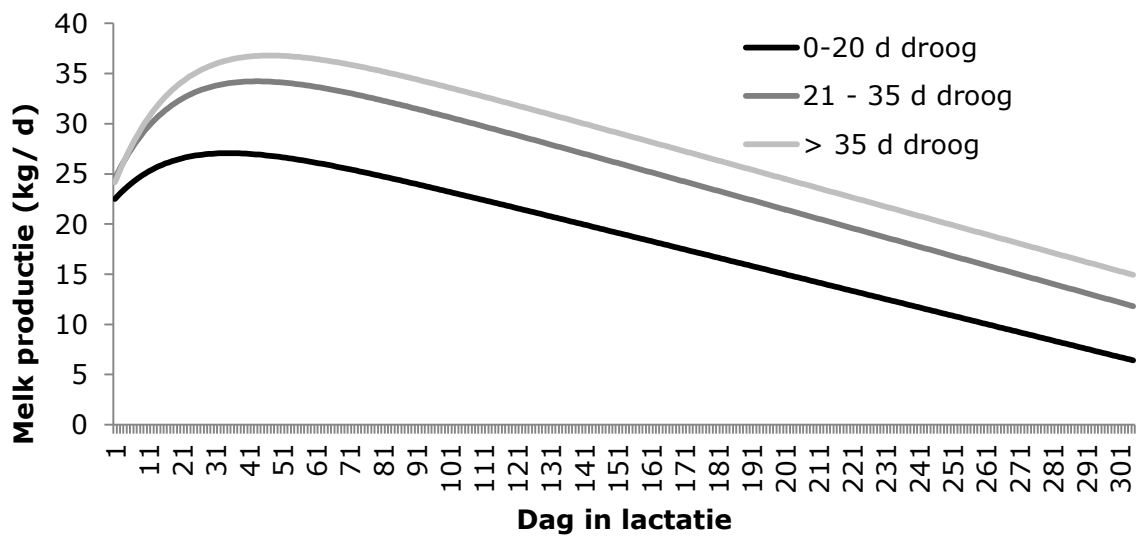
Het toepassen van geen droogstand op vijf praktijkbedrijven resulteerde in een daling in melkproductie in de volgende lactatie variërend van 3,2 tot 9,1 kg per koe per dag, wat gelijk is aan daling van 12 tot 32%. De variatie tussen bedrijven was groot, en dit geeft aan dat bepaalde bedrijven beter in staat zijn om het management aan te passen aan geen droogstand. Op de zes bedrijven die voor elke individuele koe de droogstandslengte bepaalde (op basis van melkproductie en celgetal) hadden de koeien met een droogstand van 0-20 dagen de laagste productie. Op alle bedrijven was de melkproductie lager bij 21-35 dagen droogstand in vergelijking met >35 dagen droogstand. Dit verschil was echter maar op één bedrijf significant. Een economische analyse zou nog moeten bepalen of het toepassen van verschillende droogstandslengtes op Nederlandse praktijkbedrijven interessant is. Het celgetal in de melk was niet verschillend tussen koeien met verschillende droogstandslengtes.



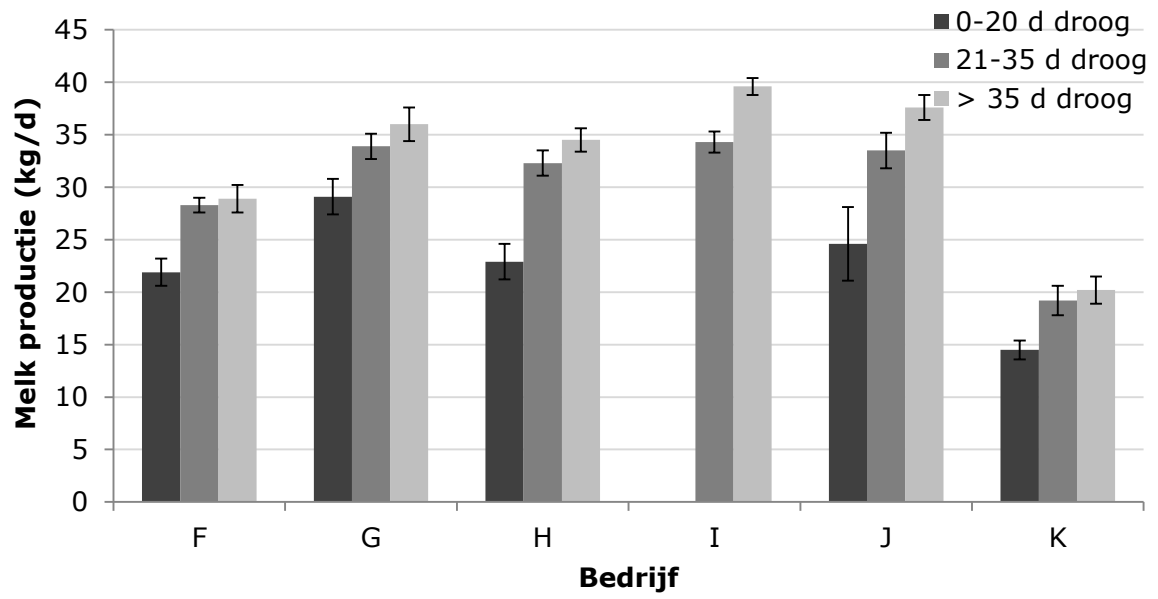
Figuur 1: Geschatte lactatiecurve (kg melk/dag) voor koeien van verschillende pariteit zonder droogstand en een normale droogstandslengte.



Figuur 2: Geschatte gemiddelde melkproductie per bedrijf voor koeien zonder droogstand en een normale droogstandslengte.



Figuur 3: Geschatte lactatiecurve (kg melk/dag) voor koeien met verschillende droogstandslengtes.



Figuur 4: Geschatte gemiddelde melkproductie per bedrijf voor koeien met verschillende droogstandslengtes.

7.2 Economische vergelijking tussen een conventionele droogstandslengte en geen droogstand voor Nederlandse melkveebedrijven

Heeren, J.A.H., W. Steeneveld & P.B.M. Berentsen

Business Economics Group, Wageningen University

Inleiding

Het is bekend dat het weglaten of verkorten van de droogstand van melkvee resulteert in een verlaagde melkproductie. Een droogstandslengte van vier weken resulteert in een productiedaling van 1 tot 13% in vergelijking met een droogstandslengte van acht weken (Annen et al., 2004; Pezeshki et al., 2007). Voor het weglaten van de droogstand zijn productieverliezen tot 24% gerapporteerd (Andersen et al., 2005). Het is echter ook bekend dat het weglaten van de droogstand resulteert in hogere vet en eiwit gehalten in de melk (Andersen et al., 2005; de Feu et al., 2009), en extra melk voor afkalven (Rastani et al., 2005; Schlamberger et al., 2010). Het is eerder ook gerapporteerd dat het weglaten van de droogstand resulteert in een eerdere ovulatie na kalven (Gumen et al., 2005; De Feu et al., 2009) en een verbeterde metabole status van de koe (Andersen et al., 2005; Rastani et al., 2005). Het weglaten van de droogstand zou daardoor kunnen resulteren in een langere levensduur en dus een lager vervangingspercentage. Overschakelen naar geen droogstand voor alle koeien op het bedrijf heeft economische consequenties. De verlaagde melkproductie met hogere vet en eiwit gehalten zal resulteren in een andere melkprijs. Maar ook de verandering in voerbehoefte zal de kosten beïnvloeden. Bovendien is het mogelijk dat melkveehouders het aantal koeien aanpassen om de lagere productie te compenseren, of dat er melk wordt verleased. Er zijn geen studies die gekeken hebben naar de economische consequenties van het weglaten van de droogstand. Wel is er gekeken naar de economische gevolgen van een verkorte droogstand (Sørensen et al., 1993; Santschi et al., 2011c). Santschi et al. (2011c) concludeerde dat overschakelen op een verkorte droogstand (35 dagen) resulteerde in een hoger bedrijfsinkomen.

Het doel van deze studie was om de economische verschillen op bedrijfsniveau tussen een conventionele droogstandslengte en geen droogstand te bepalen.

Toepassing in de praktijk?

Inzicht in de economische consequenties van het toepassen van geen droogstand kunnen gebruikt worden om een inschatting te maken of het toepassen van geen droogstand economisch interessant is voor praktijkbedrijven. Ook de informatie over welk effect verschil in melkproductie en vervangingspercentage heeft op de economische consequenties kan gebruikt worden om te bepalen voor welke bedrijven het toepassen van geen droogstand interessant is.

Materiaal en methode

De materiaal en methode staat uitgebreid beschreven in bijbehorend wetenschappelijk artikel (Heeren et al., 2014). Voor de vergelijking tussen droogzetten en weglaten van de droogstand zijn allereerst technische gegevens verzameld van vijf verschillende melkveebedrijven die betrokken zijn bij het WHY DRY project. De gekozen melkveebedrijven zijn één tot twee jaar geleden omgeschakeld van conventioneel droogzetten (lengte variërend van 45 tot 70 dagen) naar het weglaten van de droogstand, waardoor het mogelijk was de verschillen tussen de twee situaties nauwkeurig te bepalen. Daarnaast is er bij alle bedrijven een enquête afgenomen met vragen ten aanzien van het management en de inzet van arbeid.

De gegevens verkregen uit de enquête zijn gebruikt in een bestaand lineair programmerings- (LP) model van Berentsen en Giesen (1995). Het model maakt het mogelijk de arbeidsopbrengst van Nederlandse melkveebedrijven te maximaliseren. Het model is aangepast naar de prijzen en normen van 2012. Als algemene bedrijfsopzet is gekozen voor een gemiddeld melkveebedrijf met een melkquotum van 658,600 kg (4.69% vet), 48.8 ha grond, een totale stalcapaciteit van 120 dieren en een arbeidsaanbod van 3995 uur per jaar te simuleren. Uit de enquête zijn de verschillen in vervangingspercentage tussen conventioneel droogzetten (37%) en weglaten van de droogstand (24%) gebruikt. Uit het onderzoek van Steeneveld et al. (2013) is een gemiddelde melkproductiedaling op jaarbasis van 13% met een toename in vet- en eiwitpercentage van 0,21 en 0,42 procenten gebruikt. Verder bleek het gemiddeld vervangingspercentage gedaald te zijn van 37% naar 24%. Deze gegevens zijn gebruikt in het LP-model.

De volgende scenario's zijn voor de twee situaties geoptimaliseerd:

1. De huidige situatie met het bestaande melkquotum zonder de mogelijkheid extra stalplaatsen bij te bouwen. Onbenut quotum kan worden verleasd.
2. Een scenario zonder melkquotum. Het LP-model krijgt in dit scenario de mogelijkheid het aantal stalplaatsen te vergroten. De mogelijkheid tot het aantrekken van extra grond bestaat niet.
3. Het derde scenario is gelijk aan scenario 2, alleen bestaat hier de mogelijkheid tot het huren van extra grond.

Naast deze berekeningen zijn er gevoeligheidsanalyses uitgevoerd om het effect van het melkproductieverval en het vervangingspercentage te kunnen bepalen.

Resultaten

In scenario 1 is het weglaten van de droogstand economisch interessanter dan conventioneel droogzetten (Tabel 2). Door het lager vervangingspercentage en daardoor minder jongvee is er voldoende stalcapaciteit om 8 extra melkkoeien te houden in de situatie zonder droogstand (Tabel 1). Hierdoor is het mogelijk met 82 melkkoeien, ten opzichte van 74 melkkoeien in de situatie conventioneel droogzetten, het melkquotum vol te melken. Door de hogere melkprijs, dankzij het hoger vet- en eiwitpercentage, is de opbrengst van melk hoger ten opzichte van conventioneel droogzetten. Door het lagere aantal stuks jongvee zijn daarnaast vooral de voerkosten lager. De arbeidsopbrengst is in dit scenario dan ook €9,167 hoger bij het weglaten van de droogstand. In scenario 2 heeft het model de optie extra stalplaatsen te creëren, wat resulteert in een uitbreiding tot 126 melkkoeien in de situatie zonder droogstand, terwijl het aantal melkkoeien bij conventioneel droogzetten slechts stijgt tot 79. Door het hogere vervangingspercentage bij conventioneel droogzetten wordt er per koe meer jongvee aangehouden, waardoor de totale kosten per kg melk hoger zijn. Bij 79 melkkoeien wordt de grens van mestplaatsingsruimte op het eigen bedrijf bereikt. De extra kosten van mestafzet zouden de kostprijs van melk boven de opbrengstprijs brengen. Vandaar dat niet verder uitgebreid wordt dan dat er ruimte is voor mestplaatsingsruimte. Door de lagere totale kosten per kg melk bij het weglaten van de droogstand en door de iets lagere mestproductie per extra kg melk (vanwege het lagere vervangingspercentage) is mestafvoer in de situatie zonder droogstand economisch wel interessant. De uiteindelijke arbeidsopbrengst is ook in scenario 2 €18,757 hoger bij het weglaten van de droogstand, dankzij de hogere melkopbrengst. In scenario 3 heeft het model naast de optie om extra stalplaatsen te creëren, ook de optie extra grond te huren. Met 180 melkkoeien in beide situaties is de arbeidsopbrengst, met een verschil van €26,450, ook in scenario 3 in het voordeel van het weglaten van de droogstand.

De gevoeligheidsanalyse laat zien dat in scenario 1 met een melkquotum er geen 'break even point' is voor het verschil in vervangingspercentage of melkproductie, omdat het niet gebruikte quotum verleasd kan worden. In de scenario's 2 en 3, zonder melkquotum, resulteert een vervangingspercentage van 34-35% en een melkproductieverlies van 19-21% in een vergelijkbare

arbeidsopbrengst voor een systeem zonder droogstand, in vergelijking met een conventionele droogstand.

Conclusie

Het weglaten van de droogstand kan economisch interessant zijn met of zonder melkquotum in de Nederlandse melkveehouderij. De belangrijkste factoren die het economisch resultaat bepalen zijn verschil in melkproductie, in vet- en eiwitgehalten en in vervangingspercentage. Meer inzicht in de fysiologische gevolgen en de kwalitatieve arbeidsverschillen van het weglaten van de droogstand ten opzichte van conventioneel droogzetten is nodig om de economische gevolgen nauwkeuriger te kunnen optimaliseren.

Tabel 1. Technische resultaten voor scenario met melkquotum (scenario 1), zonder melkquotum, met mogelijkheid om stal te vergroten (scenario 2) en zonder melkquotum, met mogelijkheid om stal te vergroten en extra land aan te kopen (scenario 3), voor een bedrijf met een conventionele droogstandslengte (CDP) of geen droogstand (NDP).

	Scenario 1		Scenario 2		Scenario 3	
	CDP	NDP	CDP	NDP	CDP	NDP
Melk productie (*1000 kg)	659	630	698	972	1,598	1,389
Land (ha)	49	49	49	49	114	100
Intensiteit (kg melk/ha)	13,496	12,918	14,312	19,917	13,979	13,922
Melkkoeien (aantal)	74	82	79	126	180	180
Jongvee (aantal)	61	43	65	67	147	96
Stal capaciteit (# koe plaatsen)	131	131	139	188	317	269
Arbeid (uren/jaar)	3,995	4,031	4,276	5,655	7,930	7,367
Zomer rantsoen (kgDM/dag per koe)						
Gras	15.8	14.1	15.3	12.2	15.7	14.1
Mais	4.0	4.0	4.5	6.1	4.0	4.0
Krachtvoer	2.3	1.0	2.6	1.0	2.5	1.0
Winter rantsoen (kgDM/dag per koe)						
Kuil	2.0	2.0	4.6	2.2	2.0	2.0
Mais	9.3	9.7	6.8	9.5	9.3	9.7
Standaard krachtvoer	3.7	3.5	6.7	3.8	3.7	3.5
krachtvoer, hoog eiwit	4.3	4.5	1.3	4.2	4.3	4.5
Land gebruik						
Mais land (ha)	13.5	13.6	6.2	0.0	23.9	22.2
Gras land (ha)	35.5	35.4	42.8	49.0	90.1	77.8
N niveau grasland (kg/ha)	279	223	234	236	227	223
Aangekocht voer (1000 MJ NEL)						
Krachtvoer	946	897	1,032	1,384	2,340	1,973
Mais	370	420	898	2,704	1,660	1,587

Tabel 2. Economische resultaten (€/jaar) voor scenario met melkquotum (scenario 1), zonder melkquotum met mogelijkheid om stal te vergroten (scenario 2) en zonder melkquotum, met mogelijkheid om stal te vergroten en extra land aan te kopen (scenario 3), voor een bedrijf met een conventionele droogstandslengte (CDP) of geen droogstand (NDP).

