

Droogstand op Maat

Verkorten van de droogstand van melkvee: effecten op vervetting en persistentie, uiergezondheid, dierenwelzijn, melkproductie, economie en milieu

Editors: A.T.M. van Knegsel, R.J. van Hoeij en A. Kok

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

Dit onderzoek is gefinancierd door Zuivel NL en het ministerie van Economische Zaken, als onderdeel van PPS Duurzame Zuivelketen.

Wageningen, juni 2018.

ABSTRACT

Van Knegsel, A.T.M., R.J. van Hoeij, en A. Kok (Editors), 2018. *Droogstand op Maat: Verkorten van de droogstand van melkvee: effecten op vervetting en persistentie, uiergezondheid, dierenwelzijn, melkproductie, economie en milieu*. Wageningen University, Wageningen, Nederland. 98 blz.

Uit eerdere studies is bekend dat het verkorten of weglaten van de droogstand een positief effect heeft op de energiebalans, stofwisseling, en vruchtbaarheid van koeien na afkalven, vergeleken met een conventionele droogstandslengte van 6 tot 8 weken. Daarmee is het verkorten of weglaten van de droogstand potentieel een interessante strategie om gezondheid en welzijn van melkvee te managen en resulteert het mogelijk ook in een verlenging van de levensduur. Er zijn echter een aantal vragen ten aanzien van het verkorten of weglaten van de droogstand welke voor toepassing in de praktijk beantwoord moeten worden:

- Kan een optimale rantsoensamenstelling en voergift de persistentie van de lactatiecurve van koeien met een verkorte of zonder droogstand ondersteunen, en vervetting van koeien zonder droogstand beperken?
- Wat zijn de gevolgen van het weglaten van de droogstand voor uiergezondheid wanneer dit vergeleken wordt met een droogstand waarbij koeien zonder droogzetantibiotica drooggaan?
- Beïnvloedt het weglaten van de droogstand het gedrag van de koeien zowel voor als na afkalven?
- Wat zijn de lange termijn effecten van het verkorten of weglaten van de droogstand over meerdere lactaties?
- Wat zijn de gevolgen van het verkorten of weglaten van de droogstand voor het netto bedrijfsresultaat en de milieu-impact van het melkveebedrijf?
- Welke koekenmerken bepalen de melkproductie en diergezondheid na een verkorte of geen droogstand?

De doelen van 'Droogstand op Maat' waren 1. Antwoord te geven op bovenstaande vragen, en 2. De (verkorte) droogstandsstrategie te optimaliseren en toepasbaar te maken voor de Nederlandse melkveehouderij door middel van een benadering afgestemd op de individuele koe en de ontwikkeling van een beslisboom. Deze 2 doelen worden benaderd in respectievelijk fase 1 en 2 van Droogstand op Maat.

Dit rapport betreft de resultaten uit fase 1 van Droogstand op Maat. Fase 1 bestond uit twee onderdelen: 1. Experiment onder gecontroleerde omstandigheden op Dairy Campus in Lelystad; en 2. Onderzoek bij een netwerk met 16 Nederlandse melkveehouders welke doelbewust de droogstand verkorten of weglaten voor ten minste een gedeelte van hun koeien.

Binnen het experiment zijn 120 Holstein-Friesian koeien random toegewezen aan een droogstand van 0 of 30 dagen en kregen de koeien ofwel een hoofzakelijk lipogeen of glucogeen rantsoen gevoerd vanaf 6 weken na afkalven. Binnen de groep met een 0 dagen droogstand zijn koeien tevens random toegewezen aan een standaard energieniveau in het rantsoen, of een laag energieniveau passend bij hun verwachte melkproductie. De koeien met een 30 dagen droogstand zijn droog gegaan zonder gebruik van droogzetantibiotica.

Verlagen van het energieniveau van koeien zonder droogstand tot hun behoefte aan energie voor melkproductie had geen invloed op de melkproductie of lactatiepersistentie, maar verlaagde de positieve energiebalans en zorgde voor een lagere wekelijkse gewichtstoename tijdens de lactatie. Het voeren van een lipogeen rantsoen, in vergelijking met een glucogeen rantsoen, had geen invloed op vervetting en lactatiepersistentie, ondanks dat de concentratie lactogene hormonen in het bloed wel veranderde.

Koeien zonder droogstand hadden een hoger celgetal na afkalven dan koeien met een verkorte droogstand, maar dit leidde niet tot significant meer periodieke verhogingen van celgetal of meer gevallen van klinische mastitis in de volgende lactatie.

Koeien zonder droogstand hadden voor afkalven een kortere ligduur en liepen meer per dag dan koeien met een verkorte droogstand. Na afkalven hadden koeien zonder droogstand een hogere voeropname, een langere ligduur, en een betere metabole status dan koeien met een verkorte droogstand. Bovendien waren de veranderingen in liggedrag, activiteit en voeropname ook kleiner van de periode voor afkalven naar de periode na afkalven voor koeien zonder droogstand, in vergelijking met koeien met een droogstand.

Het netwerk veehouders zette doelbewust en vrijwillig hun koeien, of een gedeelte van hun koeien, verkort of helemaal niet droog. De informatie van deze praktijkbedrijven is gebruikt om inzicht te krijgen in de effecten van droogstandslengte op melkproductie over meerdere lactaties en evaluatie van de consequenties van een verkorte of geen droogstand voor economie en milieu.

Ten eerste is een nieuwe maat voor lactatieproductie ontwikkeld welke corrigeert voor verschillen in droogstandslengte en verschillen in tussenkalftijd tussen koeien: de zgn. effectieve lactatieproductie. Verschillen in melkproductie tussen koeien met verschillende droogstandslengtes waren kleiner wanneer gecorrigeerd werd voor verschillen in droogstandslengte en tussenkalftijd, dan zonder deze correcties (305 dagen productie). De 305 dagen productie van koeien was met een verkorte of geen droogstand was bijvoorbeeld 7.6% en 23% lager dan met een standaard droogstand, terwijl de effectieve lactatieproductie slechts 2.2% en 12% lager was.

Op bedrijfsniveau waren de gevolgen van het weglaten van de droogstand kleiner (-3.5% melk) dan op koeniveau. Deels kwam dit doordat vaarzen in de vergelijking worden meegenomen, die niet dalen in melkproductie door het verkorten van de droogstand, en doordat het weglaten van de droogstand minder effect heeft op melkproductie van oudere koeien. De effecten op bedrijfsinkomen van een verkorte of geen droogstand werden geschat op -12 euro en -16 euro per koe per jaar, wanneer alleen effecten op melkproductie en vruchtbaarheid worden meegenomen. Een mogelijke verlaging van ziekte-incidentie, door een betere energiebalans bij een verkorte of geen droogstand, kan deze kosten mogelijk compenseren. Broeikasgas emissies per eenheid melk waren bij een gelijk afvoerpercentage 0.8% en 0.5% verhoogd bij verkorte of geen droogstand; deze toename werd gecompenseerd bij een 5% lager afvoerpercentage.

Concluderend kan gesteld worden dat de gevolgen van het verkorten of weglaten van de droogstand voor economie en milieu relatief klein zijn en gecompenseerd zouden kunnen worden door een verlaging van de ziekte-incidentie of een verlenging van de levensduur van de koeien. Bovendien zijn de gevolgen voor het gedrag van de koeien positief met een verbetering van de voeropname en langere ligduur in vroege lactatie. Aandachtspunt blijft de verhoging in celgetal ten gevolge van het weglaten van de droogstand, ook wanneer dit vergeleken werd met koeien welke een droogstand hadden zonder behandeling met droogzetantibiotica. Advies blijft daarmee om koeien met een verhoogd celgetal of verleden met periodieke celgetalverhogingen een droogstand te geven en te behandelen met droogzetantibiotica. Het is mogelijk om het energieniveau tijdens de lactatie terug te brengen op het niveau dat nodig is voor de gerealiseerde melkproductie, zonder melkproductie te verlagen. Mogelijkheden om met een meer lipogeen rantsoen persistentie te stimuleren en de melkproductieverliezen ten gevolge van het weglaten van de droogstand te reduceren, lijken beperkt. Wellicht dat een groter contrast tussen rantsoenen in lipogene en glucogene nutriënten meer succesvol is. Koekenmerken zoals leeftijd, productieniveau en uiergezondheid bij droogzetten bepalen mede de melkproductie en uiergezondheid van koeien na verschillende droogstandslengtes en kunnen gebruikt worden voor de ontwikkeling van een beslisboom voor het bepalen van het optimale droogstandsmanagement voor individuele koeien.