	Scenario 1		Scenario 2		Scenario 3	
	CDP	NDP	CDP	NDP	CDP	NDP
Opbrengsten						
Melk	223,200	234,285	236,696	361,240	541,576	516,057
Omzet en aanwas	21,201	17,446	22,483	26,900	51,443	38,428
Subsidie	25,571	25,571	25,571	25,571	25,571	25,571
Totale opbrengsten	269,972	277,302	284,750	413,711	618,590	580,057
Kosten						
Ruwvoervoorziening	28,639	28,474	23,758	15,450	57,501	52,354
Ruwvoeraankoop	7,502	8,508	18,229	54,845	33,670	32,204
Krachtvoer	29,972	29,309	29,332	44,705	73,939	64,559
Meststoffen	6,716	4,861	5,946	6,502	12,072	9,543
Mestafvoer en injectie	7,217	7,012	8,110	19,471	17,628	15,910
Variabele arbeid	0	532	4,097	24,180	57,331	49,136
Overige kosten	34,812	34,435	36,917	53,096	84,470	75,851
Vaste kosten	108,117	108,006	111,102	130,048	221,365	194,293
Totale kosten	222,975	221,138	237,493	348,297	557,976	493,850
Arbeidsopbrengst	46,997	56,164	47,257	65,414	60,614	86,207

8 Welke koe past het wel en welke niet?

8.1 Welke koeien moet je selecteren voor geen of een korte droogstand?

Steenefeld, W.¹, A.T.M. Van Knegsel², G.J. Rimmelink³, B. Kemp², J.C.M. Vernooij⁴ & H. Hogeveen^{1,4}

¹ Business Economics Group, Wageningen University

² Adaptation Physiology Group, Wageningen University

³ Livestock Research, Wageningen University and Researchcentrum

⁴ Department of Farm Animal Health, Utrecht University

Inleiding

Het is bekend dat het weglaten of verkorten van de droogstand van melkvee resulteert in een verlaagde melkproductie. Een droogstandslengte van vier weken resulteert in een productiedaling van 1 tot 13% in vergelijking met een droogstandslengte van acht weken (Annen et al., 2004; Pezeshki et al., 2007). Voor het weglaten van de droogstand zijn productieverliezen tot 32% gerapporteerd (Andersen et al., 2005; Mantovani et al., 2010; Steeneveld et al., 2013). Sommige koeien hebben echter minder melkproductieverlies dan andere koeien na geen of een korte droogstand. Een pariteitseffect is vermeld in verschillende studies. Bijvoorbeeld, Pezeshki et al. (2007) vond dat jonge koeien (pariteit 2) meer melkproductieverlies hadden na een korte droogstand dan oudere koeien. Ook Annen et al. (2004) en Santschi et al. (2011a) vonden een lagere productie na geen of een korte droogstand voor jonge koeien, maar niet voor oudere koeien. Naast pariteit zijn er mogelijk nog meer kenmerken van de koe die invloed hebben op de productie na geen of een korte droogstand. Deze kenmerken zouden in de toekomst mogelijk gebruikt kunnen worden om koeien te selecteren voor een bepaalde droogstandslengte zonder dat dit resulteert in productieverliezen.

Het doel van deze studie was om te bepalen welke kenmerken van de koe gebruikt kunnen worden om koeien te selecteren voor geen of een korte droogstand. Hierbij is gekeken naar welke kenmerken van de koe resulteerde in geen of een minimale daling in productie.

Toepassing in de praktijk?

Binnen WHYDRY is er het idee om een beslis ondersteunend model te ontwikkelen die veehouders kunnen gebruiken om te bepalen welke droogstandslengte economisch optimaal is voor specifieke koeien. Om dat model te ontwikkelen is het eerst nodig te bepalen welke kenmerken van de koe invloed hebben op de respons van de koe in productie na een verkorte of geen droogstand. Dit onderzoek geeft inzicht in welke kenmerken van de koe gebruikt kunnen worden om koe-specifieke droogstandslengtes toe te gaan passen. Dit onderzoek heeft alleen gekeken naar het effect van specifieke koekenmerken op de melkproductie na een droogstand van 0, 30 of 60 dagen. Er is niet gekeken naar effecten op het celgetal of andere gezondheidskenmerken.

Materiaal en Methode

De materiaal en methode staat uitgebreid beschreven in bijbehorend wetenschappelijk artikel (Steenefeld et al., 2014).

Data van de WHYDRY proef zijn gebruikt om te bepalen welke kenmerken van de koe gebruikt kunnen worden om koeien te selecteren voor geen of een korte droogstand. In die proef zijn 168 koeien verdeeld over droogstandslengtes van 0, 30 en 60 dagen. Melkproductie informatie vanaf 60 dagen voor afkalven tot 305 dagen na afkalven is gebruikt, en die informatie was aanwezig voor 161 koeien (54 koeien met 0 dagen droog, 51 koeien met 30 dagen droog en 56 koeien met 60

dagen droog). Voor alle koeien is de hoeveelheid vet en eiwit gecorrigeerde melk (FPCM) bepaald voor de periode tot afkalven (FPCM₋₆₀), na afkalven (FPCM₃₀₅) en totaal (FPCM_{totaal}). De FPCM is bepaald met de volgende formule.

$$\text{FPCM} = (0.337 + (0.116 * \text{gemiddeld vet\%}) + (0.06 * \text{gemiddeld eiwit\%})) * \text{melkproductie}$$

Vervolgens zijn er kenmerken van de koe gedefinieerd die mogelijk gebruikt kunnen worden om te bepalen welke koeien het beste geselecteerd kunnen worden voor geen of een korte droogstand. Deze kenmerken beschrijven de koe op het moment dat er een beslissing moet worden gemaakt over de droogstandslengte (ongeveer 60 dagen voor afkalven). De kenmerken zijn routinematig op bedrijven aanwezig, of makkelijk te bepalen. De volgende kenmerken van de koe zijn gedefinieerd: pariteit, verwachte tussenkalftijd, conditiescore op 10 weken voor de verwachte afkalfdatum, melkproductie op 12 weken voor de verwachte afkalfdatum (kg/dag), vet en eiwit productie op 12 weken voor de verwachte afkalfdatum (kg/dag), de verwachte of gerealiseerde 305 dagen melkproductie (kg) en de daling in melkproductie tussen 16 en 12 weken voor de verwachte afkalfdatum (%).

Een statistische analyse is uitgevoerd om te bepalen welke kenmerken van de koe gebruikt kunnen worden om koeien te selecteren voor geen of een korte droogstand.

Resultaten

De extra productie die gegeven wordt in de 60 dagen voor afkalven was gemiddeld 980 kg FPCM voor koeien zonder droogstand en 545 kg FPCM voor koeien met een droogstand van 30 dagen (Tabel 1). Het gemiddelde FPCM van 60 dagen voor afkalven tot 305 dagen na afkalven (FPCM_{totaal}) was 9.341 kg (variërend tussen 8.346 en 10.746 kg) voor de koeien met 0 dagen droog, 10.499 kg (variërend tussen 9.480 en 11.553 kg) voor de koeien met 30 dagen droog, en 10.795 kg (variërend tussen 10.367 en 11.700 kg) voor de koeien met 60 dagen droog (Tabel 1). FPCM₋₆₀, FPCM₃₀₅ en FPCM_{totaal} was verschillend tussen de droogstandsgroepen. De kenmerken van de koeien op het moment dat er besloten moet worden over de droogstandslengte zijn ook weergegeven in Tabel 1. Voor de drie droogstandsgroepen was de gemiddelde daling in melkproductie tussen 16 en 12 weken voor de verwachte afkalfdatum rond de 30%.

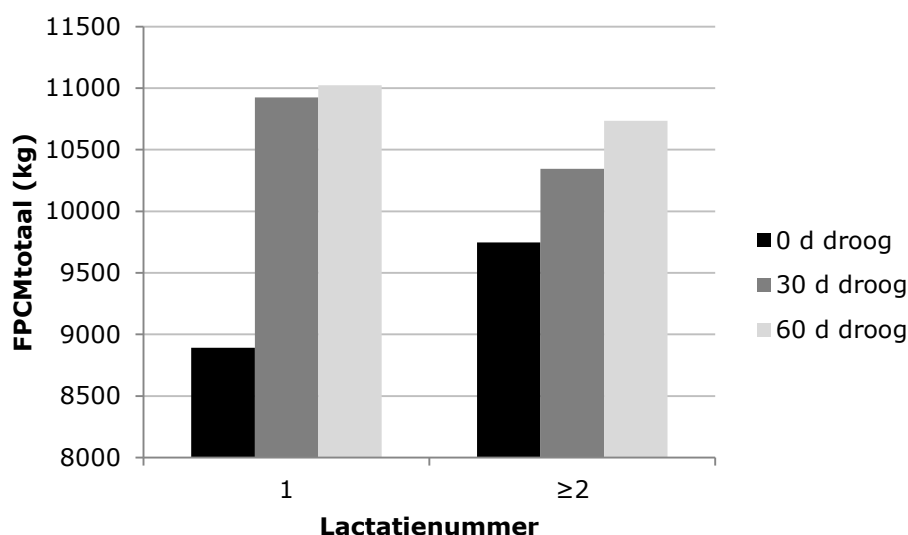
De kenmerken pariteit, melkproductie op 12 weken voor de verwachte afkalfdatum en de daling in melkproductie tussen 16 en 12 weken voor de verwachte afkalfdatum zijn geassocieerd met de melkproductie bij een droogstand van 0, 30 of 60 dagen. Vergeleken met een droogstandslengte van 60 dagen, hebben oudere koeien minder productieverliezen (987 kg) dan vaarzen (2.132 kg) bij geen droogstand (Figuur 1). Ook is er te zien dat het verschil in productie tussen vaarzen bij 30 of 60 dagen droog klein is. Het verschil in FPCM_{totaal} tussen de drie droogstandsgroepen is het grootst voor koeien met een lage melkproductie op 12 weken voor de verwachte afkalfdatum (Figuur 2). Hoe groter de daling in melkproductie tussen 16 en 12 weken voor de verwachte afkalfdatum, hoe groter het verschil in FPCM_{totaal} tussen de drie droogstandsgroepen (Figuur 3).

Conclusie

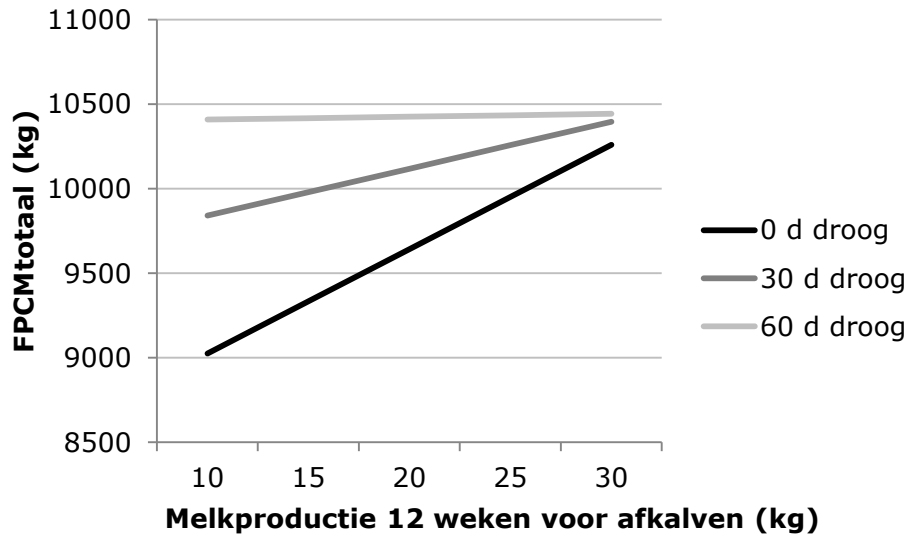
Vergeleken met een droogstand van 60 dagen, resulteerde het toepassen van geen droogstand en een korte droogstand (30 dagen) in het laagste FPCM_{totaal} (vet en eiwit gecorrigeerde geproduceerde melk van 60 dagen voor afkalven tot 305 dagen na afkalven). De koekenmerken pariteit, melkproductie op 12 weken voor de verwachte afkalfdatum en het verschil in melkproductie tussen 16 en 12 weken voor de verwachte afkalfdatum waren geassocieerd met de melkproductie na verschillende droogstandslengtes. Deze kenmerken van de koe kunnen gebruikt worden om te bepalen welke koeien het beste geen of een korte droogstand kunnen krijgen.

Tabel 1. Gemiddelde vet en eiwit gecorrigeerde melkproductie voor de periode voor afkalven (FPCM₋₆₀), na afkalven (FPCM₃₀₅) en totaal (FPCM_{totaal}) van koeien met verschillende droogstandslengtes (0, 30 en 60 dagen droog) en kenmerken van de koe voor de droogstandsperiode van 0, 30 of 60 dagen.

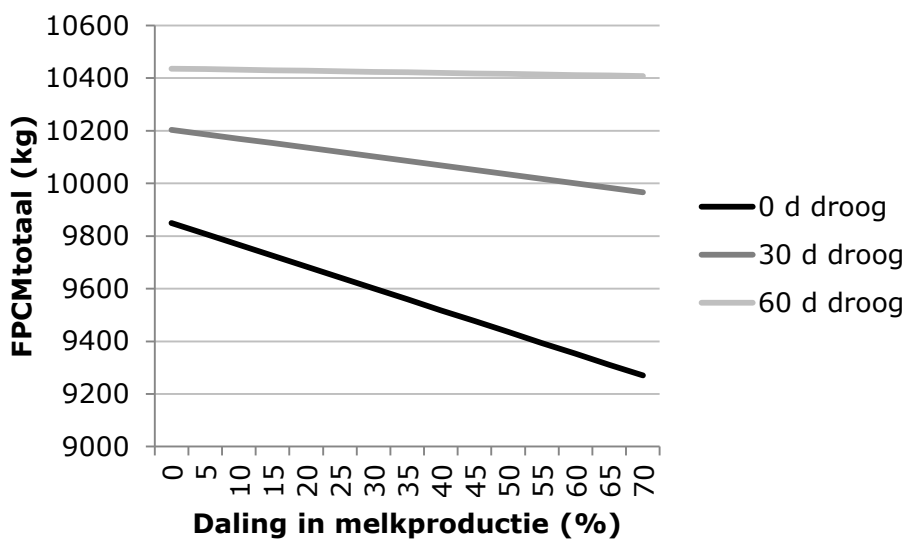
	Droogstandslengte		
	0 d droog	30 d droog	60 d droog
Koeien	54	51	56
FPCM voor verschillende periodes			
FPCM ₋₆₀ (kg)	980	545	11
FPCM ₃₀₅ (kg)	8.361	9.954	10.784
FPCM _{totaal} (kg)	9.341	10.499	10.795
Kenmerken van de koe voor de droogstandslengte			
Verwachte tussenkalftijd (dagen)	387	396	395
Melk productie op 12 weken voor de verwachte afkalfdatum (kg/d)	16.7	17.9	17.6
Vet en eiwit productie op 12 weken voor de verwachte afkalfdatum (kg/d)	1.9	2.0	2.0
305 d melk productie (kg)	9.878	9.930	9.953
Daling in melkproductie tussen 16 en 12 weken voor de verwachte afkalfdatum (%)	33	30	29
Lactatienummer	2,1	2,3	2,1
Conditie score	2,9	3,1	2,9



Figuur 1. Totale melkproductie van 60 dagen voor afkalven tot 305 dagen na afkalven (FPCM_{totaal}) voor vaarzen en oudere koeien bij verschillende droogstandslengtes.



Figuur 2. Totale melkproductie van 60 dagen voor afkalven tot 305 dagen na afkalven ($FPCM_{\text{totaal}}$) voor koeien met een verschillend productieniveau op 12 weken voor de verwachte afkalfdatum bij verschillende droogstandslengtes.



Figuur 3. Totale melkproductie van 60 dagen voor afkalven tot 305 dagen na afkalven ($FPCM_{\text{totaal}}$) voor koeien met een verschillende daling in melkproductie tussen 16 en 12 weken voor de verwachte afkalfdatum bij verschillende droogstandslengtes.

8.2 Effect van DGAT1 genotype op de melkproductie en energiebalans van koeien met verschillende droogstandslengtes

Van Knegsel, A.T.M.¹, M.H.P.W. Visker², G.J. Remmelink³, J.A.M. Van Arendonk² & B. Kemp¹

¹ Adaptation Physiology Group, Wageningen University

² Animal Breeding and Genomics Centre, Wageningen University

³ Livestock Research, Wageningen University and Researchcentrum

Inleiding

Acyl-CoA: diacylglycerol acyltransferase 1 (DGAT1) is een enzym betrokken bij de synthese van triglyceriden. Bij melkvee heeft DGAT1 interesse vanwege de relatie tussen verschillende vormen van DGAT1 (polymorfisme) en melk en melksamenstelling. Bij melkvee kent het gen wat codeert voor DGAT1 twee allelen (A en K) en drie genotypes (AA, AK, en KK). Het is bekend dat het DGAT1 A allel resulteert in een hogere melkproductie, met een lager melkvetpercentage, lagere melkvetproductie en meer onverzadigde vetzuren in de melk, in vergelijking met het DGAT1 K allel (Schennink et al., 2007). Bij muizen en mensen is bekend dat DGAT1 een relatie heeft met de energiebalans en gevoeligheid voor metabole stoornissen, zoals obesitas en diabetes (Chen et al., 2002; Chen, 2006; Villaneuva et al., 2009).

Het doel van deze studie was om het effect van DGAT1 polymorfisme op melkproductie en de energiebalans te bestuderen voor koeien met korte of zonder droogstand, in vergelijking met koeien met een conventionele droogstand.

Toepassing in de praktijk?

De verwachting is dat een managementsysteem met een verkorte of geen droogstand meer geschikt is voor bepaalde koeien, dan voor andere koeien. Verschillen in DGAT1 genotype tussen koeien zou een factor kunnen zijn, welke de reactie in melkproductie van koe bepaalt na het weglaten van de droogstand.

Materiaal en methode

De materiaal en methode staat uitgebreid beschreven in het wetenschappelijk artikel wat de effecten beschrijft van droogstandslengte op de energiebalans (Van Knegsel et al., 2014a). Daarnaast is tijdens het experiment het genotype voor DGAT1 bij de koeien bepaald.

Resultaten

In totaal zijn 161 koeien gegenotypeerd voor DGAT1. De verdeling van aantal koeien per droogstandslengte per genotype staat weergegeven in Tabel 1.