© 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 gedeponneerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

De certificering volgens ISO 9001 door DNV onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponneerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Inhoudsopgave

1	Algemene inleiding Droogstand op Maat	9
2	Vervetting en persistentie	15
2.1	Effect van droogstandslengte en energieniveau van het rantsoen op melkproductie, energiebalans en metabolieten in plasma bij melkvee in begin lactatie	17
2.2	Effect van energieniveau en energiesoort van het rantsoen op de energiebalans en lactatiepersistentie bij melkvee na een verkorte of geen droogstand	25
2.3	Het voorspellen van energiebalans na verschillende droogstandslengtes	33
3	Uiergezondheid	39
3.1	Uiergezondheid na verschillende droogstandslengtes: I met gebruik van droogzetantibiotica	41
3.2	Uiergezondheid na verschillende droogstandslengtes: II zonder gebruik van droogzetantibiotica	47
4	Dierenwelzijn	55
4.1	Technische notitie: validatie van sensor om liggedrag van koeien te meten	57
4.2	Effecten van geen en korte droogstand op gedrag van koeien, en relaties met metabolieten	61
5	Melkproductie, economie en milieu	67
5.1	Effectieve lactatie: een nieuwe maat voor melkproductie die corrigeert voor droogstandslengte en tussenkalftijd	69
5.2	Effect van droogstandslengte op de melkproductie gedurende meerdere opeenvolgende lactaties	73
5.3	Effecten van droogstandslengte op melkproductie, inkomen en broeikasgasemissies van melkvee	77
6	Samenvatting en discussie Droogstand op Maat	83

1 Inleiding

Droogstand op Maat – Algemene Inleiding

Achtergrond

Uit eerdere studies is bekend dat het verkorten of weglaten van de droogstand een positief effect heeft op de energiebalans, stofwisseling, en vruchtbaarheid van koeien na afkalven, vergeleken met een conventionele droogstandslengte van 6 tot 8 weken (eerdere rapportage *WHY DRY*: van Kneegsel, 2014). Daarmee is het verkorten of weglaten van de droogstand potentieel een interessante strategie om gezondheid en welzijn van melkvee te managen en resulteert het mogelijk ook in een verlenging van de levensduur. Er zijn echter een aantal onduidelijkheden ten aanzien van het verkorten of weglaten van de droogstand welke toepassing in de praktijk kunnen remmen.

Ten eerste, zijn effecten van droogstandslengte op persistentie van de melkproductie in de volgende lactatie tot nu toe onduidelijk (Mantovani et al., 2010; Atashi et al., 2013; Chen et al., 2016a). Bovendien kan verondersteld worden dat aanpassingen in het rantsoen de persistentie van koeien met een verkorte of geen droogstand kunnen verbeteren. Een verbeterde lactatiepersistentie zou de verliezen in melkproductie na een verkorte of geen droogstand kunnen beperken.

Ten tweede, bleek uit een eerdere studie dat koeien zonder droogstand de neiging hadden te vervetten in de daaropvolgende lactatie (Chen et al., 2016b). De vraag is of aanpassing van het rantsoen van koeien na een verkorte of geen droogstand vervetting van koeien midden en eind lactatie kan verminderen, en lactatiepersistentie kan verbeteren.

Ten derde, alle bestaande studies welke het effect van droogstandslengte op uiergezondheid rapporteerden, vergeleken het weglaten van de droogstand met een controlegroep waar de koeien niet alleen een droogstand hadden, maar ook droog gegaan zijn met antibiotica (zgn. droogzetter) (Annen et al., 2004; Klusmeyer et al., 2009; Santschi et al., 2011a). In Nederland is het sinds 2013 echter niet meer toegestaan om koeien preventief met antibiotica te behandelen bij het droogzetten. Onduidelijk is wat het effect van droogstandslengte is op uiergezondheid, wanneer de koeien met een droogstand niet meer worden behandeld met antibiotica bij droogzetten.

Ten vierde, meerdere studies laten zien dat energiebalans en metabole status van koeien verbetert na het verkorten of weglaten van de droogstand, wat gunstig kan zijn voor het welzijn van koeien in begin lactatie (Andersen et al., 2005; Chen et al., 2015). De droogstand wordt echter ook gezien als een rustperiode voor de koe. Het verkorten of weglaten van de droogstand beperkt of verhindert een dergelijke rustperiode. Onduidelijk is wat het effect van het weglaten van de droogstand is op het welzijn van koeien. Naast diergezondheid is echter ook gedrag van dieren een indicator voor dierenwelzijn. Het gedrag van koeien met en zonder droogstand gedurende de periode voor en na afkalven kan inzicht geven in het effect van het wel of niet hebben van een droogstand op het welzijn van koeien.

Ten vijfde, enkele studies rapporteerden de gevolgen van het verkorten of weglaten van de droogstand over twee opeenvolgende lactaties (Rémond and Bonnefoy, 1997; Rémond et al., 1997; Chen et al., 2016a). Het is onduidelijk wat de gevolgen in de praktijk zijn van het verkorten of weglaten van de droogstand over meerdere lactaties.

Ten zesde, een optimale toepassing van het verkorten of weglaten van de droogstand in de praktijk vereist niet alleen inzicht in de gevolgen voor het individuele dier, maar ook het bedrijf (winstgevendheid) en de keten (milieu). Een recente Canadese studie heeft de economische consequenties van specifiek het verkorten van de droogstand in beeld gebracht (Santschi et al., 2011b). De vraag is wat de gevolgen zijn van het verkorten of weglaten van de droogstand voor economie en milieu onder Nederlandse omstandigheden, met inachtneming van effecten van het verkorten of weglaten van de droogstand over meerdere lactaties.

Als laatste, blijken er tussen koeien met een verkorte droogstand grote individuele verschillen te bestaan ten aanzien van melkproductie- en gezondheidseffecten. Deze verschillen kunnen gedeeltelijk toegewezen worden aan koekenmerken zoals leeftijd (Annen et al., 2004; Pezeshki et al., 2007) en genotype (Van Knegsel et al., 2013). Dit zou impliceren dat de optimale droogstandsstrategie verschillend is voor individuele koeien. De vraag is welke koekenmerken melkproductie en diergezondheid bepalen na een verkorte of geen droogstand. Deze koekenmerken kunnen gebruikt worden in een beslisboom voor de optimale droogstandsstrategie voor individuele koeien.

Het doel van 'Droogstand op Maat' was antwoord te geven op bovenstaande vragen ten aanzien van melkproductie, conditie, uiergezondheid, dierenwelzijn, lange-termijn effecten, en gevolgen voor de veehouder en de keten, en hiermee de (verkorte) droogstandsstrategie te optimaliseren en toepasbaar te maken voor de Nederlandse melkveehouderij door middel van een benadering afgestemd op de individuele koe en de ontwikkeling van een beslisboom.

Opzet Droogstand op Maat

De aanpak van Droogstand op Maat bestaat uit 2 fasen: 1. Verdieping van de kennis t.a.v. het optimale management van een (verkorte of geen) droogstand; en 2. Ontwikkelen, testen en evalueren van een beslisboom voor een droogstandsstrategie gebaseerd op individuele koekenmerken. Voor fase 2 wordt informatie gebruikt uit de onderzoeksprojecten WHYDRY, Selectief droogzetten en fase 1 van 'Droogstand op Maat'.