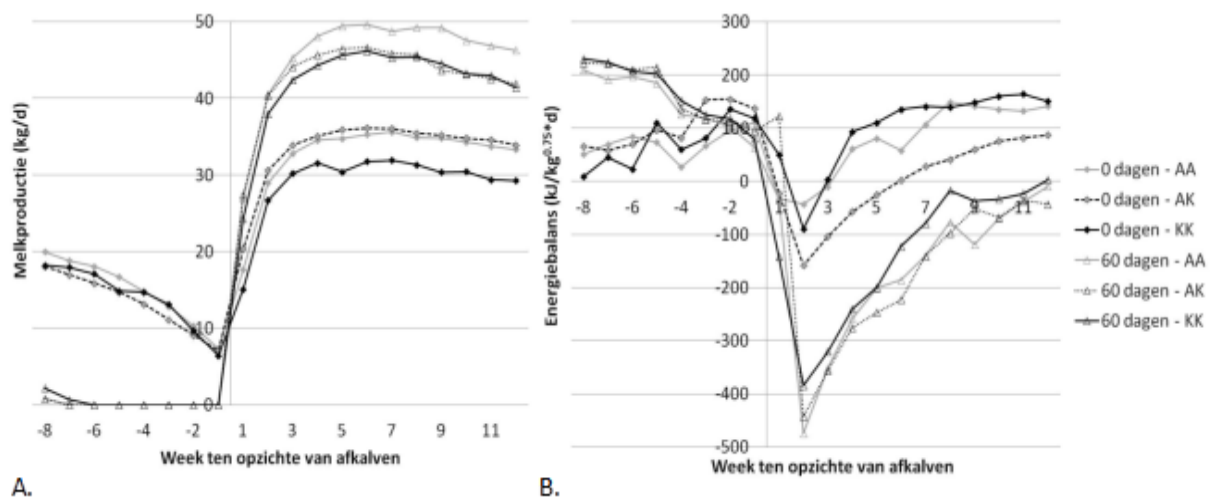
Tabel 1. Verdeling van koeien (N=161) per droogstandslengte per genotype.

	Droogstandslengte		
	0 dgn	30 dgn	60 dgn
Genotype			
AA	17	20	16
AK	30	23	27
KK	6	11	11

Begin van de lactatie: Melkproductie en Energiebalans

Weglaten van de droogstand verminderde de melkproductie in de eerste 12 weken van de daaropvolgende lactatie. Het melkproductie verlies was kleiner voor koeien met een DGAT1 AK genotype in vergelijking met koeien met een DGAT1 AA of KK genotype (Tabel 1, Figuur 1). Dat wil zeggen dat bij een droogstand van 60 dagen koeien met het AA genotype meer melk produceren, dan koeien met het AK of KK genotype. Bij een droogstand van 0 dagen produceren koeien met het AA of AK genotype meer melk, dan koeien met het KK genotype. Minder melkproductieverlies voor koeien met het AK genotype zonder droogstand resulteerde in een meer negatieve energiebalans, dan voor koeien met het AA of KK genotype.

Droogstandslengte, rantsoen en genotype hadden geen effect op de voeropname. Weglaten of verkorten van de droogstand verhoogt het vetgehalte, eiwitgehalte en celgetal in de melk. Koeien met het DGAT1 AK genotype hadden een sterkere toename in melkeiwitgehalte en juist een minder sterke toename in celgetal bij het weglaten van de droogstand, in vergelijking met koeien met DGAT1 AA of KK genotype.



Figuur 1. Melkproductie (A.) en energiebalans (B.) van melkkoeien met verschillende droogstandslengtes (0 of 60 dagen) per DGAT1 genotype (AA, AK of KK).

Hele lactatie: Melkproductie en lichaamsconditie

Gedurende de gehele lactatie (305 dagen, 44 weken) produceren koeien met DGAT1 AA of AK genotype meer melk, dan koeien met DGAT1 KK genotype (Tabel 2). Koeien met DGAT1 KK of AK genotype hebben en hoger vet- en eiwitgehalte in de melk, in vergelijking met koeien met DGAT1 AA genotype.

Koeien zonder droogstand zijn zwaarder en hebben een betere lichaamsconditie, dan koeien met een verkorte of conventionele droogstand. In het bijzonder koeien met DGAT1 AA genotype worden zwaar en hebben een hoge lichaamsconditiescore wanneer de droogstand wordt weggelaten in vergelijking met koeien met DGAT1 KK of AK genotype.

Conclusie

De mate waarin het weglaten van de droogstand resulteert in een verlaging van de melkproductie en een verbetering van de energiebalans in de daaropvolgende lactatie hangt af van de genetische aanleg van de koe. Koeien met DGAT1 AK genotype vertonen een minder sterke daling in melkproductie en minder verbetering in energiebalans wanneer de droogstand wordt weggelaten, in vergelijking met koeien met DGAT1 AA of KK genotype. Koeien met DGAT1 AA genotype hebben meer kans op vervetting in de daaropvolgende lactatie wanneer de droogstand wordt weggelaten.

Tabel 1. Drogestofopname, melkproductie en energiebalans (EB) in het begin van de lactatie van melkkoeien met verschillende droogstandslengtes (0, 30 of 60 dagen) per DGAT1 genotype (AA, AK of KK) (LSMeans \pm SEM).

	0 dagen droog			30 dagen droog			60 dagen droog			SEM	P-waarden ²					
	AA	AK	KK	AA	AK	KK	AA	AK	KK		Droogstand (D)	Rantsoen	Genotype (G)	Pariteit	Tijd	D×G
Melk, kg/d	31,8	34,2	28,3	41,6	37,8	36,8	45,9	43,0	41,3	1,2	<0,01	0,80	<0,01	<0,01	<0,01	0,03
FPCM ³ , kg/d	33,3	37,5	32,5	41,9	40,2	39,6	45,0	44,8	42,6	1,2	<0,01	0,99	0,07	<0,01	<0,01	0,06
Melkvet, %	4,30	4,73	4,96	4,03	4,51	4,64	3,95	4,41	4,34	0,09	<0,01	0,06	<0,01	<0,01	<0,01	0,69
Melkeiwit, %	3,94	4,83	4,25	3,43	3,65	3,66	3,29	3,47	3,44	0,08	<0,01	0,97	0,03	<0,01	<0,01	0,06
Melklactose, %	4,45	4,57	4,38	4,59	4,61	4,57	4,59	4,55	4,65	0,03	<0,01	<0,01	0,10	<0,01	<0,01	0,04
Celgetal ⁴ , ×10 ³ cellen/ml	5,3	4,6	5,2	4,3	4,2	4,4	4,3	4,2	4,0	0,1	<0,01	0,06	<0,01	<0,01	<0,01	0,15
DSopname, kg/d	23,0	22,5	22,4	22,7	23,2	22,7	23,2	23,4	22,9	0,4	0,31	0,70	0,63	<0,01	<0,01	0,68
EB, kJ/kg ^{0,75} *d	88	-25	97	-109	-58	-45	-170	-151	-133	25	<0,01	0,18	0,45	<0,01	<0,01	0,01
Lichaamsgewicht, kg	715	678	682	659	675	638	669	672	641	12	0,01	0,16	0,11	<0,01	<0,01	0,18
BCS ⁵	3,2	2,9	2,7	2,6	2,6	2,2	1,9	2,5	1,9	0,1	<0,01	0,86	<0,01	0,05	0,01	<0,01

¹ Week 1, 2, ...12 ten opzichte van afkalven;

² Ook andere interacties zijn opgenomen in het model: Dry period×Parity, Ration×Parity, Dry period×Week, Genotype×Tijd, Rantsoen×Genotype;

³ Vet- en eiwit gecorrigeerde melk;

⁴ P-waarden zijn gebaseerd op analyse van de natuurlijke logaritme van het celgetal.

⁵ Lichaamsconditiescore op een schaal van 1 – 5.

Tabel 2. Melkproductie en lichaamsconditie van melkkoeien gedurende lactatie¹ met verschillende droogstandslengtes (0, 30 of 60 dagen) per DGAT1 genotype (AA, AK of KK) (LSMeans ± SEM).

	0 dagen droog			30 dagen droog			60 dagen droog			SEM	P-waarden ²					
	AA	AK	KK	AA	AK	KK	AA	AK	KK		Droogstand (D)	Rantsoen	Genotype (G)	Pariteit	Tijd	D×G
Melk, kg/d	23,5	25,5	22,1	31,0	29,3	29,0	34,5	34,0	30,8	1,1	<0,01	0,47	0,05	0,50	<0,01	0,15
FPCM ³ , kg/d	25,0	28,1	25,4	31,9	31,6	31,9	34,5	36,1	32,5	1,2	<0,01	0,44	0,02	0,87	<0,01	0,15
Melkvet, %	4,29	4,69	5,08	4,07	4,52	4,89	3,89	4,54	4,55	0,06	<0,01	0,08	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Melkeiwit, %	3,90	3,91	4,19	3,65	3,81	3,84	3,46	3,70	3,68	0,06	<0,01	0,85	<0,01	<0,01	<0,01	0,14
Melklactose, %	4,35	4,44	4,32	4,43	4,50	4,45	4,49	4,46	4,47	0,03	<0,01	0,84	0,03	<0,01	<0,01	0,04
Celgetal ⁴ , ×10 ³ cellen/ml	5,3	4,8	5,2	4,7	4,6	4,8	4,6	4,4	4,6	0,1	<0,01	0,51	<0,01	<0,01	<0,01	0,15
Lichaamsgewicht, kg	752	709	703	680	701	652	677	689	660	12	0,01	0,33	0,07	<0,01	<0,01	0,09
BCS ⁵	3,5	3,2	3,0	2,9	2,9	2,5	2,3	2,7	2,4	0,1	<0,01	0,65	0,02	0,05	0,01	0,02

¹ Week 1, 2, ...44 ten opzichte van afkalven;

² Ook andere interacties zijn opgenomen in het model: Droogstand×Pariteit, Rantsoen×Pariteit, Droogstand×Tijd, Genotype×Tijd, Rantsoen×Genotype;

³ Vet- en eiwit gecorrigeerde melk;

⁴ P-waarden zijn gebaseerd op analyse van de natuurlijke logaritme van het celgetal.

⁵ Lichaamsconditiescore op een schaal van 1 – 5.

9 Indicatoren voor energiebalans en metabole gezondheid in melk

9.1 Veranderingen in het melkproteoom en melkmetaboolom gerelateerd aan de droogstandslengte, energiebalans en lactatiestadium bij melkvee in vroege lactatie

Lu, J.¹, E. Antunes Fernandes¹, A.T.M. Van Kneegsel², J. Vervoort³ & K. Hettinga¹

¹ Dairy Science and Technology Group, Wageningen University

² Adaptation Physiology Group, Wageningen University

³ Laboratory of Biochemistry, Wageningen University

Inleiding

Het melkproteoom is de verzameling van alle eiwitten in de melk. Het melkmetaboolom is de verzameling van alle metabolieten in de melk. Van zowel het proteoom als het metaboolom kan verondersteld worden dat zij een relatie hebben met de functie van mammaire cellen en ook de metabole status van de koe. Naast dat met behulp van proteomics- en metabolomicsanalyse de biologie van het dier beter bestudeerd kan worden, geven deze technieken ook nieuwe mogelijkheden om indicatoren voor de metabole status en energiebalans van de koe te vinden. Recent is bijvoorbeeld, door middel van metabolomics-analyse, aangetoond dat een hoge concentratie glycerophosphocholine in melk van koeien in vroege lactatie gerelateerd is aan een laag risico op slepende melkziekte van de koe (Klein et al., 2012).

Het doel van de huidige studie was om het melkproteoom en melkmetaboolom te analyseren van koeien in vroege lactatie en dit te relateren aan de droogstandslengte, energiebalans en lactatiestadium van de koeien.

Toepassing in de praktijk?

Wanneer met behulp van analyse van het melkproteoom en melkmetaboolom nieuwe indicatoren gevonden worden in de melk voor de energiebalans of diergezondheid zouden deze gebruikt kunnen worden om zieke dieren of dieren die lijden aan een sterk negatieve energiebalans te identificeren. Voor een brede toepassing is het wel noodzakelijk dat de kosten van deze technieken nog aanzienlijk dalen.

Materiaal en methode

De materiaal en methode staat uitgebreid beschreven in bijbehorend wetenschappelijk artikel (Lu et al., 2013).

Experimentele opzet en monsternamen

Voor de proteomics analyse is melk verzameld van 20 Holstein-Friesian melkkoeien (tweede en derdekalfs) welke, ofwel een conventionele droogstand (60 dagen; 60DP) ofwel geen droogstand (0 dagen; 0 DP) hadden gehad. Na afkalven kregen de koeien hetzelfde rantsoen gevoerd (lipogeen rantsoen). Melkmonsters zijn verzameld op de vrijdag in week 2 en 14 postpartum (pp.) en werden opgeslagen bij -20°C. Voor de metabolomics analyse is melk verzameld van 10 (van de bovengenoemde 20) Holstein-Friesian melkkoeien.

Metingen en analyses

Lichaamsgewicht werd bij lacterende koeien dagelijks gemeten en gemiddeld per week. Melkproductie en voeropname (Insentec, Nederland) werden dagelijks gemeten en gemiddeld per week. Energiebalans werd berekend met het Nederlandse netto energiesysteem voor melkvee

(VEM systeem; Van Es, 1975, CVB, 2007). Melkmonsters voor vet, eiwit, lactose en celgetal (SCC) bepaling (ISO 9622, Qlip, Zutphen, Nederland) werden viermaal per week verzameld (dinsdagmiddag, woensdagmorgen, woensdagmiddag en donderdagmorgen) en gemiddeld per week.

Voor de proteomics analyse zijn koeien met dezelfde droogstandslengte (0 of 60 dagen) random verdeeld over 2 groepen (5 koeien per groep). De melkmonsters zijn per groep en per week pp. (2 of 14) gepoold en geanalyseerd met behulp van FASP-dimethyl labeling-NanoLC-Orbitrap-MS/MS techniek. Voor de metabolomics analyse zijn melkmonsters per individuele koe per week pp. (2 of 14) geanalyseerd met behulp van NMR techniek. De gebruikte proteomics en metabolomics technieken staan uitgebreid beschreven in bijbehorend artikel (Lu et al., 2013).

De proteomics en metabolomics data zijn geanalyseerd door middel van 3 vergelijkingen: 1. de vergelijking van ODP vs. 60DP in week 2 pp. (focus op droogstandslengte en energiebalans effect); 2. de vergelijking van week 14 vs. week 2 van 60DP (focus op zowel energiebalans als lactatiestadium effect); 3. de vergelijking van week 14 vs. week 2 van ODP (focus op energiebalans effect).

Resultaten

De resultaten en discussie staan uitgebreid beschreven in bijbehorend wetenschappelijk artikel (Lu et al., 2013).

Energiebalans

De energiebalans in week 2 pp. was beter voor koeien zonder droogstand dan voor koeien met een droogstand (Tabel 1). Voor alle groepen verbeterde de energiebalans van week 2 naar week 14 pp., het verschil was groter voor koeien met een conventionele droogstand dan voor koeien zonder droogstand.

Tabel 1. Melkproductie en energiebalans van koeien in week 2 en 14 postpartum (pp.) na een droogstand van 0 (ODP) of 60 dagen (60DP) (MEANS \pm SD).

	<i>Proteomics analyse</i>				<i>Metabolomics analyse</i>			
	ODP		60DP		ODP		60DP	
Week pp.	2	14	2	14	2	14	2	14
Koeien, n	10		10		5		5	
Melk, kg/d	32,1 \pm 5,9 ^a	35,4 \pm 7,0 ^a	38,0 \pm 3,8 ^{ab}	41,0 \pm 3,0 ^{bc}	31,8 \pm 5,0 ^a	35,4 \pm 6,7 ^{ab}	38,7 \pm 3,7 ^b	40,2 \pm 3,5 ^b
EB ¹ , kJ/kg ^{0.75} *d	-164 \pm 139 ^a	71 \pm 56 ^b	-462 \pm 170 ^c	-8 \pm 79 ^b	-162 \pm 132 ^a	70 \pm 48 ^b	-468 \pm 144 ^c	-13 \pm 85 ^b

¹ Energiebalans; berekend met het VEM systeem (Van Es, 1975);

^{a,b,c} Waarden binnen analysetype (proteomics of metabolomics) in dezelfde rij met verschillende superscripten zijn significant verschillend ($p < 0.05$).

Proteomics analyse

Driehonderd eiwitten werden geïdentificeerd in de melk. Een verbetering van de energiebalans door het weglaten van de droogstand (ODP vs. 60 DP in week 2; vergelijking 1) resulteerde in 20 eiwitten die verschilden in concentratie. Een verbetering van de energiebalans en toename in lactatiestadium (week 14 vs. week 2 van 60DP; vergelijking 2) resulteerde in 40 eiwitten die verschilden in concentratie. Een toename in lactatiestadium (week 14 vs. week 2 in ODP; vergelijking 3) resulteerde in 15 eiwitten die verschilden in concentratie.

Individuele eiwitten. Verbetering van de energiebalans door het weglaten van de droogstand kan resulteren in andere verschillen in het melkproteoom dan alleen veroorzaakt door het energiebalans effect. Daarom worden alleen de eiwitten die verschillen in zowel vergelijking 1 als 2 toegeschreven aan het effect van de energiebalans. Een verbetering van de energiebalans resulteerde in een toename in concentratie in de melk van Acyl-CoA synthetase long-chain family member 1 (ACSL1), stomatine en NADH-cytochroom b5 reductase 3 (CYB5R3). Deze eiwitten hebben alledrie een rol in het vetmetabolisme. Een verbetering van de energiebalans resulteerde in een afname in concentratie in de melk van lactoperoxidase en lipopolysaccharide-binding protein. Beide eiwitten zijn betrokken bij het afweersysteem.

Clusteranalyse. Aangezien eiwitten meestal functioneren in een netwerk met meerdere eiwitten is clusteranalyse toegepast om de verschillen in eiwit-netwerken te bestuderen. Een verbetering van de energiebalans en een toename in lactatiestadium resulteert in een toename in eiwitten die betrokken zijn bij de aanmaak van cholesterol en een afname in eiwitten die betrokken zijn bij de acute fase respons.