Dit rapport betreft de resultaten uit fase 1 van Droogstand op Maat. Fase 1 bestond uit twee delen: 1. Experiment onder gecontroleerde omstandigheden op Dairy Campus in Lelystad; en 2. Netwerk met 16 Nederlandse melkveehouders welke doelbewust de droogstand verkorten of weglaten voor ten minste een gedeelte van hun koeien. Het experiment ging in op onderzoeksvragen met betrekking tot rantsoenoptimalisatie voor koeien met een verkorte droogstand in relatie tot persistentie en vervetting, interactie tussen droogstand en gebruik van de droogzetter, uiergezondheid, energiebalans en metabole gezondheid, en gedrag van koeien met een verkorte of geen droogstand. Ten aanzien van de rantsoenoptimalisatie is onderzocht of een verlaging van het energieniveau en een aanpassing van de energiesoort in het rantsoen (meer lipogene, minder glucogene energie) resulteerden in een betere persistentie en minder vervetting. Informatie uit het netwerk veehouders heeft bijgedragen aan het beantwoorden van onderzoeksvragen gerelateerd aan effecten van droogstandslengte op melkproductie over meerdere lactaties en evaluatie van de consequenties van een verkorte of geen droogstand voor economie en milieu. Beide delen in fase 1 gaven informatie over individuele koekenmerken welke de respons van een koe op een verkorte of geen droogstand voorspellen. Relevante individuele koekenmerken worden gebruikt voor de ontwikkeling van de beslisboom in fase 2.

Referenties

- Andersen, J. B., Madsen, T. G., Larsen, T., Ingvarstsen, K. L., & Nielsen, M. O. (2005). The effects of dry period versus continuous lactation on metabolic status and performance in periparturient cows. *Journal of Dairy Science*, 88(10), 3530–41. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)73038-1](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)73038-1)
- Annen, E. L., Collier, R. J., McGuire, M. A., Vicini, J. L., Ballam, J. M., & Lormore, M. J. (2004). Effect of modified dry period lengths and bovine somatotropin on yield and composition of milk from dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87(11), 3746–61. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73513-4](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73513-4)
- Atashi, H., Zamiri, M. J., & Dadpasand, M. (2013). Association between dry period length and lactation performance, lactation curve, calf birth weight, and dystocia in Holstein dairy cows in Iran. *Journal of Dairy Science*, 96(6), 3632–8. <http://doi.org/10.3168/jds.2012-5943>
- Chen, J., Gross, J. J., van Dorland, H. A., Rummelink, G. J., Bruckmaier, R. M., Kemp, B., & van Knegsel, A. T. M. (2015). Effects of dry period length and dietary energy source on metabolic status

- and hepatic gene expression of dairy cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 98(2), 1033–1045. <http://doi.org/10.3168/jds.2014-8612>
- Chen, J., Kok, A., Remmelink, G. J., Gross, J. J., Bruckmaier, R. M., Kemp, B., & Knegsel, A. T. M. van. (2016a). Effects of dry period length and dietary energy source on lactation curve characteristics over 2 subsequent lactations. *Journal of Dairy Science*, 99, 1–13.
- Chen, J., Remmelink, G. J., Gross, J. J., Bruckmaier, R. M., Kemp, B., & van Knegsel, A. T. M. (2016b). Effects of dry period length and dietary energy source on milk yield, energy balance, and metabolic status of dairy cows over 2 consecutive years: Effects in the second year. *Journal of Dairy Science*, 99(6), 4826–4838. <http://doi.org/10.3168/jds.2015-10742>
- Klusmeyer, T. H., Fitzgerald, A. C., Fabellar, A. C., Ballam, J. M., Cady, R. A., & Vicini, J. L. (2009). Effect of recombinant bovine somatotropin and a shortened or no dry period on the performance of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92(11), 5503–11. <http://doi.org/10.3168/jds.2009-2390>
- Mantovani, R., Marinelli, L., Bailoni, L., Gabai, G., & Bittante, G. (2010). Omission of dry period and effects on the subsequent lactation curve and on milk quality around calving in Italian Holstein cows. *Italian Journal of Animal Science*, 9(1987), 101–108. <http://doi.org/10.4081/ijas.2010.e20>
- Pezeshki, A., Mehrzad, J., Ghorbani, G. R., Rahmani, H. R., Collier, R. J., & Burvenich, C. (2007). Effects of short dry periods on performance and metabolic status in Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90(12), 5531–5541. <http://doi.org/10.3168/jds.2007-0359>
- Rémond, B., & Bonnefoy, J. C. (1997). Performance of a herd of Holstein cows managed without the dry period. *Annales de Zootechnie*, 46(Annual Zootechnology), 3–12.
- Rémond, B., Rouel, J., Pinson, N., & Jabet, S. (1997). An attempt to omit the dry period over three consecutive lactations in dairy cows. *Annales de Zootechnie*, 46, 399–408.
- Santschi, D. E., Lefebvre, D. M., Cue, R. I., Girard, C. L., & Pellerin, D. (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. *Journal of Dairy Science*, 94(5), 2302–11. <http://doi.org/10.3168/jds.2010-3594>
- Santschi, D. E., Lefebvre, D. M., Cue, R. I., Girard, C. L., & Pellerin, D. (2011b). Economic effect of short (35-d) compared with conventional (60-d) dry period management in commercial Canadian Holstein herds. *Journal of Dairy Science*, 94(9), 4734–43. <http://doi.org/10.3168/jds.2010-3596>
- Van Knegsel, A. T. M., M. H. P. W. Visker, G. J. Remmelink, J. A. M. van Arendonk, and B. Kemp. 2013. DGAT1 Genotype affects the response of dairy cows to shortened or no dry period. Pages 36–36 in Proc. Proceedings of the 15th International Conference on Production Diseases in Farm Animals, 24-28 June 2013, Uppsala, Sweden.
- 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.

2 Vervetting en persistentie

2.1 Effect van droogstandslengte en energieniveau van het rantsoen op de melkproductie, energiebalans en metabolieten in plasma bij melkvee in begin lactatie

R.J. van Hoeij¹, J. Dijkstra², R.M. Bruckmaier³, J.J. Gross³, T.J.G.M. Lam⁴, G.J. Remmelink⁵, B. Kemp¹, en A.T.M. van Knegsel¹

¹ Adaptation Physiology Group, Wageningen University and Research, the Netherlands

² Animal Nutrition Group, Wageningen University and Research, the Netherlands

³ Veterinary Physiology, University of Bern, Switzerland

⁴ Department of Farm Animal Health, Utrecht University, the Netherlands

⁵ Livestock Research, Wageningen University and Research, the Netherlands

Inleiding

Recente studies laten zien dat het verkorten of weglaten van de droogstand resulteert in een betere energiebalans van de koe in de volgende lactatie (De Feu et al., 2009; Rastani et al., 2005; Van Knegsel et al., 2014). De betere energiebalans werd veroorzaakt door een lagere melkproductie bij een gelijke energieopname in begin lactatie. Een betere energiebalans, door het weglaten van de droogstand, resulteerde ook in een betere metabole gezondheid in begin lactatie (Andersen et al., 2005; Chen et al., 2015).

Tot op heden zijn alle experimentele studies met koeien met een verschillende droogstandslengte, uitgevoerd met een gelijk energieniveau in het rantsoen gedurende de volgende lactatie. Koeien zonder droogstand of een verkorte droogstand produceren echter minder melk na afkalven. Dit resulteerde in een eerdere studie dan ook in vervetting van de koeien gedurende de lactatie na het weglaten of verkorten van de droogstand (Chen et al., 2016). Reductie in energieniveau in het rantsoen van koeien zonder droogstand kan vervetting van koeien op het einde van de lactatie verminderen. Wanneer een lager energieniveau in het rantsoen bereikt wordt door minder krachtvoer te voeren, kan het ook gunstig zijn voor het economisch bedrijfsresultaat en de milieu-impact van het melkveebedrijf reduceren. Het is echter onbekend wat de gevolgen zijn van verlagen van het energieniveau in het rantsoen voor melkproductie, energiebalans en lichaamsconditie van koeien zonder droogstand.