Metabolomics analyse

Een verbetering van de energiebalans door het weglaten van de droogstand (ODP vs. 60 DP in week 2; vergelijking 1) resulteerde in 10 metabolieten die verschillen in concentratie. Een verbetering van de energiebalans en toename in lactatiestadium (week 14 vs. week 2 van 60DP; vergelijking 2) resulteerde in 9 metabolieten die verschillen in concentratie. Een toename in lactatiestadium (week 14 vs. week 2 in ODP; vergelijking 3) resulteerde in een daling in phosphocreatine en Zuiker C concentratie in de melk.

Een verbetering van de energiebalans, door het weglaten van de droogstand, kan ook andere gevolgen hebben voor het melkmetaboloom dan enkel bepaalt door de energiebalans. Het enige metaboliet dat in hogere concentraties voorkwam bij een negatieve energiebalans in zowel vergelijking 1 als 2 was galactose-1-fosfaat. Galactose-1-fosfaat heeft een rol in de mammaire epitheelcel bij de productie van lactose. Wanneer galactose-1-fosfaat in de melk wordt aangetoond kan verondersteld worden dat er lekkage is vanuit de epitheelcellen in de melk, zoals bijvoorbeeld veroorzaakt door apoptose (geprogrammeerde celdood).

Conclusie

Koeien met een ernstige negatieve energiebalans hadden een hogere concentratie acute-fase eiwitten en galactose-1-fosfaat in hun melk. Een verbeterde energiebalans resulteerde in hogere concentraties cholesterol, cholesterol-synthese-gerelateerde eiwitten en stomatine in de melk. Met name een hoge concentratie galactose-1-phosphate en een lage concentratie stomatine in de melk was gerelateerd aan de negatieve energiebalans bij melkkoeien in vroege lactatie. Meer studies zijn nodig om de biologische functie van galactose-1-phosphate en stomatine in melk te verduidelijken en hun toepasbaarheid als indicatoren voor de negatieve energiebalans te bestuderen.

Om de praktijkwaarde van de gevonden indicatoren voor de negatieve energiebalans te valideren lijkt het belangrijk de individuele variatie tussen koeien beter te onderzoeken door meer koeien onder meer verschillende omstandigheden (andere rantsoenen, rassen, melkproductieniveau's etc.) op te nemen in vervollexperimenten.

9.2 Melkvetzuurprofiel als biomaker voor de diagnose van een verhoogde plasma concentratie niet-veresterde vetzuren en subklinische ketose bij melkvee

Jorjong, S.¹, A.T.M. Van Knegsel², J. Verwaeren³, M.V Val Lahoz⁴, B. De Baets³, R.M Bruckmaier, B. Kemp² & V. Fievez¹

¹ Laboratory for Animal Nutrition and Animal Product Quality, Ghent University, Belgium

² Adaptation Physiology Group, Wageningen University, the Netherlands

³ Department of Mathematical Modelling, Statistics and Bioinformatics, Ghent University, Belgium

⁴ Universtat Politècnica de Valencia, Valencia, Spain

⁵ Veterinary Physiology, University of Bern, Switzerland

Inleiding

Het begin van de lactatie bij melkvee kenmerkt zich door een negatieve energiebalans wat resulteert in de mobilisatie van lichaamsvet. Lichaamsvetmobilisatie resulteert in een verhoogde concentratie niet-veresterde vetzuren in het bloed (NEFA), welke in de lever omgezet kunnen worden in ketonzuren, waaronder β -hydroxyboterzuur (BHBA) (Grummer et al., 1993). Hoge BHBA concentratie in het bloed resulteert uiteindelijk in ketose, ofwel slepende melkziekte. Daarnaast is aangetoond dat een verhoogde plasma NEFA concentratie gerelateerd is aan een verhoogde kans op lebmaagverplaatsing, baarmoederontsteking, aan de nageboorte blijven staan, en onvrijwillige afvoer in begin lactatie (Ospina et al., 2010; LeBlanc et al., 2005; Chapinal et al., 2011).

Niet-veresterde vetzuren worden ook naar het uier getransporteerd en zorgen daar voor een verhoging van de vetzuren C18:1 cis-9 en C18:0 in melkvet (Hostens et al., 2012). Eerder is in een beperkte studie ook aangetoond dat deze vetzuren een indicator zijn voor ketose bij melkvee in vroege lactatie (Van Haelst et al., 2008).

Het doel van deze studie was om te onderzoeken of melkvetzuren waardevolle indicatoren zijn voor een verhoogde plasma NEFA concentratie en subklinische ketose (SCK) bij melkvee in begin lactatie.

Toepassing in de praktijk?

Voor het bepalen van de plasma NEFA en BHBA concentratie bij melkvee is het nemen van bloedmonsters noodzakelijk. Een niet-invasieve methode om indirect een verhoging van plasma NEFA of BHBA te meten, zoals via de samenstelling van melkvet, zou in de praktijk makkelijker toepasbaar zijn, mits de bepaling routinematig beschikbaar is en de kosten voor deze bepaling laag genoeg zijn.

Materiaal en methode

De materiaal en methode staat uitgebreid beschreven in bijbehorend wetenschappelijk artikel (Jorjong et al., 2014).

Proefopzet, monsterverzameling en analyse

Voor deze studie zijn bloed- en melkmonsters verzameld in de eerste lactatie van het WHYDRY experiment. De materiaal en methode van dit experiment staat uitgebreid beschreven in het wetenschappelijk artikel (Van Knegsel et al., 2014a) en samengevat in Hoofdstuk 3.1. In het kort, zijn voor dit experiment koeien (N=167) random verdeeld over zes behandelingen. Behandelingen bestonden uit een van de drie droogstandslengtes (0, 30 of 60 dagen) en een van

beide lactatierantsoenen (glucogeen of lipogeen) (zie bijlage). Van 92 koeien is wekelijks op donderdagmorgen een bloedmonster genomen uit de staartvene vanaf 3 weken voor de verwachte kalfdatum tot en met week 8 na de werkelijke kalfdatum. Bloedmonsters zijn gecentrifugeerd (20 min, 3000 x g) en plasma is opgeslagen (-20°C) voor analyse. In week 2, 3, 4 en 8 na de werkelijke kalfdatum is op vrijdagmorgen een melkmonster genomen (10 ml) en opgeslagen (-20°C) voor analyse.

Bloedmonsters zijn geanalyseerd op NEFA en BHBA concentratie met commercieel beschikbare kits, zoals eerder beschreven (Van Dorland et al., 2009). Melkvetzuurprofielen is in de melkmonsters bepaald zoals eerder beschreven (Van Knegsel et al., 2014a).

Statistische analyse

Subklinische ketose (SCK) classificatie. Classificatie van SCK-waarnemingen en niet-SCK waarnemingen werd gebaseerd op een BHBA afkapwaarde, waar plasma BHBA concentratie $\geq 0,8$ mMol/l is geklasseerd als 'verhoogde kans op SCK' en plasma BHBA concentratie $< 0,8$ mMol/l is geclassificeerd als 'geen risico op SCK'.

Niet-veresterde vetzuren (NEFA) classificatie. Plasma NEFA concentratie $\geq 0,6$ mMol/l is geclassificeerd als 'verhoogde plasma NEFA concentratie' (Ospina et al., 2010) en plasma NEFA concentratie $< 0,6$ mMol/l is geklasseerd als 'geen risico op verhoogde plasma NEFA concentratie'.

Discriminant analyse werd gebruikt om de relevante melkvetzuren te identificeren met een relatie met de SCK en NEFA classificatie. De 45 vetzuren in melkvet en de C18:1 *cis*-9 / C15:0 verhouding in melkvet zijn de onafhankelijke variabelen in de analyse (SPSS 21.0, SPSS Inc, Chicago, USA). Verder werd een tweede discriminant analyse uitgevoerd, waarbij enkel de meest discriminerende variabele werd opgenomen. De waarde van deze classificatie werd geëvalueerd via cross-validatie (leave-one-out methode).

Vroege diagnose van verhoogde plasma NEFA concentratie. In de dataset waren geen koeien met subklinische ketose (BHBA >1.2 mMol/l), daarom is alleen de waarde van melkvetzuren voor de vroege diagnose van verhoogde plasma NEFA concentratie geanalyseerd. Hiertoe is de concentratie C18:1 *cis*-9 in melkvet in week 2 na afkalven vergeleken met de maximale plasma NEFA concentratie in week 2 tot en met 8 na afkalven.

Resultaten

Voorspellen verhoogde kans op subklinische ketose

De C18:1 *cis*-9 / C15:0 verhouding in melkvet is de meest discriminerende variabele voor de SCK classificatie met een correcte classificatie van 79,1%. Meer specifiek werden 82,9% van de niet-SCK gevallen en 55,8% van de SCK gevallen correct geclassificeerd. Voor de helft van de SCK gevallen werd een verhouding tussen C18:1 *cis*-9 en C15:0 in melkvet van ten minste 27 vastgesteld, terwijl voor slechts minder dan 10% van de niet-SCK-observaties deze waarde werd overschreden.

Voorspellen verhoogde plasma NEFA concentratie

De C18:1 *cis*-9 concentratie in melkvet is de meest discriminerende variabele voor de verhoogde plasma NEFA classificatie met een correcte classificatie van 82,9%. Meer specifiek werden 84,4% van de niet-verhoogde-NEFA gevallen en 64,3% van de verhoogde NEFA gevallen correct geclassificeerd. Bijna de helft (46%) van de verhoogde NEFA gevallen kon vastgesteld worden op

basis van ten minste 230 g/kg C18:1 *cis*-9 in melkvet, terwijl slechts 6% van de observaties met niet-verhoogde NEFA gehaltes deze norm in melkvet overschreden.

Vroege diagnose van verhoogde plasma NEFA concentratie

Koeien met een concentratie van ten minste 240 g/kg C18:1 *cis*-9 in melkvet in week 2 na afkalven hadden 50% kans op een verhoogde plasma NEFA concentratie in de periode van week 2 tot en met week 8 na afkalven. Voor deze afkapwaarde gold een percentage vals-positieven van 11,4%.

Conclusie

De verhouding tussen C18:1 *cis*-9 en C15:0 is een indicator voor een verhoogd risico op subklinische ketose. De concentratie C18:1 *cis*-9 in melkvet is een indicator voor verhoogde plasma NEFA concentratie. Daarbij voorspelt een hoge concentratie C18:1 *cis*-9 in melkvet in week 2 afkalven (≥ 240 g/kg) een verhoogde kans op hoge plasma NEFA concentratie later in lactatie. Hieruit kan geconcludeerd worden dat melkvetzuren een waardevolle indicator kunnen zijn voor metabole status van koeien in begin lactatie. Toepasbaarheid is afhankelijk van analysekosten en beschikbaarheid van de test op routinebasis; op dit moment is analyse van C15:0 in melkvet op routinebasis nog niet mogelijk.

10 Samenvatting en Discussie

WHYDRY – Verkorten van de droogstand van melkvee: effecten op de melkproductie, energiebalans en koe- en kalf-gezondheid

SAMENVATTING EN DISCUSSIE

Van Knegsel, A.T.M.¹, G.J. Rimmelink², W. Steeneveld³ & B. Kemp¹

¹ Adaptation Physiology Group, Wageningen University

² Livestock Research, Wageningen University and Researchcentrum

³ Business Economics Group, Wageningen University

Inleiding

Sinds het begin van de 20^{ste} eeuw worden melkkoeien enkele weken voor de verwachte kalfdatum drooggezet, d.w.z. niet meer gemolken (Arnold en Becker, 1936). Het doel van de droogstand is om de melkproductie in de daaropvolgende lactatie te maximaliseren (Kuhn et al., 2005). Daarnaast wordt de droogstandperiode ook gebruikt om koeien met subklinische mastitis te behandelen met antibiotica (Bradley et al., 2011).

Recent is er discussie ontstaan of een droogstand van 6 tot 8 weken nog wel optimaal is (Grummer en Rastani, 2004) vanwege een aantal redenen. Ten eerste is de vraag of een maximale melkproductie nog steeds wenselijk is, aangezien een hoge melkproductie in begin lactatie wordt geassocieerd met een hoge ziekte-incidentie (Ingvarsen et al., 2003). Ten tweede is het droogzetten van hoogproductief melkvee met nog een hoge dagproductie bij droogzetten een risico voor uiergezondheid (Green et al., 2008). Ten derde is sinds 2013 in Nederland het gebruik van antibiotica in de veehouderij sterk gelimiteerd. Dit geldt ook voor de antibiotica gebruikt in de droogstand, zgn. droogzetters. Deze antibiotica bepalen mede de lengte van de toegepaste droogstand, vanwege de wachttijd na gebruik van droogzetters voor de levering van melk.

Korter droogzetten of het weglaten van de droogstand kost melk (Kuhn et al., 2005; Van Knegsel et al., 2013), maar een beperkt aantal studies laat ook zien dat deze lagere melkproductie resulteert in een verbetering van de gezondheid en vruchtbaarheid van de koe in de volgende lactatie (Andersen et al., 2005; Rastani al., 2005; Gumen et al., 2005). Niettemin is toepassing in de praktijk van een verkorte droogstandsstrategie nog beperkt, waarschijnlijk vanwege een aantal onduidelijkheden. De meeste studies volgden de koeien een korte periode en er is weinig bekend over de gevolgen voor de totale lactatieproductie of de productie gedurende meerdere lactaties. Daarnaast zijn de verwachte gevolgen van het weglaten van de droogstand voor ziekte-incidentie tegenstrijdig: bv. geen gebruik van droogzetters kan ongunstig zijn voor uiergezondheid, terwijl het droogzetten van een koe met nog een hoge dagproductie ook een risico kan zijn voor uiergezondheid. Bekend is dat biestkwaliteit verminderd is bij het weglaten van de droogstand, maar onduidelijk is wat de gevolgen zijn van verkort droogzetten voor het kalf.

Het doel van WHYDRY was om via een integrale aanpak te onderzoeken wat de consequenties zijn van het verkorten van de droogstand voor melkproductie, melksamenstelling, energiebalans en koe- en kalf gezondheid.

Opzet WHYDRY

Het onderzoeksproject WHYDRY bestond hoofdzakelijk uit een groot dierexperiment waarin koeien 2 lactaties zijn gevolgd onder gecontroleerde omstandigheden. Daarnaast is er een separaat experiment uitgevoerd naar pensontwikkeling van koeien met verschillende droogstandslengtes en

zijn de melkcontrolegegevens geanalyseerd van 11 praktijkbedrijven, welke al een verkorte droogstand toepasten (netwerkbedrijven).

Voor het experiment zijn Holstein-Friesian melkkoeien (N=168) geselecteerd op het proefbedrijf van Dairy Campus in Lelystad (WUR Livestock Research). Koeien zijn random verdeeld over de proefbehandelingen op basis van pariteit, verwachte kalfdatum, melkproductie in de voorgaande lactatie en lichaamsconditiescore (BCS). Behandelingen bestonden uit één van de drie droogstandslengtes (0, 30 of 60 dagen) en één van beide lactatierantsoenen (glucogeen of lipogeen) (zie bijlage), resulterend in een 3 × 2 factoriële proefopzet. Koeien waren gehuisvest in een loopstal met roostervloer en ligboxen. Gedurende de lactatie werden de koeien tweemaal daags gemolken. De koeien met een droogstand van 30 en 60 dagen zijn drooggezet door ze vanaf 7 dagen voor droogzetten het droogstandsrantsoen te voeren en vanaf 4 dagen voor droogzetten eenmaal daags te melken. Op de dag van droogzetten zijn de koeien behandeld met een droogzetter met antibiotica. Koeien in de 0 dagen droogstandsgroep werden gemolken tot afkalven en niet behandeld met een droogzetter. Koeien kregen gedurende twee opeenvolgende lactaties dezelfde droogstandslengte- en rantsoenbehandeling. Het glucogene en lipogene rantsoen werd tot dag 100 in lactatie gevoerd, daarna kregen alle koeien hetzelfde lactatierantsoen verstrekt.

Resultaten: samenvatting en discussie

In deze paragraaf worden de resultaten van het WHYDRY project samengevat en bediscussieerd. Wanneer in de samenvatting resultaten niet gekwantificeerd worden, wordt verwezen naar het hoofdstuk van het WHYDRY rapport waarin de resultaten meer in detail gepresenteerd worden.

Eerste lactatie na een verkorte of weggelaten droogstand

Melk. Weglaten van de droogstand verhoogde het lactose-, vet- en eiwitpercentage in de melk, maar verlaagde de totale productie (week -8 tot en met 44) van melk, lactose, vet en eiwit gedurende de lactatie, vergeleken met een droogstand van 30 of 60 dagen (Tabel 1; Hoofdstuk 3.3). In vergelijking tot een droogstandperiode van 60 dagen resulteerde het verkorten van de droogstand naar 30 dagen in meer melk voor het afkalven, maar minder melk in de volgende lactatie. De totale productie van melk, lactose, vet en eiwit verschilde echter niet significant tussen koeien met een droogstand van 30 of 60 dagen.

Tabel 1. Melkproductie van week 8 voor afkalven tot en met week 44 na afkalven voor koeien met een droogstand van 0, 30 of 60 dagen, in de eerste lactatie van het experiment (LSMEANS ± SEM).

	Droogstandslengte (dagen) ¹			SEM	P-waarde ¹			
	0	30	60		Droogstand	Rantsoen	Pariteit	Droogstand × Pariteit
Koeien, n	56	55	56					
Melk (kg)	8597 ^a	9886 ^b	10409 ^b	182	<0,01	0,88	0,31	0,08
FPCM ² (kg)	9382 ^a	10493 ^b	10818 ^b	193	<0,01	0,71	0,61	0,04
Lactose (kg)	387 ^a	448 ^b	473 ^b	274	<0,01	0,83	0,25	0,06
Vet (kg)	389 ^a	433 ^b	441 ^b	9	<0,01	0,91	0,68	0,02
Eiwit (kg)	334 ^a	365 ^b	368 ^b	6	<0,01	0,41	0,45	0,09

¹ Waarden binnen droogstandslengte in dezelfde rij met verschillende superscripten zijn verschillend ($P < 0.05$);

² Vet- en eiwit gecorrigeerde melk (in kg).

Weglaten van de droogstand had een ander effect op de melkproductie van tweedekalves koeien, in vergelijking met oudere koeien. Tweedekalves koeien zonder droogstand produceerden meer melk voor afkalven, maar hadden een sterkere daling in melkproductie na afkalven, in vergelijking met ouderkalveskoeien. Verkorten van de droogstand resulteerde in een vergelijkbare respons in melkproductie voor tweedekalves en oudere koeien, in vergelijking met een conventionele droogstand.

Energiebalans. Zowel door het weglaten als door het verkorten van de droogstand verschuift melkproductie van de kritische periode na afkalven naar de periode voor afkalven, wanneer de koe makkelijker in haar energiebehoefte kan voorzien (Grummer et al., 2010). De huidige studie laat zien dat deze verschuiving in melkproductie, ook resulteert in een verschuiving van de energiebalans van koeien, zowel voor als na afkalven. Koeien met een droogstand van 60 dagen hebben een positievere energiebalans voor afkalven, maar juist een meer negatieve energiebalans na afkalven, in vergelijking met koeien met een droogstand van 0 of 30 dagen (Hoofdstuk 3.1). Zowel koeien met een droogstand van 0 als 30 dagen hadden een sterk positievere energiebalans na afkalven, in vergelijking met koeien met een droogstand van 60 dagen (Tabel 2). De periode na afkalven waarin koeien zich in een negatieve energiebalans bevinden was met bijna de helft gereduceerd voor koeien zonder droogstand in vergelijking met koeien met een droogstand van 30 of 60 dagen. Het dieptepunt van de negatieve energiebalans in begin lactatie kwam overeen met een mobilisatie van lichaamsvet van 0,58 vs. 1,10 vs. 1,55 kg per dag voor koeien met een droogstand van 0 vs. 30 vs. 60 dagen.

Koeien met een hoofdzakelijk glucogeen rantsoen in vroeg lactatie hadden een kortere periode met een negatieve energiebalans na afkalven en ook een minder negatieve energiebalans in vergelijking met koeien met een hoofdzakelijk lipogeen rantsoen.

Tabel 2. Gemiddelde energiebalans, lengte van de negatieve energiebalans (NEB) en dieptepunt van de NEB vanaf afkalven tot week 14 na kalven voor koeien met een droogstand van 0, 30 of 60 dagen, en een glucogeen (G) of een lipogeen (L) rantsoen, in de eerste lactatie van het experiment (LSMEANS ± SEM).

	Droogstandslengte (dagen)			SEM	Rantsoen		SEM	P-waarde ¹			
	0	30	60		G	L		D	R	P	D×P
Energiebalans (kJ/kg ^{0.75} *d)	38 ^a	-59 ^b	-132 ^c	14	-34	-68	11	<0,01	0,03	0,43	
Lengte NEB (weken)	5,7 ^a	10,4 ^b	11,4 ^b	0,6	8,3	9,9	0,5	<0,01	0,02	<0,01	0,32
Dieptepunt NEB (kJ/kg ^{0.75} *d)	-172 ^a	-336 ^b	-470 ^c	22	-318	-334	18	<0,01	0,51	0,02	0,06

¹ D= Droogstand; R=Rantsoen; P=Pariteit; D×P = Droogstand×Pariteit; Waarden binnen droogstandslengte in dezelfde rij met verschillende superscripten zijn verschillend (P<0.05).

Gezondheid en vruchtbaarheid. De verwachting is dat een verbetering van de energiebalans in begin lactatie resulteert in een verbetering van de gezondheid en vruchtbaarheid van de koe. De reden dat gezondheid en vruchtbaarheid verbeteren is dat de koolhydraat –en vetstofwisseling van de koe verbetert (Grummer et al., 1993; Ingvarstsen et al., 2003). Bij koeien met een sterk negatieve energiebalans wordt veel lichaamsvet gemobiliseerd hetgeen de lever sterk belast en de metabole gezondheid vermindert. Verminderde metabole gezondheid komt tot uiting in stofwisselingsziekten, slepende melkziekte en leververvetting, maar resulteert ook in secundaire ziekten en stoornissen, zoals lebmaagdislocaties en verminderde vruchtbaarheid. De metabole gezondheid van de koe wordt ook weerspiegeld in verschillende bloedwaarden. Binnen WHYDRY hebben koeien zonder droogstand een hogere concentratie glucose, insuline en IGF-1 en een lagere concentratie niet-veresterde vetzuren (NEFA's) in het bloed, in vergelijking met koeien met een droogstand van 30 of 60 dagen (Hoofdstuk 3.2). Daarnaast hebben koeien zonder droogstand een

lagere concentratie tri-acyl-glyceriden (TAG) in de lever. Er was geen verschil in bloed- of leverwaarden tussen koeien met een droogstand van 30 en 60 dagen. Dit betekent een betere metabole gezondheid voor koeien zonder droogstand wat in principe gunstig is voor diergezondheid, vruchtbaarheid en uiteindelijk ook levensduur van de koe (Van Knegsel et al., 2014b). Onafhankelijk van droogstandslengte verbeterde het glucogene rantsoen ook de metabole gezondheid van koeien in begin lactatie, in vergelijking met het lipogene rantsoen. Dit kwam tot uiting in een lagere ureum en een hogere calcium concentratie in het bloed.

De ziekte-incidentie verschilde statistisch niet tussen koeien met verschillende droogstandslengtes of rantsoenen binnen dit experiment (Hoofdstuk 3.2). Dit was in lijn met de verwachting, omdat daarvoor dieraantallen binnen het experiment te beperkt zijn om met een statistische toets verschillen te kunnen aantonen ten aanzien de incidentie van ziekten en stoornissen. Opmerkelijk was wel dat koeien met een glucogeen rantsoen in begin lactatie minder dagen zijn behandeld met antibiotica, in vergelijking met koeien met een lipogeen rantsoen.

Het is bekend dat droogstandsmanagement behalve met metabole gezondheid, ook een sterke relatie heeft met uiergezondheid van de koe (Green et al., 2008). Bestaande studies laten echter geen eenduidig effect zien van droogstandslengte op de incidentie van mastitis (Rastani et al., 2005; Watters et al., 2008; Santschi et al., 2011b), wat overeen komt met de huidige studie. Wel is het duidelijk dat weglaten van de droogstand het celgetal in de melk in de daaropvolgende lactatie verhoogt, dit gold zowel voor het experiment op de Dairy Campus (Hoofdstuk 3.1) als de analyse van de netwerkbedrijven (Steenefeld et al., 2013; Hoofdstuk 7.1). Verkorten van de droogstand had geen effect op het celgetal, in vergelijking met een conventionele droogstand. Bediscussieerd kan worden of de verhoging van het celgetal bij een droogstand van 0 dagen volledig veroorzaakt wordt door het weglaten van de droogstand, of dat ook het weglaten van de droogzetter ook een rol speelt, beide elementen zijn binnen dit project verstrengeld. Bovendien is het de vraag of de verhoging van het celgetal ook betekent dat de uiergezondheid is verslechterd, of dat minder verdunning door lagere melkproductie en een veranderde regeneratie van uiercellen bij koeien zonder droogstand de oorzaak is van de verhoging van het celgetal.

Het is bekend dat een verbetering van de energiebalans en metabole gezondheid resulteert in een verbetering van de vruchtbaarheid van de koe (Thatcher et al., 2010; Wathes et al., 2012). In het huidige experiment waren de verschillen t.a.v. de vruchtbaarheid tussen droogstandslengtes niet statistisch verschillend (Hoofdstuk 4.2). Numeriek werden koeien zonder droogstand eerder cyclisch na afkalven, eerder tochtig na afkalven en hadden een kortere tussenkalftijd. Koeien met een droogstand van 60 dagen hadden meer last van (abnormaal) lange cycli in het begin van de volgende lactatie. Opmerkelijk was dat ondanks dat koeien zonder droogstand eerder cyclisch en eerder tochtig werden het drachtigheidspercentage van koeien zonder droogstand lager was, in vergelijking met koeien met een droogstand van 30 of 60 dagen. Dit werd mogelijk veroorzaakt doordat bevruchtungs- en drachtigheidspercentages niet alleen beïnvloed worden door koefactoren, maar ook door managementfactoren, zoals tochtdetectie en inseminatiemethode.

Pensfunctie. Het separate experiment met 12 pensgefistuleerde koeien welke een droogstand hadden van 0, 30 of 60 dagen liet zien dat weglaten van de droogstand een daling in papiloppervlak voorkomt vóór afkalven die wel gezien wordt bij koeien met een droogstand van 60 dagen (Hoofdstuk 6.1). Verkorten van de droogstand resulteert wel in een daling van het penspapiloppervlak vóór afkalven, maar na afkalven zijn deze koeien in staat het papiloppervlak sneller te laten toenemen dan koeien met een droogstand van 60 dagen. Een groter papiloppervlak na afkalven draagt bij aan een snellere absorptie van fermentatieproducten (vluchtige vetzuren) voor koeien met een verkorte droogstand of zonder droogstand. Daarmee kunnen nutriënten in de pens sneller beschikbaar komen in de bloedbaan.

Tweede lactatie na een verkorte of weggelaten droogstand

De tweede lactatie in het experiment is gestart met 130 kalfkoeien, 38 koeien hebben de proef verlaten hoofdzakelijk omdat ze tijdens de eerste lactatie van het experiment niet meer drachtig werden. Voor afkalven voor de tweede lactatie hadden de 130 koeien een werkelijke droogstandslengte van: 64 ± 2 , 40 ± 5 , en 0 ± 0 dagen na respectievelijk een conventionele, korte of geen droogstand. Daarnaast was er een groep koeien welke voorafgaand aan de eerste lactatie een droogstand hadden gehad van 0 dagen, maar waarvan bleek dat zij zichzelf voorafgaand aan de tweede lactatie ruim voor afkalven droog zette. Dit was 47,5 % van de koeien zonder droogstand in de vorige lactatie. Voor deze koeien is een aparte proefgroep gemaakt (0→30 groep) met uiteindelijk een werkelijke droogstand van 67 ± 8 dagen.

Melk. Verschillen tussen de droogstandslengtes in melkproductieniveau en melksamenstelling waren veel kleiner dan in de eerste lactatie van het experiment (Tabel 3; Hoofdstuk 3.4). Voor afkalven resulteerde weglaten of verkorten van de droogstand in een extra melkproductie. Na afkalven was de totale melkproductie voor koeien met een droogstand van 30 dagen niet verschillend van koeien met een droogstand van 60 dagen. Na afkalven was de totale melkproductie minder voor koeien zonder droogstand in vergelijking met koeien met een droogstand van 60 dagen. Verder hadden koeien die zichzelf droogzetten, maar oorspronkelijk tot de groep zonder droogstand behoorden (0→30 groep), een lager eiwitpercentage in de melk in vergelijking met koeien zonder droogstand of een droogstand van 30 dagen. Uiteindelijk was de totale lactatie productie, vanaf week 8 voor afkalven tot en met week 44 na afkalven, niet verschillend tussen droogstandslengtes. Opvallend was wel dat m.n. koeien die zichzelf droog zetten (0→30 groep), een lagere numerieke lactatieproductie hadden, wat vooral bepaald werd door minder liters melk en een lager melkeiwitpercentage. Overigens produceerden koeien in de 0→30 groep in de eerste lactatie ook minder melk dan de groep koeien die zowel in de eerste en tweede lactatie geen droogstand hadden (24,4 vs. 26,8 kg/d)

Celgetal in de melk was hoger voor koeien zonder droogstand, een droogstand van 30 dagen en in de 0→30 groep, in vergelijking met koeien met een droogstand van 60 dagen.

Tabel 3. Melkproductie van week 8 voor afkalven tot en met week 44 na afkalven voor koeien met een droogstand van 0, 30 of 60 dagen, in de tweede lactatie van het experiment (LSMEANS \pm SEM).

	Droogstandslengte (dagen) ¹				SEM	P-waarde			
	0	0→30 ²	30	60		Droogstand	Rantsoen	Pariteit	Droogstand ×Pariteit
Koeien, n	20	19	41	50					
Melk (kg)	9154	9337	9717	10103	0,15	0,38	0,45	0,70	
FPCM ³ (kg)	10127	9745	10145	10321	0,61	0,34	0,99	0,41	
Lactose (kg)	433	444	442	456	12	0,59	0,62	0,75	0,46
Vet (kg)	424	429	422	427		0,96	0,99	0,17	0,13
Eiwit (kg)	345	331	346	347	8	0,52	0,18	0,66	0,09

¹ Waarden binnen droogstandslengte in dezelfde rij met verschillende superscripten zijn verschillend ($P < 0.05$);

² Koeien die in de eerste lactatie een droogstand hadden van 0 dagen, maar in de tweede lactatie >30 dagen voor de verwachte kalfdatum een melkproductie hadden van < 4 kg /d en daarom zijn droog gegaan;

³ Vet- en eiwit gecorrigeerde melk (in kg).

Energiebalans en voeropname. Ook de verschillen in energiebalans waren veel kleiner tussen droogstandslengtes in de tweede lactatie van het experiment. Er was geen verschil in energiebalans na afkalven tussen koeien met een droogstand van 0, 30 of 60 dagen. Koeien die zichzelf droog zetten (0→30 groep) hadden wel een meer negatieve energiebalans na afkalven. Dit gebrek aan verschil in energiebalans werd enerzijds veroorzaakt door de zeer beperkte verschillen in melkproductie en anderzijds doordat voeropname wel verschilde tussen droogstandslengtes. Koeien die zichzelf droog zetten (0→30 groep) hadden de laagste voeropname, zowel voor als na afkalven, in vergelijking met de overige droogstandsgroepen. WHYDRY is de eerste studie waarbij op grote schaal effecten van verkorten of weglaten van de droogstand op de energiebalans, metabole gezondheid en melkproductie is bekeken. Voor aanvang van het experiment was de verwachting dat de tweede lactatie sterk vergelijkbare resultaten zou opleveren in vergelijking met de eerste lactatie. Daarmee was het dan ook op zijn minst opmerkelijk dat dit niet het geval was, maar dat verschillen in melkproductie en energiebalans tussen droogstandslengtes veel kleiner werden of zelfs verdwenen. Verkorten van de droogstand resulteerde in vergelijkbare melkproductie en dezelfde energiebalans in begin lactatie als een droogstand van 60 dagen. Weglaten van de droogstand resulteerde in minder melk in de volgende lactatie, maar dit werd gecompenseerd door meer melk voor afkalven, waardoor de totale lactatieproductie ook niet afweek van de droogstand van 60 dagen. Ook de energiebalans was niet verschillend tussen 0 en 60 dagen. Daarvoor zijn een aantal mogelijke redenen. Ten eerste was in de eerste lactatie duidelijk dat m.n. tweedekalfs koeien minder melk produceerden na het weglaten van de droogstand, in de tweede lactatie waren er geen tweedekalfskoeien meer in het experiment, omdat alle koeien nu ten minste derdekalfs waren. Ten tweede resulteerde de eerste lactatie in een vervetting van koeien in de behandeling zonder droogstand. Voor afkalven bij de tweede lactatie in het experiment was de conditiescore 3,9 vs. 3,6 vs. 3,2 voor koeien met respectievelijk een droogstand van 0 vs. 30 vs. 60 dagen. Dit werd veroorzaakt doordat koeien met verschillende droogstandslengtes eenzelfde rantsoen gevoerd gekregen terwijl de melkproductie tijdens de eerste lactatie minder was voor koeien met een droogstand van 0 of 30 dagen. Daarmee was er een verschil in vervetting tussen koeien van verschillende droogstandslengtes bij aanvang van de tweede lactatie. Het is bekend dat vette koeien na afkalven een meer negatieve energiebalans hebben en meer problemen hebben met stofwisselingsziekten, zoals slepende melkziekte en leververvetting. Dit wordt veroorzaakt doordat vette koeien slechter eten, m.n. rondom afkalven (Rukkwamsuk et al., 1999). Dit wordt ook wel het 'vette-koeien-syndroom' genoemd (Morrow et al., 1976). Tot op heden was onbekend wat vervetting van de koe betekent in een systeem met een verkorte of zonder droogstand. Het lijkt er nu op dat de gevolgen van vervetting anders zijn voor een koe zonder droogstand dan voor een koe met een droogstand. Normaal gesproken heeft een vette koe een meer negatieve energiebalans na afkalven in vergelijking met een minder vette koe. Dit lijkt niet te kloppen wanneer de vette koeien niet worden drooggezet, want dan is de energiebalans na afkalven vergelijkbaar met minder vette koeien die wel een droogstand hadden. Koeien die zichzelf hebben droog gezet daarentegen bevestigen de bestaande kennis: dit was de meeste vette groep voor afkalven (conditiescore 4,3), hebben het meest slecht gegeten zowel voor als na afkalven en ook de meest negatieve energiebalans in begin lactatie in vergelijking met de overige drie droogstandsgroepen.

De negatieve relatie tussen conditie voor afkalven en voeropname en energiebalans na afkalven wordt ook bevestigd wanneer relaties (regressiefactoren) geschat worden tussen de prestatie van de koe in de eerste en in de tweede lactatie van het WHYDRY experiment (Tabel 4). Conditie en gewicht in de laatste 8 weken voor afkalven een sterk negatieve relatie met de voeropname en energiebalans na afkalven bij alle droogstandslengtes, maar hadden weinig relatie met de melkproductie van de koe na afkalven. Ook een langere tussenkalftijd was gerelateerd aan een lagere voeropname en een meer negatieve energiebalans in begin lactatie, bij met name koeien met een droogstand van 0 of 30 dagen.

Tabel 4. Relaties (regressie factoren, β 's) tussen prestatie van de koe in de eerste lactatie (week 0-44) en laatste 8 weken voor afkalven en tussenkalf tijd van het WHYDRY experiment en de prestatie van de koe in het begin van de tweede lactatie van het experiment (week 2-9).