Het doel van deze studie was om het effect te bepalen van het reduceren van het energieniveau in het rantsoen voor koeien zonder droogstand op de melkproductie, voeropname, energiebalans, en metabolieten en metabole hormonen van melkvee in vroege lactatie.

Toepassing in de praktijk?

Bestaande experimentele studies naar het verkorten of weglaten naar de droogstand zijn uitgevoerd met een gelijk energieniveau in het rantsoen terwijl koeien minder melk produceren in de volgende lactatie. Deze aanpak is vanuit wetenschappelijk perspectief logisch om te voorkomen dat melkproductieverschillen ontstaan door zowel droogstand als laag energie niveau, waardoor effecten niet meer afzonderlijk te bekijken zijn. Waarschijnlijk is deze aanpak minder toepasbaar voor de praktijk. Een verlaging van het energieniveau in het lactatierantsoen naar de energiebehoefte voor de verwachte melkproductie is dan ook logisch, alhoewel onbekend is of dit de melkproductie van koeien zonder droogstand verder zou verlagen of een effect heeft op de energiebalans of beide.

Materiaal en methode

De materiaal en methode staat uitgebreid beschreven in bijbehorend wetenschappelijk manuscript (Van Hoeij et al., 2017).

Experimentele opzet

Holstein-Friesian melkkoeien (N=123) zijn geselecteerd op het proefbedrijf van de Dairy Campus in Lelystad (Wageningen Livestock Research). Koeien zijn geblokt voor pariteit, verwachte kalfdatum, en melkproductie in de voorgaande lactatie en zijn random verdeeld over drie behandelingen. Behandelingen bestonden uit een droogstand van 30 (30-d(STD)) of 0 dagen. Binnen de groep koeien met een 0-dagen droogstand zijn koeien random toegewezen aan een rantsoen met standaard krachtvoerniveau (0-d(STD)) of een laag krachtvoerniveau (0-d(laag)). Het standaard (STD) krachtvoerniveau is gebaseerd op de verwachte melkproductie van koeien met een droogstand van 30 dagen. Het lage (laag) krachtvoerniveau is gebaseerd op de verwachte melkproductie van koeien met een droogstand van 0 dagen (Van Knegsel et al., 2014). 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 dagen zijn drooggezet door ze 7 dagen voor droogzetten het droogstandsrantsoen te voeren en de laatste 4 dagen voor droogzetten eenmaal daags te melken. Op de dag van droogzetten zijn de koeien niet behandeld met een droogzetter. In dit rapport worden resultaten weergegeven van 4 weken voor afkalven tot 7 weken na afkalven.

Rantsoenen

Voor afkalven kregen koeien met een 30 dagen droogstand een droogstandsrantsoen en koeien die lacteerden een lactatierantsoen. Vanaf tien dagen voor afkalven kregen alle koeien 1 kg/d krachtvoer verstrekt. Na afkalven (pp.) werd het aandeel krachtvoer in het rantsoen stapsgewijs met 0.3 kg/d opgevoerd van 1 kg/d tot 8.5 kg/d op dag 28 pp voor koeien met een standaard krachtvoerniveau of tot 6.7 kg/d op dag 22 pp. voor koeien met een laag krachtvoerniveau. Tijdens lactatie kregen koeien in de melkstal 1 kg/d lokbrok. Proefrantsoenen werden uit dezelfde ruwvoerpartijen samengesteld en werden onbeperkt verstrekt. Ruwvoer voor droogstaande koeien bestond uit graskuil, maiskuil, raapzaadschroot, tarwestro en vitamines en mineralen in de verhouding 47:18:8:24:2 (DS basis) (5.4 MJ netto energie (NE)/kg DS; 780 VEM/kg DS). Ruwvoer voor lacterende koeien bestond uit graskuil, maiskuil, sojaschroot, suikerbietenpulp, tarwestro, ureum en vitamines en mineralen in de verhouding 44:34:10:8:2:2 (DS basis) (6.4 MJ NE/kg DS; 928 VEM/kg DS). Rantsoenen waren geoptimaliseerd met als doel een verschil te creëren van 12% NE opname tussen het standaard rantsoen en het rantsoen met laag krachtvoerniveau. Ingrediënt en berekende chemische samenstelling van de krachtvoerders en chemische samenstelling van de rantsoenen staat beschreven in het wetenschappelijk manuscript (Van Hoeij et al., 2017).

Metingen en analyses

Lichaamsconditie werd 4-wekelijks gescoord. Lichaamsgewicht werd bij droge koeien wekelijks gemeten, en bij lacterende koeien dagelijks en gemiddeld per week. Melkproductie en voeropname (Insentec, Nederland) werden dagelijks gemeten en gemiddeld per week. Energiebalans werd berekend volgens het Nederlandse netto energiesysteem voor melkvee (VEM systeem; Van Es, 1975, Centraal Veevoederbureau, 2005). 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. Productie van vet-en-eiwit-gecorrigeerde melk (FPCM) werd als volgt berekend:

$$\text{FPCM} = (0.337 + 0.116 \times \text{vet \%} + 0.06 \times \text{eiwit \%}) \times \text{melkproductie (CVB, 2011)}.$$

Bloedmonsters zijn wekelijks genomen uit de staartvene op donderdagmorgen van week 3 voor afkalven tot week 7 na afkalven. Bloedmonsters zijn gecentrifugeerd (20 min, 3000 × g) en plasma is opgeslagen (-20°C) voor analyse. Plasmamonsters zijn geanalyseerd op NEFA, glucose, β-hydroxyboterzuur (BHBA), insuline en IGF-1.

Gegevens zijn geanalyseerd met een herhaalde waarnemingen model (PROC MIXED (Littell et al., 1996) SAS® VERSIE 9.1; SAS Institute, Inc., Cary, NC) met koe als het herhaalde onderwerp. Behandelingsgroep (0-d(laag), 0-d(STD) of 30-d(STD)), week (-4 tot en met 7 pp), pariteit (2 of ≥3) en de relevante interactietermen zijn opgenomen in het model als fixed effecten.

Resultaten

Het gerealiseerde aantal dagen droog was 30 ± 1 dagen voor koeien met een korte droogstand. Koeien die waren ingedeeld zonder droogstand, maar zichzelf spontaan droogzetten, werden verwijderd uit de dataset.

Melkproductie

Voor afkalven. Geen droogstand resulteerde in extra melkproductie voor afkalven (Tabel 1). Totale melkproductie in de laatste 4 weken voor afkalven was 323 ± 17 kg voor koeien zonder droogstand. Tweedekalfs koeien zonder droogstand hadden een hogere melkproductie in de laatste 4 weken voor afkalven dan ouderekalfs koeien.

Na afkalven. Weglaten van de droogstand verminderde de melkproductie en FPCM in de volgende lactatie vergeleken met een droogstand van 30 d (Tabel 2). Het eiwitpercentage in de melk van jonge koeien met een droogstand van 0 dagen was hoger, in vergelijking met oudere koeien terwijl dit pariteitseffect niet aanwezig was in koeien met een droogstand van 30 dagen. Weglaten van de droogstand verlaagde de totale vet en lactose productie, in vergelijking met koeien met een droogstand van 30 d. Zowel de totale melkproductie als FPCM in de eerste 7 weken pp. waren lager voor koeien met een 0 d droogstand (melk: 1427 ± 37 kg; FPCM: 1598 ± 37 kg) in vergelijking met koeien met een droogstand van 30 dagen (melk: 1620 ± 42 kg; FPCM: 1751 ± 46 kg). Tweedekalfs koeien hadden een lagere melkproductie na een weggelaten droogstand (27.4 vs. 35.3 ± 1.2 kg/d voor 0 vs. 30 dagen droogstand, respectievelijk), dan ouderekalfs koeien (33.1 . vs. $34.8. \pm 1.1$ kg/d voor 0 vs. 30 dagen droogstand, respectievelijk). Energieniveau in het rantsoen had geen effect op de melkproductie. Koeien zonder droogstand met een laag Energieniveau hadden hoger vetgehalte in de melk in week 2, 3, 4 en 6 pp. vergeleken met koeien met standaard Energieniveau in het rantsoen.

Energiebalans, voeropname en metaboliëten

Voor afkalven. In de vier weken voor afkalven was er geen verschil in lichaamsgewicht (715 ± 4 kg) en BCS ($3,14 \pm 0,07$) tussen koeien met verschillende droogstandslengtes. Voeropname (en dus energieopname (per kg metabool gewicht) waren hoger voor koeien zonder droogstand, in vergelijking met koeien met een droogstand van 30 koeien. Koeien zonder droogstand hadden een lagere concentratie NEFA en glucose, maar een hogere concentratie BHBA en insuline in het bloed, in vergelijking met koeien met een droogstand van 30 dagen. Tweedekalfs koeien hadden een lagere voeropname, lager lichaamsgewicht, maar hogere energieopname (per kg metabool gewicht), vergeleken met oudere koeien.

Na afkalven. Voeropname, energiebalans, en de plasma IGF-1 concentratie waren hoger en de plasma NEFA en BHBA concentratie waren lager voor koeien zonder droogstand (0-d(laag) en 0-d(STD)), in vergelijking met koeien met een droogstand van 30 dagen. De plasma glucose en insuline concentratie waren hoger in tweedekalfs koeien met een droogstand van 0 dagen, in vergelijking met ouderekalfs koeien, maar dit pariteitseffect was niet aanwezig voor koeien met een droogstand van 30 dagen. De lagere krachtvoergift voor koeien zonder droogstand, vanaf week 4 in lactatie (gemiddeld over 7 weken na afkalven 5.3 vs. 6.0 ± 0.02 kg DS/d), resulteerde in week 5, 6 en 7 in een numerieke verhoging van de opname van het basaal rantsoen (week 5: $15,8$ vs. $15,0$; week 6: $16,1$ vs. $15,2$; week 7: $15,9$ vs. $15,3$ kg DS/d). De netto energie opname was desondanks wel lager in week 5, 6, en 7 voor koeien met een laag krachtvoerniveau (week 5: 1144 vs. 1208 ; week 6: 1164 vs. 1217 ; week 7: 1147 vs. 1221 ± 13 kJ/kg^{0.75}·d), en resulteerde in een negatieve energiebalans van koeien met een laag krachtvoerniveau in week 6 en 7 (week 6: -12 vs. 52 ; week 7: -17 vs. 53 ± 23 kJ/kg^{0.75}·d), in vergelijking met koeien met een standaard krachtvoerniveau.

Conclusie

Weglaten van de droogstand resulteerde in meer melk in de voorgaande lactatie en minder melk in de volgende lactatie, in vergelijking met een korte droogstand. De lagere melkproductie en hogere

voeropname in de volgende lactatie voor koeien zonder droogstand verbeterde de EB en metabole status van de koeien. Verlaging van het krachtvoerniveau in het rantsoen voor koeien zonder droogstand had geen effect op melkproductie, maar resulteerde wel in een lagere energieopname, lagere EB in week 6 en 7 na afkalven, en een hoger melkvetgehalte, in vergelijking met koeien zonder droogstand en een standaard krachtvoerniveau. Ondanks een klein effect op de EB, had het lagere krachtvoerniveau geen gevolgen voor de metabole status van de koeien in de eerste 7 weken van de lactatie. Dit betekent dat een verlaging van het krachtvoerniveau voor koeien zonder droogstand niet ten koste gaat van de melkproductie, wel de energiebalans enigszins verlaagd, zonder gevolgen voor de metabole status van de koeien.

Tabel 1. Melkproductie, melksamenstelling, voeropname en energiebalans voor afkalven¹ van tweedekalves en oudere (pariteit ≥3) koeien met een droogstand van 0 of 30 dagen (LSMEANS ± SEM).

	Droogstandslengte			Pariteit			P-waarden				
	0	30 ²	SEM	2	≥3	SEM	Droogstand ²	Pariteit	Tijd ³	DP × T ²	P × T
Koeien, n	81	42		58	65						
Melkproductie, kg/d	11,3	0	0,6	13,5	9,1	0,9	nm	<0,01	<0,01	nm	<0,01
FPCM ⁴ , kg/d	13,9	nb	0,7	16,6	11,2	1,0	nm	<0,01	<0,01	nm	<0,01
Lactose, %	4,37	nb	0,05	4,67	4,08	0,08	nm	<0,01	<0,01	nm	<0,01
Vet, %	5,20	nb	0,08	5,36	5,05	0,11	nm	0,06	0,03	nm	<0,01
Eiwit, %	5,61	nb	0,13	5,25	5,97	0,18	nm	<0,01	<0,01	nm	<0,01
Voeropname, kg DS/d	16,8	13,2 ^b	0,2	14,7	15,4	0,2	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01
Energieopname, kJ/kg ^{0,75} *d	786	529	9	676	639	9	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,09
Energiebalans ⁵ , kJ/kg ^{0,75} *d	208	234	15	212	230	15	0,23	0,41	<0,01	0,06	0,13
Lichaamsgewicht, kg	717	702	8	660	759	8	0,19	<0,01	<0,01	<0,01	0,30
BCS ⁶	3,1	3,2	0,1	3,1	3,3	0,1	0,84	0,31	0,99	0,02	0,26
NEFA ⁷ (mmol/l)	0,08	0,13	0,02	0,11	0,10	0,02	<0,01	0,67	<0,01	0,90	0,07
BHBA ⁸ (mmol/l)	0,60	0,47	0,02	0,53	0,53	0,02	<0,01	0,85	0,23	0,01	0,06
Glucose (mmol/l)	4,06	4,30	0,06	4,25	4,12	0,06	<0,01	0,15	0,71	0,23	0,90
Insuline (μU/ml)	18,3	15,3	0,9	15,4	18,1	0,1	0,03	0,04	0,03	0,79	0,04
IGF-1 (ng/ml)	184,5	191,6	7,2	196,9	189,2	7,3	0,49	0,09	<0,01	0,10	0,88

¹ Week -4, -3,...-1 ten opzichte van afkalven;

² nb: niet beschikbaar; nm: niet in het model;

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

⁴ Vet- en eiwit gecorrigeerde melk;

⁵ Energiebalans; berekend met het VEM systeem (Van Es, 1975);

⁶ Lichaamsconditiescore op een schaal van 1 – 5;

⁷ Niet-veresterde vetzuren;

⁸ β-Hydroxyboterzuur;

⁹ Insulin-like-growth-factor.

Tabel 2. Melkproductie, melksamenstelling, voeropname en energiebalans na afkalven¹ van tweedekalfs en oudere (pariteit ≥3) koeien met een droogstand van 0 of 30 dagen (30-d(STD)). Koeien met een droogstand van 0 dagen kregen na afkalven een rantsoen gevoerd met een laag aandeel krachtvoer (0-d(laag)) of standaard aandeel krachtvoer (0-d(STD)) (LSMEANS ± SEM).