	Tweede lactatie		
	Voeropname (kg DS/dag)	Melk (kg/d)	Energiebalans (kJ/kg ^{0.75} *d)
Eerste lactatie, week 0-44			
Melk (kg/d)	0,182*	0,328*	1,642
Gewicht (kg)	0,003	-0,001	-0,054
Conditie score	-0,396	-0,753	-11,758
Prepartum periode, week -8-0			
Gewicht (kg)	-0,007	0,004	-0,666*
Conditie score	-0,730*	0,363	-60,068*
Tussenkalf tijd	-0,012*	0,005	-0,809*

*Regressie coëfficiënt was significant verschillend ($P < 0,05$) van 0.

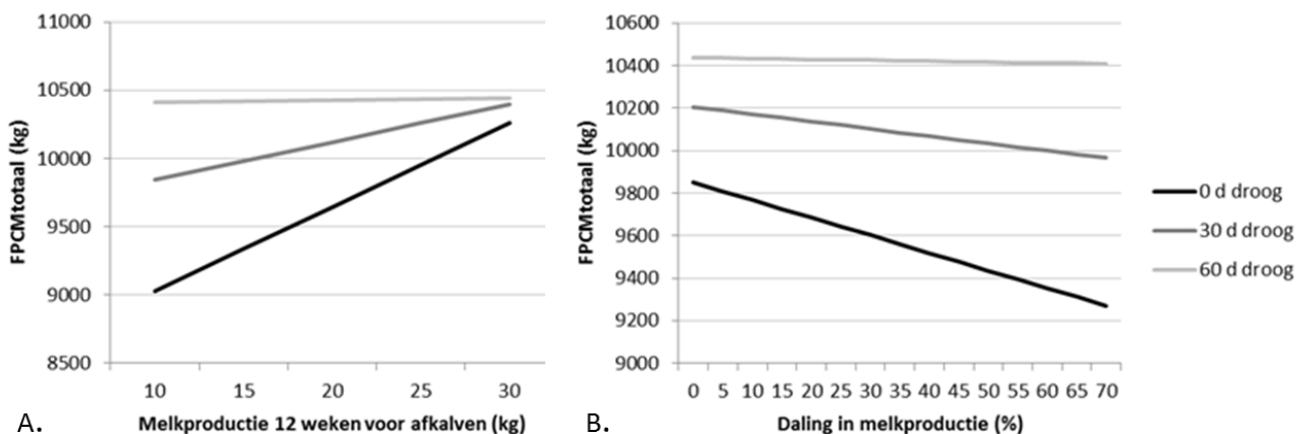
Gezondheid en vruchtbaarheid. De meer negatieve energiebalans werd ook weerspiegeld in een hogere concentratie niet-veresterde vetzuren (NEFA) en β -hydroxyboterzuur (BHBA) in het bloed. Opvallend was echter dat ondanks dat de energiebalans niet verschilde voor koeien zonder droogstand in vergelijking met de overige droogstandsgroepen, de koeien zonder droogstand wel een lagere concentratie tri-acyl glyceriden in de lever hadden en een hogere concentratie insuline en IGF-1 in het bloed. Dit duidt op minder leververvetting, een lagere belasting voor de lever en ook een betere glucosestatus voor koeien zonder droogstand. Dit is in lijn met de eerste lactatie van het experiment. Koeien die zichzelf hebben droog gezet (0→30 groep) hadden de hoogste NEFA concentratie wat ook overeen komt met hun zeer negatieve energiebalans.

Rantsoensamenstelling. Terwijl er in de eerste lactatie weinig tot geen effecten zichtbaar waren van het rantsoencontrast, verbeterde het glucogene rantsoen wel de metabole status in het begin van de tweede lactatie. Koeien met een glucogeen rantsoen hadden een lagere NEFA, BHBA en ureum concentratie in het plasma, lager TAG concentratie in de lever en hogere insuline en IGF-1 concentratie in het plasma, in vergelijking met koeien met een lipogeen rantsoen. Dit duidt op een betere metabole gezondheid van koeien op het glucogene rantsoen in vergelijking met koeien op het lipogene rantsoen.

Natuurlijk kan bediscussieerd worden dat de koeien minder zouden vervetten wanneer het voerniveau van koeien zonder droogstand aangepast was aan de lagere melkproductie van deze koeien. In WHYDRY is er bewust voor gekozen om koeien met verschillende droogstandslengtes eenzelfde rantsoen te voeren, zodat effecten op melkproductie alleen veroorzaakt konden worden door de kortere droogstand en niet door minder beschikbaarheid van nutriënten. De vraag is wat het effect is van een soberder rantsoen in een systeem met een verkorte of geen droogstand. Mogelijk dat daarmee vervetting van koeien voorkomen kan worden, maar onbekend is of het ook ten koste gaat van de melkproductie. Niettemin kan versobering van het rantsoen in een systeem met een verkorte droogstand een interessante strategie zijn ten aanzien van dierwelzijn en diergezondheid, economisch resultaat en de milieu-impact van het melkveebedrijf.

Welke koeien passen in een systeem met een verkorte droogstand?

Eerdere studies lieten al zien dat de melkproductie van oudere koeien (pariteit >2) minder daalt wanneer de droogstand verkort (Pezeski et al., 2007; Santschi et al., 2011a) of weggelaten (Annen et al., 2004) wordt in vergelijking met tweedekalfs koeien. Dit wordt bevestigd door de resultaten van WHYDRY. Naast pariteit, blijkt dat ook de melkproductie 12 weken voor de verwachte kalfdatum en lactatie persistentie, uitgedrukt als het verschil in dagelijkse melkproductie tussen 16 en 12 weken voor de verwachte kalfdatum, het effect bepalen van het verkorten of weglaten van de droogstand op de melkproductie tijdens de totale lactatie. Uit resultaten van het WHYDRY experiment blijkt dat koeien met een hoge melkproductie op 12 weken voor de verwachte kalfdatum en koeien die weinig daling in melkproductie laten zien tussen 16 en 12 weken voor afkalven rustig verkort of niet droog gezet kunnen worden zonder verlies in melkproductie in de volgende lactatie (figuur 1; Hoofdstuk 8.1).



Figuur 1. Totale melkproductie van 60 dagen voor afkalven tot 305 dagen na afkalven (FPCM_{totaal}) voor koeien met een verschillend productieniveau op 12 weken voor de verwachte afkalfdatum (A) en koeien met een verschillende daling in melkproductie tussen 16 en 12 weken voor de verwachte afkalfdatum (B), bij verschillende droogstandslengtes.

Verschillen tussen koeien in melkproductierespons na een verkorte of weggelaten droogstand kunnen dus gedeeltelijk verklaard worden door pariteit of melkproductieniveau van koeien. Daarnaast zijn er ook aanwijzingen dat verschillen tussen koeien in de verbetering van de energiebalans en metabole gezondheid verklaard kunnen worden het genotype (Hoofdstuk 8.2). Binnen het WHYDRY experiment hadden koeien met DGAT1 AK genotype een minder sterke daling in melkproductie en minder verbetering in energiebalans wanneer de droogstand werd weggelaten, in vergelijking met koeien met DGAT1 AA of KK genotype. Koeien met DGAT1 AA genotype, daarentegen, hadden meer kans op vervetting in de daaropvolgende lactatie wanneer de droogstand werd weggelaten.

WHYDRY laat zien dat een managementsysteem met een verkorte of geen droogstand voor bepaalde koeien geschikter is dan voor andere koeien. Tot op heden is de individuele koevariatie enkel onderzocht voor het experiment op Dairy Campus. De vraag is hoe zich dit vertaalt naar andere koeien en bedrijven. Verder kan kennis ten aanzien van de individuele koerespons gebruikt worden voor de ontwikkeling van een beslissingsondersteunend model, uitgebreid met de individuele koerespons ten aanzien van energiebalans, metabole gezondheid en uiergezondheid.

Gevolgen voor het bedrijfsresultaat

Minder melk en een lagere vet- en eiwitproductie per lactatie ten gevolge van het weglaten of verkorten van de droogstand resulteert uiteindelijk ook in een lagere economische melkopbrengst

per lactatie (Tabel 5). De lagere melkproductie resulteert echter ook in een lagere energiebehoefte voor de koe en daarmee in principe ook in lagere voerkosten. Wanneer de voerkosten worden ingeschat op basis van de VEM behoefte (Rutten et al., 2014) lijkt met name het verschil tussen melkopbrengst en geschatte voerkosten negatief uit te pakken voor koeien zonder droogstand. De verschillen in zowel melkopbrengst als geschatte voerkosten tussen koeien met een droogstand van 30 of 60 dagen zijn erg klein. Er zijn echter een aantal kanttekeningen te plaatsen bij deze schattingen. Ten eerste wordt er hiervan uitgegaan dat de kosten voor voer per energie-eenheid (VEM) gelijk is gedurende de lactatie en ook tussen droogstandslengtes. In de praktijk zou het kunnen zijn dat koeien zonder droogstand kunnen volstaan met een eenvoudiger en goedkoper rantsoen, in vergelijking met koeien met een droogstand. Ten tweede zijn er aanwijzingen dat weglaten van de droogstand ook invloed heeft op de benodigde arbeid op het bedrijf en de uitval van koeien (Heeren et al., 2014), dat is niet meegenomen in deze schatting. Wel heeft Heeren et al. (2014) laten zien dat wanneer uitval vermindert dit een groot effect heeft op de economische validatie van een managementsysteem waarbij de droogstand wordt weggelaten. Ten derde is de verwachting dat verkorten of weglaten van de droogstand ook resulteert in een lagere ziekte-incidentie en lagere veterinaire kosten. Schattingen voor ziektekosten bij melkvee zijn schaars en lopen uiteen van 210 euro voor klinische mastitis (Huijps et al., 2008), 66 euro voor melkziekte en voor vruchtbaarheidsproblemen van 14 euro voor verminderde tochtexpressie tot 79 euro voor baarmoederontsteking (Kossaibati en Esslemont, 1997). Naast directe veterinaire kosten (bijvoorbeeld antibiotica), bevatten deze schattingen ook de kosten voor de benodigde extra arbeid van de melkveehouder, de toename in tussenkalftijd, een verhoogd risico op secundaire ziekten en stoornissen en een lagere melkopbrengst (Kossaibati en Esslemont, 1997; Bennett et al., 1999; Huijps et al., 2008).

Tabel 5. Gemiddelde melkopbrengst en geschatte voerkosten per koe per lactatie voor koeien met een droogstand van 0, 30 of 60 dagen gedurende de eerste en tweede lactatie van het experiment.

	Droogstandslengte (dagen)			
	0	0→30 ¹	30	60
Eerste lactatie				
Melkopbrengst per lactatie(in Euro's, FCDF, 2014)	3981		4396	4463
Voerkosten per lactatie ²	1024		1110	1146
Melkopbrengst-voerkosten	2957		3286	3316
Tweede lactatie				
Melkopbrengst (in Euro's, FCDF, 2014)	4214	4141	4220	4254
Voerkosten ²	1087	1071	1094	1113
Melkopbrengst-voerkosten	3126	3069	3126	3141

¹ Koeien welke in de eerste lactatie een droogstand hadden van 0 dagen, maar in de tweede lactatie >30 dagen voor de verwachte kalfdatum een melkproductie hadden van < 4 kg /d en daarom zijn droog gegaan;

² Voerkosten gebaseerd op basis van VEM behoefte (Van Es et al., 1975) en 0,16188 euro/1000VEM (Rutten et al., 2014).

Kalveren

In lijn met bestaande literatuur (Klusmeyer et al., 2009; Rastani et al., 2005), bevatte de biest van koeien zonder droogstand een lagere concentratie antistoffen, in vergelijking met koeien met een droogstand van 30 of 60 dagen (Hoofdstuk 5.1). De kwaliteit van de biest voor koeien met een droogstand van 30 of 60 dagen was gelijk. De draagtijd van koeien zonder droogstand was 2 dagen korter en de kalveren waren 2 kg lichter, in vergelijking met koeien met een droogstand van

30 of 60 dagen. De lagere antistofconcentratie in de biest resulteerde ook in een lager niveau aan antistoffen in het bloed van de kalveren gedurende de eerste 6 weken na geboorte. Na immunisatie van de kalveren in week 6 en 10 na geboorte was er echter geen verschil meer in concentratie van antistoffen in het bloed van de kalveren. Dit betekent dat ondanks de lagere biestkwaliteit, lager geboortegewicht en lagere antistofconcentraties in het bloed gedurende de eerste levensweken, de afweerreactie vanaf 6 weken leeftijd vergelijkbaar is tussen kalveren waarvan de moeders verschillende droogstandslengtes hadden. Niettemin is de verwachting dat de lage biestkwaliteit een risico kan zijn voor kalvergezondheid en -groei. Binnen deze studie werden de kalveren echter vanaf dag 2 na geboorte verder opgefokt op een ander bedrijf. Dit was een opfokbedrijf voor enkel kalveren van Dairy Campus Lelystad en heeft daarmee potentieel een bovengemiddelde gezondheidsstatus.

Netwerk van melkveehouders

Het netwerk van melkveehouders was oorspronkelijk ingepland als onderdeel van WHYDRY met een klankbordfunctie. Pas na de start van het netwerk is besloten ook MPR gegevens te gaan verzamelen op de netwerkbedrijven die al werkten of zijn gaan werken met het verkorten of weglaten van de droogstand. Dit bleek een waardevolle aanvulling te zijn op het bestaande experiment. Ten eerste bleek dat effecten van droogstandslengte op de melkproductie bekend uit de literatuur of het WHYDRY experiment te worden bevestigd door data van Nederlandse praktijkbedrijven (Steeneveld et al., 2013; Hoofdstuk 7.1)). Ten tweede, waren de melkveehouders veel flexibeler in de aanpassing van het management rondom een verkorte droogstand in vergelijking met het experiment. Daarmee waren zij een inspiratiebron voor de mogelijke optimale managementstrategie voor koeien zonder droogstand of met een verkorte droogstand, ten aanzien van bv. rantsoensamenstelling, kalvermanagement en gewenste tussenkalftijd. Ten derde gaven de netwerkbedrijven inzicht in welke bedrijven geschikt zouden zijn voor het verkorten van de droogstand en wat beweegredenen zijn voor een veehouder om te kiezen voor een verkorte droogstand. Hier bleek dat arbeidsvreugde en arbeidsefficiëntie belangrijke drijfveren waren voor het verkorten van de droogstand (Heeren et al., 2014/Hoofdstuk 7.2; Van Dort et al., 2012). Opmerkelijk was daarnaast dat er een grote variatie was tussen bedrijven in type bedrijf (zoals: intensiteit, grootte, type koe, grondsoort) (Van Dort, 2012). Overeenkomst tussen de meeste bedrijven was dat meestal het verkorten of weglaten van de droogstand een methode was om het antibioticagebruik op het bedrijf te verminderen. Dit werd bewerkstelligd door de koeien niet droog te zetten, maar ook door het verkorten van de droogstand wat de lactatieperiode enkele weken verlengde waardoor de melkproductie bij droogzetten verlaagde en droog zetten zonder droogzetter met antibiotica beter haalbaar was.

Verder bleek dat van de praktijkbedrijven ook een deel kiest voor een droogstandslengte afgestemd op de individuele koe. Hierbij verschilden de exacte selectiecriteria om koeien toe te wijzen aan een bepaalde droogstandslengte tussen bedrijven, maar ze hadden meestal betrekking op de melkproductie en het celgetal in de melk van de koe.

Welke vragen zijn er nog na WHYDRY?

Resultaten van het experiment binnen WHYDRY en ook het netwerk van melkveehouders levert nieuwe inzichten, maar ook nieuwe vragen op ten aanzien van de optimale droogstandsstrategie van melkvee.

Rantsoensamenstelling. Een deel van de koeien met een verkorte, of geen, droogstand werd zwaar en vet gedurende het einde van de lactatie. Vervetting was gerelateerd aan een lage melkproductie in deze periode. Men kan verwachten dat rantsoenaanpassingen in het midden of einde van de lactatie de persistentie kan verbeteren en vervetting van de koeien bij een systeem met een verkorte droogstand kan beperken. Naast een verwacht gunstig effect op dierwelzijn en

diergezondheid, kan versoering van het rantsoen bij een verkorte droogstand ook gunstig zijn voor het economisch resultaat en de milieu-impact van het melkveebedrijf.

Antibioticagebruik. Bij het WHYDRY experiment zijn koeien met een droogstand (30 of 60 dagen) altijd drooggezet met een droogzetter met antibiotica. Daarmee is het onduidelijk of de verhoging van het celgetal in de melk bij een droogstand van 0 dagen werd veroorzaakt door het weglaten van de droogstand of door het weglaten van de droogzetter, of beide.

Droogstand afgestemd op de individuele koe. Binnen WHYDRY is de droogstandslengte en het rantsoen in begin lactatie onderzocht door koeien random toe te wijzen aan behandelingen. Dit is wetenschappelijk de meest verantwoorde methode, maar hoogstwaarschijnlijk niet de optimale benadering voor het managen van de droogstand van melkvee in de praktijk. Daarnaast laten de resultaten van WHYDRY ook grote verschillen zien tussen koeien ten aanzien van productie- en gezondheidsresultaten na een verkorte, of weggelaten, droogstand. De veronderstelling is dat de optimale droogstandsstrategie (lengte, antibioticagebruik, rantsoen) verschillend is voor individuele koeien en afhankelijk is van individuele koekenmerken zoals: leeftijd, productieniveau, ziektestatus en genotype.