	Droogstandsbehandeling ²			SEM	Pariteit			SEM	P-waarden					
	0-d (laag)	0-d (STD)	30-d (STD)		2	≥3	Droogstand		Pariteit	Tijd ³	D × P	D × T	P × T	
Koeien, n	40	41	42		58	65								
Melkproductie, kg/d	29,9 ^a	30,5 ^a	35,0 ^b	1,0	30,0	33,6	0,8	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	0,58	
FPCM ⁴ , kg/d	33,6 ^a	33,3 ^a	37,7 ^b	1,0	33,3	36,4	0,8	<0,01	<0,01	<0,01	0,21	<0,01	0,72	
Lactose, %	4,52	4,48	4,56	0,03	4,56	4,47	0,02	0,14	<0,01	<0,01	0,80	0,31	0,43	
Vet, %	4,88	4,66	4,68	0,08	4,80	4,68	0,06	0,10	0,16	<0,01	0,02	0,04	0,22	
Eiwit, %	4,02 ^a	3,88 ^a	3,62 ^b	0,07	3,99	3,69	0,06	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,64	0,09	
Voeropname, kg DS/d	20,9 ^a	21,1 ^a	20,1 ^b	0,3	20,5	20,9	0,2	0,03	0,31	<0,01	0,75	<0,01	0,10	
Energieopname, kJ/kg ^{0,75} *d	1058	1090	1057	13	1011	1035	11	0,16	<0,01	<0,01	0,53	<0,01	0,05	
Energiebalans ⁵ , kJ/kg ^{0,75} *d	-49	-18	-184	23	-44	-124	19	<0,01	<0,01	<0,01	0,07	0,01	0,18	
Lichaamsgewicht, kg	661	650	637	11	616	682	10	0,10	<0,01	<0,01	0,12	<0,01	<0,01	
BCS ⁶	3,0	3,0	2,9	0,1	3,0	2,9	0,1	0,39	0,20	0,70	0,05	0,87	0,54	
NEFA ⁷ (mmol/l)	0,12 ^a	0,12 ^a	0,23 ^b	0,02	0,12	0,18	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,05	0,66	0,51	
BHBA ⁸ (mmol/l)	0,65 ^a	0,65 ^a	0,75 ^b	0,06	0,64	0,73	0,06	0,03	0,02	<0,01	0,57	0,19	0,47	
Glucose (mmol/l)	3,91 ^a	3,91 ^a	3,65 ^b	0,04	3,91	3,74	0,06	<0,01	<0,01	<0,01	0,02		0,82	
Insuline (μU/ml)	15,5 ^a	15,9 ^a	10,6 ^b	0,7	14,8	13,2	0,6	<0,01	0,05	<0,01	<0,01	0,68	0,09	
IGF-1 (ng/ml)	125,9 ^a	126,7 ^a	92,7 ^b	5,8	132,5	97,8	4,7	<0,01	<0,01	<0,01	0,07	0,21	0,12	

¹ Week 1, 2,...7 ten opzichte van afkalven;

² Waarden binnen droogstandslengte 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;

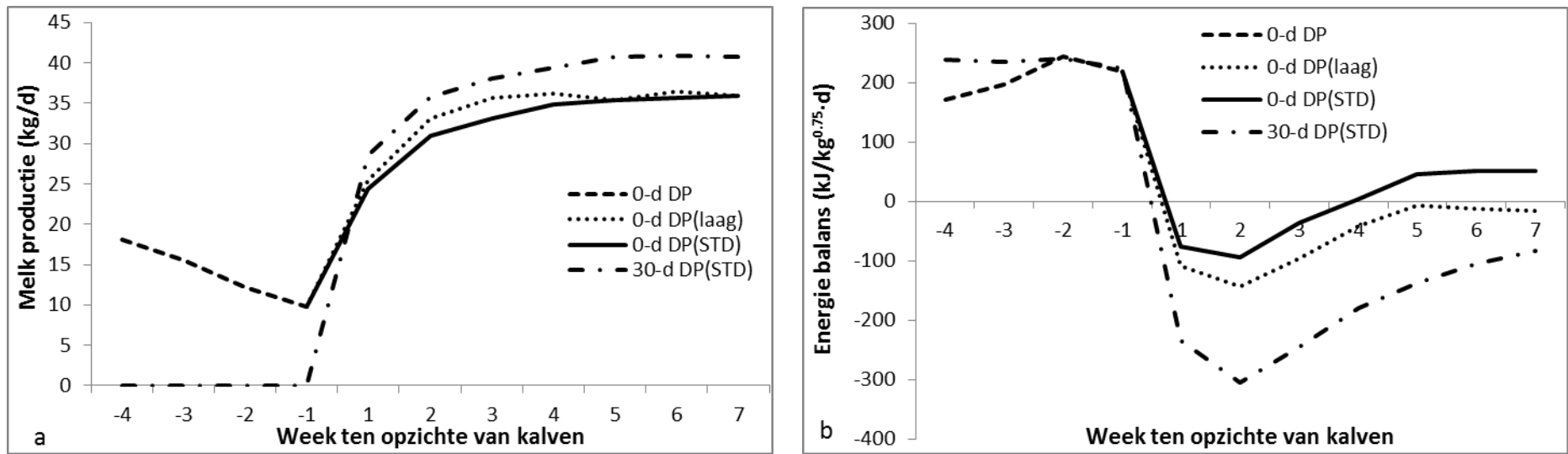
⁵ Energiebalans; berekend met het VEM systeem (Van Es, 1975);

⁶ Lichaamsconditiescore op een schaal van 1 – 5;

⁷ Niet-veresterde vetzuren;

⁸ β-Hydroxyboterzuur;

⁹ Insulin-like-growth-factor.



Figuur 1. Melkproductie (kg/d) (a) en energiebalans (b) van koeien met een droogstand van 0 of 30 dagen (30-d(STD)). Koeien met een droogstand van 0 dagen kregen na afkalven een rantsoen gevoerd met een laag aandeel krachtvoer (0-d(laag)) of standaard aandeel krachtvoer (0-d(STD)).

Referenties

- Andersen, J.B., T.G. Madsen, T. Larsen, K.L. Ingvarstsen, en M.O. Nielsen. 2005. The effects of dry period versus continuous lactation on metabolic status and performance in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 88: 3530-3541.
- Chen, J., J.J. Gross, H.A. van Dorland, G.J. Remmelink, R.M. Bruckmaier, B. Kemp, en A.T.M. van Knegsel. 2015. Effects of dry period length and dietary energy source on metabolic status and hepatic gene expression of dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 98:1033-1045.
- Chen, J., G.J. Remmelink, J.J. Gross, R.M. Bruckmaier, B. Kemp, en A.T.M. van Knegsel. 2016. Effects of dry period length and dietary energy source on milk yield, energy balance, and metabolic status of dairy cows over two subsequent lactations: effects in the second lactation. *J. Dairy Sci.* 99: 4826-4838.
- CVB. 2011. Chemische samenstellingen en nutritionele waarden van voedermiddelen (in Dutch). Productschap Diervoeder, CBV (Centraal Veevoeder Bureau), Den Haag, Nederland.
- De Feu, M. A., A. C. Evans, P. Lonergan, en 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.
- Littell, R.C., G.A. Milliken, W.W. Stroup, en R.D. Wolfinger. 1996. SAS system for mixed models. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Rastani, R.R., R.R. Grummer, S.J. Bertics, A. Gumen, M.C. Wiltbank, D.G. Mashek, en 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.
- Van Es, A.J.H., 1975. Feed evaluation for dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 4: 95-107.
- Van Hoeij, R.J., J. Dijkstra, R.M. Bruckmaier, J.J. Gross, T.J.G.M. Lam, G.J. Remmelink, B. Kemp, en A.T.M. van Knegsel. 2017. The effect of dry period length and postpartum level of concentrate on milk production, energy balance and plasma metabolites of dairy cows across the dry period and in early lactation. *J. Dairy Sci.* 100: 5863-5879.
- Van Knegsel, A.T.M., G.J. Remmelink, S. Jorjong, V. Fievez, en B. Kemp. 2014. 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.

2.2 Effect van energieniveau en energiesoort van het rantsoen op de energiebalans en lactatiepersistentie bij melkvee na een verkorte of geen droogstand

R.J. van Hoeij¹, J. Dijkstra², R.M. Bruckmaier³, J.J. Gross³, T.J.G.M. Lam⁴, G.J. Remmelink⁵, B. Kemp¹, en A.T.M. van Knegsel¹

¹ Adaptation Physiology Group, Wageningen University and Research, the Netherlands

² Animal Nutrition Group, Wageningen University and Research, the Netherlands

³ Veterinary Physiology, University of Bern, Switzerland

⁴ Department of Farm Animal Health, Utrecht University, the Netherlands

⁵ Livestock Research, Wageningen University and Research, the Netherlands

Inleiding

Het is bekend dat het verkorten of weglaten van de droogstand resulteert in een minder negatieve energiebalans, veroorzaakt door een lagere melkproductie van de koe in de volgende lactatie (De Feu et al., 2009; Rastani et al., 2005; Van Knegsel et al., 2014). De energiebalans van koeien met een verkorte of zonder droogstand is niet alleen positiever in begin lactatie, maar ook in mid en eind lactatie (Chen et al., 2016); met name koeien zonder droogstand kunnen vervetten gedurende de volgende lactatie. Bovendien bleek het lastig om koeien voor een tweede keer een droogstand weg te laten, omdat een gedeelte van de koeien zichzelf droogzet aan het einde van de eerste lactatie (Chen et al., 2016).

De vraag is of rantsoenaanpassingen voor koeien met een verkorte of zonder droogstand de kans op vervetting kunnen verminderen of melkproductie en lactatie persistentie kunnen stimuleren. Van zowel verlagen van het energieniveau in het rantsoen als het voeren van meer lipogene nutriënten, in plaats van glucogene nutriënten, kan verwacht worden dat ze de insulineconcentratie in het bloed verlagen. Een lagere insuline concentratie zal de opslag van energie in het lichaam en vervetting verminderen. Een lagere insuline concentratie zou tevens als gevolg hebben dat de concentratie insulin-like growth factor (IGF-1) in het bloed lager is. IGF-1 heeft een negatief effect op de secretie van groeihormoon door de hypofyse. Daarmee kan verwacht worden dat groeihormoon concentraties hoger zijn bij een verlaging van de plasma insuline concentratie door het lagere energieniveau of meer lipogene rantsoen. Van een hogere groeihormoon concentratie kan verwacht worden dat deze de melkproductie en lactatiepersistentie stimuleert.

Het doel van deze studie was om het effect te bepalen van een verlaagd energieniveau in het rantsoen en het verlagen van de hoeveelheid glucogene nutriënten in het rantsoen voor koeien zonder droogstand op de melkproductie, lactatiepersistentie, energiebalans en vervetting van melkvee in een volledige lactatie.

Toepassing in de praktijk?

Bestaande experimentele studies naar het verkorten of weglaten naar de droogstand zijn uitgevoerd met een gelijk rantsoen voor alle koeien terwijl koeien met een verkorte of weggelaten droogstand minder melk produceren in de volgende lactatie dan koeien met een conventionele droogstand. Deze aanpak is vanuit wetenschappelijk perspectief logisch, maar is minder toepasbaar voor de praktijk aangezien een veehouder bij een verlaging van de melkgift ook het rantsoen zal aanpassen. De vraag is echter wat de gevolgen zijn van het verlagen van het energieniveau in het rantsoen op de melkproductie van koeien met een verkorte droogstand. Ook is onbekend of een meer lipogeen rantsoen, in plaats van glucogeen rantsoen, vervetting vermindert en lactatiepersistentie stimuleert.

Materiaal en methode

De materiaal en methode staat uitgebreid beschreven in bijbehorend wetenschappelijk manuscript (Van Hoeij et al., 2017).

Experimentele opzet

Holstein-Friesian melkkoeien (N=110) zijn geselecteerd op het proefbedrijf van de Dairy Campus in Lelystad (Wageningen Livestock Research). Vóór het droogzetten zijn koeien geblokt voor pariteit, verwachte kalfdatum, en melkproductie in de voorgaande lactatie en random verdeeld over drie behandelingen. Behandelingen bestonden uit een droogstand van 30 (30-d(STD)) of 0 dagen, waarbij in geen geval droogzetantibiotica zijn gebruikt. Binnen de groep koeien met een 0-dagen droogstand zijn koeien random toegewezen aan een rantsoen met standaard energieniveau (0-d(STD)) of een laag energieniveau (0-d(laag)). Het standaard (STD) energieniveau is gebaseerd op de verwachte melkproductie van koeien met een droogstand van 30 dagen. Het lage energieniveau is gebaseerd op de verwachte melkproductie van koeien met een droogstand van 0 dagen (Van Knegsel et al., 2014). Vanaf dag 49 na afkalven werden koeien random verdeeld over 2 lactatierantsoenen, of wel hoofdzakelijk lipogeen rantsoen, of wel een hoofdzakelijk glucogeen rantsoen. 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 dagen zijn drooggezet door ze 7 dagen voor droogzetten het droogstandsrantsoen te voeren en de laatste 4 dagen voor droogzetten eenmaal daags te melken. Op de dag van droogzetten zijn de koeien niet behandeld met een droogzetter. Koeien die waren ingedeeld zonder droogstand, maar zichzelf spontaan droogzetten, werden verwijderd uit de dataset. In dit rapport worden resultaten weergegeven van vanaf afkalven tot 44 weken na afkalven.

Rantsoenen

Voor afkalven kregen koeien met een 30 dagen droogstand een droogstandsrantsoen en koeien die lacteerden een lactatierantsoen. Vanaf tien dagen voor afkalven kregen alle koeien 1 kg/d krachtvoer verstrekt. Na afkalven (pp.) werd het aandeel krachtvoer in het rantsoen stapsgewijs met 0,3 kg/d opgevoerd van 1 kg/d tot 8,5 kg/d op dag 28 pp voor koeien met een standaard energieniveau of tot 6,7 kg/d op dag 22 pp. voor koeien met een laag energieniveau. Het aandeel krachtvoer in het rantsoen werd stapsgewijs afgebouwd met 0,5 kg/wk, beginnend in week 15 van de lactatie naar 0 kg/d in week 31 van de lactatie voor koeien met het standaard energieniveau. Tijdens lactatie kregen koeien in de melkstal 1 kg/d lokbrok. Proefrantsoenen werden uit dezelfde ruwvoerpartijen samengesteld en werden onbeperkt verstrekt. Het basisrantsoen voor droogstaande koeien bestond uit graskuil, maiskuil, raapzaadschroot, tarwestro, ureum, en vitamines en mineralen in de verhouding 47:18:8:24:1:1 (DS basis) (5.4 MJ netto energie (NE)/kg DS; 780 VEM/kg DS).

Het basisrantsoen voor lacterende koeien bestond tot dag 49 uit graskuil, maiskuil, sojaschroot, suikerbietenpulp, tarwestro, en ureum, vitamines en mineralen in de verhouding 44:34:8:10:2:2 (DS basis) (6.4 MJ NE/kg DS; 928 VEM/ kg DS). Rantsoenen waren geoptimaliseerd met als doel een verschil te creëren van 12% NE opname tussen het standaard rantsoen en het rantsoen met laag energieniveau. Vanaf dag 49 na afkalven kregen koeien ofwel een hoofdzakelijk glucogeen, ofwel hoofdzakelijk lipogeen basisrantsoen verstrekt. Het glucogene basisrantsoen, met standaard energieniveau, bestond uit graskuil, maiskuil, sojaschroot, tarwestro, en ureum, vitamines en mineralen in de verhouding 18:62:14:5:2 (DS basis) (6.5 MJ NE/kg DS; 942 VEM/ kg DS). Het lipogene basisrantsoen, met standaard energieniveau, bestond uit graskuil, suikerbietenpulp, sojaschroot, tarwestro, en ureum, vitamines en mineralen in de verhouding 62:29:7:1:2 (DS basis) (6.5 MJ NE/kg DS; 942 VEM/ kg DS). Voor de koeien met het lage energieniveau werden het glucogene en lipogene basisrantsoen verdund met stro. Het glucogene basisrantsoen, met laag energieniveau, bestond uit graskuil, maiskuil, sojaschroot, tarwestro, en ureum, vitamines en mineralen in de verhouding 16:52:15:15:2 (DS basis) (6.1 MJ NE/kg DS; 884 VEM/ kg DS). Het lipogene basisrantsoen, met laag energieniveau, bestond uit graskuil, suikerbietenpulp, sojaschroot, tarwestro, ureum en vitamines en mineralen in de verhouding 57:27:6:8:2 (DS basis) (6.3 MJ NE/kg DS; 913 VEM/ kg DS). Ingrediënt en berekende chemische samenstelling van de krachtvoerders en

chemische samenstelling van de rantsoenen staat beschreven in het wetenschappelijk manuscript (Van Hoeij et al., 2017).