Consequenties voor milieu, economie en dierwelzijn. Enerzijds kan verwacht worden dat minder kg melk per koe per lactatie resulteert in meer koeien voor het produceren van dezelfde hoeveelheid melk. Anderzijds, minder kg melk per koe per dag stelt minder hoge eisen aan de voedingswaarde van het rantsoen. Van beide kan verwacht worden dat ze (tegenstrijdige) consequenties hebben voor zowel het economisch resultaat als de milieu-impact van het melkveebedrijf. Verder kan verwacht worden dat een verbetering van diergezondheid ook resulteert in een verbetering van dierwelzijn. Aan de andere kant wordt het ontbreken van een droogstand ook wel bediscussieerd als het een vermindering van dierwelzijn zou betekenen, ondanks dat het wel resulteert in minder rigoureuze veranderingen (transities) voor de koe. Op dit moment ontbreekt een geïntegreerde studie naar de consequenties van het verkorten of weglaten van de droogstand voor het milieu, economisch resultaat en dierwelzijn.

Conclusies

Verkorten of weglaten van de droogstand resulteert in een verschuiving van de melkproductie van de kritische periode na afkalven naar de periode voor afkalven wanneer de koe makkelijk in haar energiebehoefte kan voorzien. Er zijn echter duidelijke verschillen in respons ten aanzien van melkproductie en energiebalans tussen koeien met een verkorte droogstand of zonder droogstand, in vergelijking met een conventionele droogstand van 60 dagen.

Verkorten van de droogstand resulteert in beperkte reductie in melkproductie en melkopbrengst, maar met een duidelijke verbetering van de energiebalans in de daaropvolgende lactatie. Verkort droog zetten heeft geen gevolgen voor het celgetal in de melk, biestkwaliteit, antistofconcentratie in het bloed van de kalveren of groei van de kalveren. Een tweede lactatie opnieuw verkort droogzetten is goed mogelijk zeker wanneer het voerniveau daarbij aangepast wordt zodat de koeien niet vervetten en de gunstige effecten van verkort droogzetten voor de energiebalans in stand worden gehouden. Daarmee kan het verkorten van de droogstand naar 30 dagen een interessante strategie zijn om de energiebalans in vroege lactatie te verbeteren zonder dat het gevolgen heeft voor de totale lactatieproductie. Dit geldt zeker wanneer geen rekening gehouden hoeft te worden met de wachttijd van eventuele droogzetters en het gewenst is de melkproductie van koeien met een hoge dagproductie bij droogzetten te verlagen.

Weglaten van de droogstand resulteert in een sterke reductie in melkproductie en melkopbrengst, maar de energiebalans (qua duur en diepte) en metabole gezondheid wordt sterk positief beïnvloed. Biestkwaliteit is echter significant minder, wat ook resulteerde in een lagere concentratie

antistoffen in het bloed van de kalveren tot 6 weken leeftijd, maar daarna niet meer. Verder is het risico dat koeien vervetten en niet persistent genoeg zijn om een tweede lactatie tot aan afkalven gemolken te worden duidelijk aanwezig. Voor bepaalde koeien lijkt deze strategie echter wel succesvol. Koeien met een hoge dagproductie enkele maanden voor afkalven kunnen rustig gemolken worden tot aan afkalven, zonder negatieve gevolgen voor de melkproductie in de totale volgende lactatie.

Onafhankelijk van droogstandslengte is ook het voeren van een glucogeen rantsoen in vroege lactatie gunstig voor de energiebalans en metabole gezondheid, in vergelijking met een meer lipogeen rantsoen. Zeker bij een diepe negatieve energiebalans, bv. bij vette koeien, kan een glucogeen rantsoen de metabole gezondheid van de koe nog wel verbeteren.

Dankwoord

Het WHYDRY project kent zijn oorsprong op het Nottingham Feed Conference in 2005. Hier ontmoetten Saskia van der Drift en ikzelf, Professor Ric Grummer welke hier een presentatie hield over het droogstandslengte onderzoek van Wisconsin University. We gingen naar huis met grote plannen voor een groot onderzoeksproject.

Het project moest de droogstand van melkvee op een multi-disciplinaire wijze bekijken en heroverwegen, maar daarbij relevant zijn voor de Nederlandse melkveehouderij en tevens wetenschappelijke vragen gaan beantwoorden. De eerste versie van het projectvoorstel werd geschreven en vele gesprekken met potentiële financiers volgden. Eind 2009 gaven het Productschap Zuivel, Productschap Diervoeder en CRV groen licht voor de start van WHYDRY!

1 April 2010 is WHYDRY gestart. De begeleiding van het project bestond uit de Stuurgroep met vertegenwoordigers van de financiers en de Werkgroep met vertegenwoordigers van de financiers en onderzoekers. Voortgang en financiën van het project werden door deze commissies bewaakt, maar bovendien ook uitgebreid gediscussieerd over tussentijdse onderzoeksresultaten, deelrapportages en wetenschappelijke manuscripten.

Het meeste experimentele werk is uitgevoerd op de Dairy Campus in Lelystad (voorheen bekend als De Waiboerhoeve), waar zowel het grote dierexperiment, als het separate pensexperiment zijn uitgevoerd. Het grote experiment heeft de stal gedeeltelijk bezet van mei 2010 tot oktober 2013 en werd daarmee bijna onderdeel van de gewone bedrijfsvoering.

Voor aanvang van WHYDRY was het plan om Nederlandse melkveehouders te betrekken door een klankbordgroep van melkveehouders te organiseren, ofwel een netwerk. Boven verwachting konden Wilma en ik op de eerste bijeenkomst 32 geïnteresseerde melkveehouders begroeten! Een gedeelte van deze groep had ook ervaring met het verkorten of weglaten van de droogstand of startte daar gedurende het project mee. Op deze bedrijven hebben we melkcontrolegegevens mogen verzamelen welke van grote toegevoegde waarde bleken. Trots ben ik dat de veehouders van het WHYDRY netwerk hebben toegezegd mee te gaan werken in het netwerk van het nieuwe onderzoeksproject 'Droogstand op Maat'.

WHYDRY is groter geworden dan oorspronkelijk gepland. Onderzoekers van de University of Bern in Zwitserland, Swedish University of Agricultural Sciences in Uppsala, Ghent University in België, Universiteit Utrecht, de leerstoelgroep Zuivel en Animal Breeding and Genomics Centre van Wageningen University hebben WHYDRY verrijkt met hun ideeën, onderzoeksvragen en inzet. Ook hebben Juncai Chen en Novi Mayasari een beurs gekregen uit hun thuisland om hun PhD studie binnen het WHYDRY project in Wageningen uit te voeren. Door deze samenwerkingen gaat WHYDRY een onderdeel vormen van 6 proefschriften. Lu Jing, Sasitorn Jorjong, Ruben de Vries, Roselinde Goselink, Juncai Chen en Novi Mayasari, dank voor jullie toewijding en enthousiasme en ik kijk uit naar de papers die nog komen gaan!

Eigenlijk kan ik zeggen dat de omvang van de resultaten van WHYDRY mijn verwachtingen heeft overtroffen. Dit is te danken aan alle mensen die toegewijd binnen het project aan de slag zijn gegaan, maar zeker ook dankzij alle mensen die gedurende het project zijn aangehaakt en een bijdrage hebben toegevoegd. Dank aan allen die hebben meegeschreven aan het voorstel, meegewerkt aan het project of de experimenten, mensen in de stal, het laboratorium of secretariaat, het netwerk melkveehouders, de financiers, de Werkgroep en de Stuurgroep, onderzoekers, Master studenten en PhD studenten!

Ariëtte
September 2014

Referenties

- Andersen, J.B., T.G. Madsen, T. Larsen, K.L. Ingvarstsen & M.O. Nielsen, 2005. The effects of dry period versus continuous lactation on metabolic status and performance in periparturient cows. *J. Dairy Sci.* 88:3530-3541.
- Annen, E.L., R.J. Collier, M.A. McGuire, J.L. Vicini, J.M. Ballam & M.J. Lormore, 2004. Effect of modified dry period lengths and bovine somatotropin on yield and composition of milk from dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87:3746-3761.
- Annen, E.L., R.J. Collier, M.A. McGuire & J.L. Vicini, 2004. Effects of dry period length on milk yield and mammary epithelial cells. *J. Dairy Sci.* 87: E66-E76.
- Arnold, P.T.D., & R.B. Becker, 1936. Influence of preceding dry period and of mineral supplement in lactation. *J. Dairy Sci.* 19, 257-266.
- Bachman, K.C., 2002. Milk production of dairy cows treated with estrogen at the onset of a short dry period. *J. Dairy Sci.* 85, 797-803.
- Baumgarth, N., J.W. Tung & L.A. Herzenberg, 2005. Inherent specificities in natural antibodies: a key to immune defense against pathogen invasion. *Springer Semin. Immunopathol.* 26: 347-362.
- Baumrucker, C.R., Zbinden, R.S., Van Dorland, H. A., Rummelink, G.J., Kemp, B., Van Knegsel, A.T.M., & R.M. Bruckmaier. 2014. Continuous milking of dairy cows disrupts timing of peak IgG concentration appearance in mammary secretions. *J. Dairy Res.* In press.
- Bennett, R.M., K. Christiansen & R.S. Clifton-Hadley, 1999. Estimating the costs associated with endemic diseases of dairy cattle. *J. Dairy Res.* 66: 455-459.
- Berentsen, P.B.M. & G.W.J. Giesen, 1995. An environmental-economic model at farm level to analyse institutional and technical change in dairy farming. *Agricultural Systems* 49: 153-175.
- Bijl, E., R. de Vries, H. Van Valenberg, T. Huppertz & T. Van Hooijdonk, 2014. Factors influencing casein micelle size in milk of individual cows: Genetic variants and glycosylation of κ -casein. *Int. Dairy J.* 34:135-141.
- Bonfatti, V., G. Chiarot & R. Carnier, 2014. Glycosylation of kappa-casein: Genetic and nongenetic variation and effects on rennet coagulation properties of milk. *J Dairy Sci* 97, 1961-1969.
- Bradley, A.J., J.E. Breen, B. Payne, & M.J. Green, 2011. A comparison of broad-spectrum and narrow-spectrum dry cow therapy used alone and in combination with a teat sealant. *J. Dairy Sci.* 94, 692-704.
- Bruckmaier, R.M., D. Schams & J.W. Blum, 1992. Aetiology of disturbed milk ejection in parturient primiparous cows. *J. Dairy Res.* 59:479-489.
- Butler, W.R., 2003. Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 83:211-218.
- Chapinal, N., M.E. Carson, T.F. Duffield, M. Capel, S. Godden, M. Overton, J. E. Santos & S. J. LeBlanc, 2011. The association of serum metabolites with clinical disease during the transition period. *J. Dairy Sci.* 94:4897-4903.
- Chatham, J.C., L.G. Not, N. Fulop & R.B. Marchase, 2008. Hexosamine biosynthesis and protein O-glycosylation: The first line of defense against stress, ischemia, and trauma. *Shock* 29, 431-440.
- Chen, H.C., S.J. Smith, Z. Ladha, D.R. Jensen, L.D. Ferreira, L.K. Pulawa, J.G. McGuire, R.E. Pitas, R.H. Eckel & R.V. Farese, Jr., 2002. Increased insulin and leptin sensitivity in mice lacking acyl CoA:diacylglycerol acyltransferase 1. *J. Clin. Invest.* 109:1049-1055.
- Chen, H.C., 2006. Enhancing energy and glucose metabolism by disrupting triglyceride synthesis: Lessons from mice lacking DGAT1. *Nutr. Met.* 3:10.
- Church, G.T., L.K. Fox, C.T. Gaskins, D.D. Hancock & J.M. Gay, 2008. The effect of a shortened dry period on intramammary infections during the subsequent lactation. *J. Dairy Sci.* 91, 4219-4225.
- Collier, R.J., E.L. Annen & A.C. Fitzgerald, 2004. Prospects for zero days dry. *Veterinary Clinics of*

- North America: Food Animal Practice 20, 687-701.
- CVB, 2007. Tabellen Veevoeding 2007. CVB-reeks nr. 33. Centraal Veevoederbureau, Productschap Diervoeder, Den Haag, Nederland. www.pdv.nl.
- De Feu, M.A., A.C. Evans, P. Lonergan & S.T. Butler, 2009. The effect of dry period duration and dietary energy density on milk production, bioenergetic status, and postpartum ovarian function in Holstein-Friesian dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92: 6011-6022.
- Fernandez, J., C.M. Ryan, D.M. Galton & T.R. Overton, 2004. Effects of dry period length on performance and health of dairy cows during subsequent lactation. *J. Dairy Sci.* 87, 345.
- Fiat, A.M., J. Chevan, P. Jolles, P. Dewaard, J.F.G. Vliegenthart, F. Piller & J.P. Cartron, 1988. Structural variability of the neutral carbohydrate moiety of cow colostrum k-casein as a function of time after parturition – identification of a tetrasaccharide with blood group-I specificity. *Eur. J. Biochem.* 173, 253-259.
- Frederiksen, P.D., K.K. Andersen, M. Hammershøj, H.D. Poulsen, J. Sørensen, M. Bakman, K.B. Qvist & L.B. Larsen, 2011. Composition and effect of blending of noncoagulating, poorly coagulating, and well-coagulating bovine milk from individual Danish Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 94:4787-4799.
- Graber, M., T. Kohler, T. Kaufman, M.G. Doherr, R.M. Bruckmaier & H.A. Van Dorland, 2010. A field study on characteristics and diversity of gene expression in the liver of dairy cows during the transition period. *J. Dairy Sci.* 90: 5200-5215.
- Green, M.J., A.J. Bradley, G.F. Medley & W.J. Browne, 2008. Cow, farm, and herd management factors in the dry period associated with raised somatic cell counts in early lactation. *J. Dairy Sci.* 91:1403-1415.
- Grummer, R.R., 1993. Etiology of lipid-related metabolic disorders in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 76:3882-3896.
- Grummer, R.R., M.C. Wiltbank, P.M. Fricke, R.D. Watters & N. Silva-del-Rio, 2010. Management of dry and transition cows to improve energy balance and reproduction. *J. Reprod. Dev.* 56: S22-S28.
- Grummer, R.R. & R.R. Rastani, 2004. Why reevaluate dry period length? *J. Dairy Sci.* 87, E77-E85.
- Guerin, J., C. Alais, J. Jolles, & P. Jolles, 1974. k-Casein from bovine colostrum. *Biochimica Et Biophysica Acta* 351, 325-332.
- Gulay, M.S., M.J. Hayen, K.C. Bachman, T. Belloso, M. Liboni & H.H. Head, 2003. Milk production and feed intake of Holstein cows given short (30-d) or normal (60-d) dry periods. *J. Dairy Sci.* 86, 2030-2038.
- Gumen, A., R.R. Rastani, R.R. Grummer & M.C. Wiltbank, 2005. Reduced dry periods and varying prepartum diets alter postpartum ovulation and reproductive measures. *J. Dairy Sci.* 88: 2401-2411.
- Guy, M.A., T.B. McFadden, D.C. Cockrell & T.E. Besser, 1994. Regulation of colostrum formation in beef and dairy cows. *J. Dairy Sci.* 77: 3002-3007.
- Heck, J.M.L., C. Olieman, A. Schennink, H.J.F. Van Valenberg, M. Visker, R.C.R. Meuldijk & A.C.M. Van Hooijdonk, 2008. Estimation of variation in concentration, phosphorylation and genetic polymorphism of milk proteins using capillary zone electrophoresis. *Int. Dairy J.* 18(5):548-555.
- Heeren, J.A.H., W. Steeneveld & P.B.M. Berentsen, 2014. Economic comparison of a sixty day dry period with no dry period on Dutch dairy farms. *Liv. Sci.* In press.
- Holland, J.W., H.C. Deeth & P.F. Alewood, 2004. Proteomic analysis of K-casein microheterogeneity. *Proteomics* 4:743-752.
- Hostens, M., V. Fievez, J.L.M.R. Leroy, J. Van Ranst, B. Vlaeminck & G. Opsomer, 2012. The fatty acid profile of subcutaneous and abdominal fat in dairy cows with left displacement of the abomasum. *J. Dairy Sci.* 95:3756-3765.
- Huijps, K., T.J.G.M. Lam & H. Hogeveen, 2008. Costs of mastitis: facts and perception. *J. Dairy Res.* 75: 113-120.
- Ingvartsen, K.L., R.J. Dewhurst & N.C. Friggens, 2003. On the relationship between lactational performance and health: is it yield or metabolic imbalance that causes diseases in cattle?

- Livest. Prod. Sci. 83: 277-308.
- Johansson, M., M. Akerstedt, S.J. Li, G. Zamaratskaia & A.S. Lundh, 2013. Casein Breakdown in Bovine Milk by a Field Strain of *Staphylococcus aureus*. *J. Food Prot.* 76:1638-1642.
- Jolicoeur, M., A.F. Brito, D. Pellerin, D. Lefebvre, R. Berthiaume, & C.L. Girard, 2010. Short dry period management to improve feed efficiency in early lactation. In: *WCDS Advances in Dairy Technology*, p. 388.
- Jorjong, S. Van Knegsel, A.T.M., Verwaeren, J., Lahoz, M.V., Bruckmaier, R. M., De Baets, B., Kemp, B., & V. Fievez. 2014. milk fatty acids as possible biomarkers to early diagnose elevated concentrations of blood plasma nonesterified fatty acids in dairy cows. *J. Dairy Sci.* In press.
- Klein, M.S., N. Buttchereit, S.P. Miemczyk, A.K. Immervoll, C. Louis, S. Wiedemann, W. Junge, G. Thaller, P.J. Oeffner & W. Gronwald, 2012. NMR metabolomic analysis of dairy cows reveals milk glycerophosphocholine to phosphocholine ratio as prognostic biomarker for risk of ketosis. *J. Proteome Res.* 11: 1373-1381.
- Klusmeyer, T.H., A.C. Fitzgerald, A.C. Fabellar, J.M. Ballam, R.A. Cady & J.L. Vicini, 2009. Effect of recombinant bovine somatotropin and a shortened or no dry period on the performance of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92: 5503-5511.
- Kossaibati, M.A. & R.J. Esslemont, 1997. The costs of production diseases in dairy herds in England. *Vet. J.* 154: 41-51.
- Kuhn, M.T., J.K. Hutchison & H.D. Norman, 2005. Minimum days dry to maximize milk yield in the subsequent lactation. *Anim. Res.* 54: 351-367.
- LeBlanc, S.J., K.E. Leslie & T.F. Duffield, 2005. Metabolic predictors of displaced abomasum in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 88:159-170.
- Lehmann M., O. Wellnitz & R.M. Bruckmaier, 2013. Concomitant lipopolysaccharide-induced transfer of blood-derived components including immunoglobulins into milk. *J. Dairy Sci.* 96:889-896.
- Littell, R.C., G.A. Milliken, W.W. Stroup & R.D. Wolfinger, 1996. SAS system for mixed models. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Lotan, E. & J.H. Adler, 1976. Observations on the effect of shortening the dry period on milk yield, body weight, and circulating glucose and FFA levels in dairy cows. *Tijdschr. Diergeneeskunde* 101, 77-82.
- Lu, J., Antunes Fernandes, E., Páez Cano, A.E., Vinitwatanakhun, J., Boeren, S., Van Hooijdonk, A., Vervoort, J., & K.A. Hettinga. 2013. Changes in milk proteome and metabolome associated with dry period length, energy balance, and lactation stage in postparturient dairy cows. *J. Proteome Res.* 12: 3288-3296.
- Lutz, H.U., 2007. Homeostatic roles of naturally occurring antibodies: an overview. *J. Autoimmun.* 29: 287-294.
- Mantovani, R., L. Marinelli, L. Bailoni, G. Gabai & G. Bittante, 2010. Omission of dry period and effects on the subsequent lactation curve and on milk quality around calving in Italian Holstein cows. *Ital.J.Anim.Sci.* 9:101-108.
- Martens, H., I. Rabbani, Z. Shen, F. Stumpff & C. Deiner, 2012. Changes in rumen absorption processes during transition. *Anim Feed Sci Techn* 173:95-102.
- Morrow, D.A., 1976. Fat cow syndrome. *J. Dairy Sci.* 59: 1625-1629.
- Neave, F.K., F.H. Dodd & R.G. Kingwill, 1966. A method of controlling udder disease. *Vet. Rec.* 78, 521-523.
- Ochsenbein, A.F. & R.M. Zinkernagel, 2000. Natural antibodies and complement link innate and acquired immunity. *Immunol. Today* 21: 624-630.
- Odongo, N.E., O. AlZahal, M.I. Lindinger, T.F. Duffield, E.V. Valdes, S.P. Terrell & B.W. McBride, 2006. Effects of mild heat stress and grain challenge on acid-base balance and rumen tissue histology in lambs. *J. Anim. Sci.* 84:447-455.
- Ospina, P.A., D.V. Nydam, T. Stokol & T.R. Overton, 2010. Evaluation of nonesterified fatty acids and β -hydroxybutyrate in transition dairy cattle in the northeastern United States: Critical thresholds for prediction of clinical diseases. *J. Dairy Sci.* 93:546-554.
- Ostensen, S., J. Foldager & J. E. Hermansen, 1997. Effects of stage of lactation, milk protein

- genotype and body condition at calving on protein composition and renneting properties of bovine milk. *J. Dairy Res.* 64:207-219.
- Pezeshki, A., J. Mehrzad, G.R. Ghorbani, H.R. Rahmani, R.J. Collier & C. Burvenich, 2007. Effects of short dry periods on performance and metabolic status in Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90:5531-5541.
- Pezeshki, A., J. Mehrzad, G.R. Ghorbani, B. De Spiegeleer, R.J. Collier & C. Burvenich, 2008. The effect of dry period length reduction to 28 days on the performance of multiparous dairy cows in the subsequent lactation. *Can. J. Anim. Sci.* 88: 449-456.
- Pezeshki, A., A.V. Capuco, B. De Spiegeleer, L. Peelman, M. Stevens, R.J. Collier & C. Burvenich, 2010. An integrated view on how the management of the dry period length of lactating cows could affect mammary biology and defence. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 94, e7-e30.
- Ploegaert, T.C.W., 2010. Parameters for natural resistance in bovine milk. PhD thesis Wageningen University, Wageningen, The Netherlands.
- Productschap Zuivel. 2013. Zuivelproductie per land.
- Rastani, R.R., R.R. Grummer, S.J. Bertics, A. Gumen, M.C. Wiltbank, D.G. Mashek & M.C. Schwab, 2005. Reducing dry period length to simplify feeding transition cows: Milk production, energy balance, and metabolic profiles. *J. Dairy Sci.* 88:1004-1014.
- Remond, B., A. Ollier & G. Miranda, 1992. Milking of cows in late pregnancy: milk production during this period and during the succeeding lactation. *J. Dairy Res.* 59, 233-241.
- Remond, B., J. Rouel, N. Pinson & S. Jabet, 1997. An attempt to omit the dry period over three consecutive lactations in dairy cows. *Ann. Zootech.* 46:399-408.
- Robitaille, G., K.F. Ngkwaihang & H.G. Monardes, 1991. Variation in the N-acetyl neuraminic acid content of bovine kappa-casein. *J Dairy Res* 58, 107-114.
- Rukkamsuk, T., T.A. Kruip & T. Wensing, 1999. Relationship between overfeeding and overconditioning in the dry period and the problems of high producing dairy cows during the postparturient period. *Vet. Q.* 21:71-77.
- Rutten, C.J., W. Steeneveld, C. Inchaisri & H. Hogeveen, 2014. An ex-ante analysis on the use of activity meters for automated estrus detection, to invest or not to invest? *J. Dairy Sci.* Accepted.
- Santschi, D.E., D.M. Lefebvre, R.I. Cue, C.L. Girard & D. Pellerin, 2011a. Complete-lactation milk and component yields following a short (35-d) or a conventional (60-d) dry period management strategy in commercial Holstein herds. *J. Dairy Sci.* 94, 2302-2311.
- Santschi, D.E., D.M. Lefebvre, R.I. Cue, C.L. Girard & D. Pellerin, 2011b. Incidence of metabolic disorders and reproductive performance following a short (35-d) or conventional (60-d) dry period management in commercial Holstein herds. *J. Dairy Sci.* 94, 3322-3330.
- Santschi, D.E., D.M. Lefebvre, R.I. Cue, C.L. Girard & D. Pellerin, 2011c. Economic effect of short (35-d) compared with conventional (60-d) dry period management in commercial Canadian Holstein herds. *J. Dairy Sci.* 95, 4734-4743.
- Schennink, A., W.M. Stoop, M.H. Visker, J.M. Heck, H. Bovenhuis, J.J. van der Poel, H.J. Van Valenberg & J.A.M. Van Arendonk, 2007. DGAT1 underlies large genetic variation in milk-fat composition of dairy cows. *Anim. Gen.* 38:467-473.
- Schlamberger, G., S. Wiedemann, E. Viturro, H.H.D. Meyer & M. Kaske, 2010. Effects of continuous milking during the dry period or once daily milking in the first 4 weeks of lactation on metabolism and productivity of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93:2471-2485.
- Schopen, G.C.B., J.M.L. Heck, H. Bovenhuis, M.H.P.W. Visker, H.J.F. Van Valenberg & J.A.M. Van Arendonk, 2009. Genetic parameters for major milk proteins in Dutch Holstein-Friesians. *J. Dairy Sci.* 92:1182-1191.
- Soleimani, A., A.H. Moussavi, M.D. Mesgaran & A. Golian, 2010. Effects of dry period length on, milk production and composition, blood metabolites and complete blood count in subsequent lactation of Holstein dairy cows. *World Academy of Science, Engineering and Technology* 68, 628-633.
- Sørensen, J.T., C. Enevoldsen & T. Kristensen, 1993. Effects of different dry period lengths on production and economy in the dairy herd- estimated by stochastic simulation. *Livest. Prod.*

Sci. 33:77-90.

- Sørensen, J.T. & C. Enevoldsen, 1991. Effect of dry period length on milk production in subsequent lactation. *J. Dairy Sci.* 74: 1277-1283.
- Steenefeld, W., Y.H. Schukken, A.T.M. Van Kneegsel & H. Hogeveen, 2013. Effect of different dry period lengths on milk production and somatic cell count in subsequent lactation on commercial Dutch dairy herds. *J. Dairy Sci.* 96: 2988-3001.
- Steenefeld, W., A.T.M. Van Kneegsel, G.J. Remmelink, B. Kemp, J.C.M. Vernooij & H. Hogeveen, 2014. Cow characteristics and their association with production performance with different dry period lengths. *J. Dairy Sci.* 97: 4922-4931.
- Stelwagen, K., C.G. Prosser, S.R. Davis, V.C. Farr, I. Politis, J.H. White & B. Zavizion, 1994. Effect of Milking Frequency and Somatotropin on the Activity of Plasminogen Activator, Plasminogen, and Plasmin in Bovine Milk. *J. Dairy Sci.* 77:3577-3583.
- Swaigood, H.E., 1992. Chemistry of the caseins. Pages 63-110 in *Advanced Dairy Chemistry*. Vol. 1. P. F. Fox, ed. Blackie Academic and Professional, London.
- Tamminga, S., W.M. Van Straalen, A.P.J. Subnel, R.G.M. Meijer, A. Steg, C.J.G. Wever & M.C. Blok, 1994. The Dutch protein evaluation system: the DVE/OEB system. *Livest. Prod. Sci.* 40: 139-155.
- Thatcher W.W., J.E.P. Santos, F.T. Silvestre, I.H. Kim & C.R. Staples, 2010. Perspective on physiological/endocrine and nutritional factors influencing fertility in post-partum dairy cows. *Reprod. Dom. Anim.* 45 (Suppl. 3): 2-14.
- Van Dorland, H.A., S. Richter, I. Morel, M.G. Doherr, N. Castro & R.M. Bruckmaier, 2009. Variation in hepatic regulation of metabolism during the dry period and in early lactation in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92:1924-1940.
- Van Dort, A., 2012. Karakterisering van vijftien melkveebedrijven die verkort of niet droogzetten. Verslag onderzoeksstage. Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Utrecht.
- Van Es, A.J.H., 1975. Feed evaluation for dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 4: 95-107.
- Van Haelst, Y.N.T., A. Beeckman, A.T.M. Van Kneegsel & V. Fievez, 2008. Short communication: Elevated concentrations of oleic acid and long chain fatty acids in milk fat of multiparous subclinical ketotic cows. *J. Dairy Sci.* 91:4683-4686.
- Van Kneegsel, A.T.M., H. Van den Brand, J. Dijkstra, W.M. Van Straalen, M.J.W. Heetkamp, S. Tamminga & B. Kemp, 2007a. Dietary energy source in dairy cows in early lactation: energy partitioning and milk composition. *J. Dairy Sci.* 90: 1467-1476.
- Van Kneegsel, A.T.M., H. Van den Brand, J. Dijkstra, W.M. Van Straalen, R. Jorritsma, S. Tamminga & B. Kemp, 2007b. Effect of glucogenic vs. lipogenic diets on energy balance, blood metabolites, and reproduction in primiparous and multiparous dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 90: 3397-3409.
- Van Kneegsel, A.T.M., G. de Vries Reilingh, S. Meulenberg, H. Van den Brand, J. Dijkstra, B. Kemp & H.K. Parmentier, 2007c. Natural antibodies related to energy balance in early lactation dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90: 5490-5498.
- Van Kneegsel, A.T.M., M. Hostens, G. De Vries Reilingh, A. Lammers, B. Kemp, G. Opsomer & H.K. Parmentier, 2012. Natural antibodies related to metabolic and mammary health in dairy cows. *Prev. Vet. Med.* 103: 287-297.
- Van Kneegsel, A.T.M., S.G.A. van der Drift, J. Čermáková & B. Kemp, 2013. Effects of shortening the dry period of dairy cows on milk production, energy balance, health, and fertility: A systematic review. *Vet. J.* 198:707-713.
- Van Kneegsel, A.T.M., G.J. Remmelink, S. Jorjong, V. Fievez & B. Kemp, 2014a. Effect of dry period length and dietary energy source on energy balance, milk yield and milk composition of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97: 1499-1512.
- Van Kneegsel, A.T.M., H.H. Hammon, U. Bernabucci, G. Bertoni, R.M. Bruckmaier, R.M.A. Goselink, J.J. Gross, B. Kuhla, C. C. Metges, H.K. Parmentier, E. Trevisi, A. Troscher & A.M. Van Vuuren, 2014b. Metabolic adaptation during early lactation: key to cow health, longevity and a sustainable dairy production chain. *CAB Reviews* 9: 1-15.
- Villanueva, C.J., M. Monetti, M. Shih, P. Zhou, S.M. Watkins, S. Bhanot & R.V. Farese, Jr., 2009.

- Specific role for acyl CoA:Diacylglycerol acyltransferase 1 (DGAT1) in hepatic steatosis due to exogenous fatty acids. *Hepatology* 50:434-442.
- Walstra, P., J.T.M. Wouters & T.J. Geurts, 2006. *Dairy Science and Technology*. Second ed. Taylor and Francis.
- Wathes, D.C., 2012. Mechanisms linking metabolic status and disease with reproductive outcome in the dairy cow. *Reprod. Dom. Anim.* 47: 304–312.
- Watters, R.D., J.N. Guenther, A.E. Brickner, R.R. Rastani, P.M. Crump, P.W. Clark & R.R. Grummer, 2008. Effects of dry period length on milk production and health of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 91: 2595–2603.
- Watters, R.D., M.C. Wiltbank, J.N. Guenther, A.E. Brickner, R.R. Rastani, P.M. Fricke & R.R. Grummer, 2009. Effect of dry period length on reproduction during the subsequent lactation. *J. Dairy Sci.* 92: 3081-3090.
- Wientjes, J.G.M., A.T.M. Van Knegsel, G.J. Remmelink, B. Kemp & T.J.G.M. Lam, 2013. Eindevaluatie pilot uiergezondheid in het WHYDRY project. ABRES rond rapportage.
- Wilmink, J.B.M., 1987. Adjustment of test-day milk, fat and protein yield for age, season and stage of lactation. *Livest. Prod. Sci.* 16:335-348.
- Yang, Y.X., W.J. Shen, X.W. Zhao, H.L. Zhao, D.W. Huang, & G.L. Cheng, 2014. Proteomics and pathway analysis of N-glycosylated mammary gland proteins in response to *Escherichia coli* mastitis in cattle. *Vet. J.* 200, 420-425.
- Zom, R.L., J. Van Baal, R.M. Goselink, J.A. Bakker, M.J. De Veth & A.M. Van Vuuren, 2011. Effect of rumen-protected choline on performance, blood metabolites, and hepatic triacylglycerols of periparturient dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 94: 4016-4027.

Bijlage

Tabel 1. Ingredient en berekende¹ chemische samenstelling van het glucogene, lipogene en lactatie krachtvoer.

	Glucogeen	Lipogeen	Lactatie
Ingredient, g/kg			
Raapzaadschroot	11,29	17,04	16,41
Mais	53,08		28,79
Maismeel			1,94
Palmpitschilfers		21,26	21,23
Bietenpulp	7,23	32,10	
Citruspulp			12,44
Tarwe	3,90	6,12	0,58
Sojahullen	0,49		
Sojaschroot	8,66	1,69	3,38
Sojaschroot, formaldehyde behandeld	2,24	1,84	3,86
Raapzaadschroot, formaldehyde behandeld	3,46	5,94	1,41
Energizer RP10 ²		2,01	2,01
Melasse	5,70	4,70	4,03
Vinasse		3,92	3,41
Palmolie	0,10	1,19	0,06
Calciumcarbonaat	1,93	1,09	0,47
Magnesiumoxide	0,71	0,45	0,47
Zout	0,75	0,51	0,55
Ureum			0,07
Mineralen-vitaminen mix ³	0,23	0,24	0,32
Berekende chemische samenstelling			
Droge stof, g/kg product	873	879	878
Ruw eiwit, g/kg DS	181	194	205
Ruw vet	33	71	45
NDF	178	379	269
ADF	79	222	161
ADL	18	50	35
Zetmeel	417	28	252
Suikers	77	103	93
As	79	90	67
DVE ⁴	120	120	124
OEB ⁵	12	12	25
NE ⁶ , MJ/kg DS	7,7	7,7	7,6

¹ Gebaseerd op de CVB tabel (Centraal Veevoederbureau, 2007);

² Pensbestendig vet uit palmoilie (IFFCO International, Maleisië);

³ Premix 2016, PreMervo, Utrecht, Nederland;

⁴ Darmverteerbaar eiwit (Tamminga et al., 1994);

⁵ Onbestendige eiwitbalans (Tamminga et al., 1994);

⁶ Netto energie voor lactatie berekend met het VEM systeem (Van Es, 1975).

Tabel 2. Ingredient en berekende chemische samenstelling rantsoenen¹

Rantsoen	Prepartum		Postpartum	
	Droogstaand	Lacterend	Glucogeen	Lipogeen
Ingredient, g/kg DS				
Graskuil	391	484	338	
Maiskuil	245	321	227	227
Sojaschroot	38	68	46	46
Raapzaadschroot	79	52	36	36
Koolzaadstro	2	1	10	10
Tarwestro	245	13	5	5
Krachtvoer	0	56	338	338
Droge stof, g/kg product	532	453	561	566
Ruw eiwit, g/kg DS	116	159	167	169
Ruw vet	26	31	31	37
NDF	527	384	318	389
ADF	326	229	182	224
Zetmeel	65	117	215	106
Suikers	67	80	82	85
As	74	76	76	80
DVE ²	47	80	87	84
OEB ³	10	21	17	17
NE ⁴ , MJ/kg DS	5,26	6,48	6,55	6,52

¹ Gebaseerd op werkelijke voeropname;

² Darmverteerbaar eiwit (Tamminga et al., 1994);

³ Onbestendige eiwitbalans (Tamminga et al., 1994);

⁴ Netto energie voor lactatie berekend met het VEM systeem (Van Es, 1975).