Metingen en analyses

Lichaamsconditie werd 4-wekelijks gescoord. Lichaamsgewicht werd bij droge koeien wekelijks gemeten, en bij lacterende koeien dagelijks en vervolgens gemiddeld per week. Melkproductie en voeropname (Insentec, Nederland) werden dagelijks gemeten en gemiddeld per week. Energiebalans werd berekend volgens het Nederlandse netto energiesysteem voor melkvee (VEM systeem; Van Es, 1975, Centraal Veevoederbureau, 2005). 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. Productie van vet-en-eiwit-gecorrigeerde melk (FPCM) werd als volgt berekend:

$$\text{FPCM} = (0.337 + 0.116 \times \text{vet \%} + 0.06 \times \text{eiwit \%}) \times \text{melkproductie (CVB, 2011)}.$$

Bloedmonsters zijn wekelijks genomen uit de staartvene op donderdagmorgen vanaf afkalven tot week 7 na afkalven. Bloedmonsters zijn tweewekelijks genomen uit de staartvene op donderdagmorgen van week 8 tot week 44 na afkalven. Bloedmonsters zijn gecentrifugeerd (20 min, 3000 × g) en plasma is opgeslagen (-20°C) voor analyse. Plasmamonsters zijn geanalyseerd op insuline, IGF-1 en groeihormoon.

Gegevens zijn geanalyseerd met een herhaalde waarnemingen model (PROC MIXED (Littell et al., 1996) SAS® VERSIE 9.1; SAS Institute, Inc., Cary, NC) met koe als het herhaalde onderwerp. Behandelingsgroep (0-d(laag), 0-d(STD) of 30-d(STD)), lactatierantsoen (lipogeen of glucogeen), week (1, 2, 3,..44 pp), pariteit (2 of ≥3) en de relevante interactietermen zijn opgenomen in het model als fixed effecten.

Resultaten

Het gerealiseerde aantal dagen droog was 30 ± 1 dagen voor koeien met een korte droogstand.

Melkproductie en persistentie

Effecten van droogstandslengte. Het weglaten van de droogstand verminderde de melkproductie (figuur 1a) en FPCM productie in de volledige volgende lactatie vergeleken met een droogstand van 30 d (tabel 1). Zowel het vet –als het eiwitpercentage waren hoger voor koeien zonder droogstand in vergelijking met koeien met een droogstand. De totale FPCM productie gedurende de eerste 44 weken van de lactatie was 8197 kg (± 203) voor koeien zonder droogstand en 9741 kg (± 268) voor koeien met een droogstand van 30 dagen. De lactatiepersistentie was beter voor koeien met een droogstand van 30 dagen in vergelijking met koeien met een droogstand van 0 dagen (relatieve afname in melkproductie per dag na piekproductie: 0.0023 vs. 0.0034 kg/d voor 30 vs. 0 dgn droog)

Effecten van verlaging van het energieniveau in het rantsoen. Het verlagen van het energieniveau in het rantsoen voor koeien zonder droogstand had geen effect op de melkproductie, FPCM productie of melksamenstelling gedurende de volledige volgende lactatie. Lactatiepersistentie werd niet beïnvloed door energieniveau in het rantsoen.

Effecten van energiesoort in het rantsoen. Het voeren van een meer lipogeen, in plaats van glucogeen, rantsoen verlaagde de melkproductie (figuur 1b), maar niet de FPCM productie gedurende week 1 tot en met 44 van de lactatie. Het lipogene rantsoen resulteerde in een hoger melkvetgehalte, in vergelijking met het glucogene rantsoen. Melkeiwitgehalte, lactosegehalte, en lactatiepersistentie werden niet beïnvloed door energiesoort in het rantsoen.

Energiebalans en vervetting

Effecten van droogstandslengte. Het weglaten van de droogstand resulteerde in een lagere energieopname, een hogere energiebalans en de neiging tot een lagere drogestofopname, in vergelijking met een droogstand van 30 dagen. Koeien zonder droogstand waren gedurende week

1 tot en met 44 van de volgende lactatie zwaarder (figuur 2a) en hadden een hogere lichaamsconditiescore (BCS), dan koeien met een droogstand van 30 dagen.

Effecten van verlaging van het energieniveau in het rantsoen. Het verlagen van het energieniveau in het rantsoen voor koeien zonder droogstand had geen effect op de drogestofopname, maar resulteerde in een lagere krachtvoeropname (3,6 vs. 4,2 kg DS/d), lagere energieopname (990 vs. 1039 kJ/kg^{0.75}*d) en lagere energiebalans gedurende week 1 tot en met 44 van de lactatie. Het gemiddelde lichaamsgewicht of lichaamsconditiescore waren echter niet verschillend tussen koeien zonder droogstand met een laag of standaard energieniveau. Waarschijnlijk door toeval waren koeien met het standaard energieniveau direct na afkalven lichter dan koeien met een laag energieniveau. Koeien met het standaard energieniveau hadden wel een grotere gewichtstoename gedurende week 1 tot 44 van de lactatie dan koeien met het lage energieniveau.

Effecten van energiesoort in het rantsoen. Het voeren van een meer lipogeen rantsoen, in plaats van een glucogeen rantsoen, verlaagde de drogestofopname en energieopname, maar had geen gevolgen voor de energiebalans of het lichaamsgewicht van de koeien. Voor koeien zonder droogstand met het standaard energieniveau verhoogde het glucogene rantsoen de lichaamsconditiescore, in vergelijking met het lipogene rantsoen (interactie tussen droogstandslengte en lactatierantsoen: $P < 0,01$).

Lactogene hormonen

Het weglaten van de droogstand resulteerde in een hogere plasma insuline en IGF-1 concentratie en in een lagere groeihormoonconcentratie in het bloed, in vergelijking met een korte droogstand. Het verlagen van het energieniveau in het rantsoen voor koeien zonder droogstand had geen effect op de concentratie insuline, IGF-1 en groeihormoon in het bloed. Het lipogene rantsoen verlaagde de insuline concentratie in het bloed van koeien zonder droogstand en een standaard energieniveau. Het lipogene rantsoen verhoogde de groeihormoon concentratie in het bloed van koeien met een standaard energieniveau, zowel na een droogstand van 30 dagen als zonder droogstand, maar niet bij koeien met een laag energieniveau.

Vruchtbaarheid

Koeien zonder droogstand met een laag energieniveau in het rantsoen werden eerder drachtig dan koeien met een hoog energieniveau in het rantsoen zonder droogstand of met een droogstand van 30 dagen (84 vs. 113 vs. 114 dagen voor 0-d (laag) vs. 0-d (STD) vs. 30-d (STD)). Het lipogene rantsoen verhoogde het aantal dagen tot dracht voor koeien met een droogstand van 30 dagen (139 vs. 87 voor het lipogene en glucogene rantsoen). Maar het lipogene rantsoen verlaagde het aantal dagen tot dracht voor koeien zonder droogstand en een standaard energieniveau in het rantsoen (98 vs. 130 voor het lipogene en glucogene rantsoen).

Conclusie

Weglaten van de droogstand resulteerde in minder melk, minder lactatie persistentie, een hogere energiebalans, zwaardere koeien met een hogere lichaamsconditiescore gedurende de volledige lactatie, in vergelijking met een droogstand van 30 dagen. Het verlagen van het energieniveau in het rantsoen bij koeien zonder droogstand zorgde wel voor een lagere energieopname, minder positieve energiebalans, minder gewichtstoename, maar had geen effect op de melkproductie. Ondanks dat het voeren van een meer lipogeen rantsoen wel de insuline concentratie verlaagde en de groeihormoon concentratie verhoogde, zorgde dit niet voor een verbetering van de persistentie of verhoging van de melkproductie. Een meer glucogeen rantsoen lijkt gunstig voor de vruchtbaarheid wanneer koeien energie tekort komen (zoals na een droogstand van 30 dagen), maar juist niet wanneer de energievoorziening al ruim is (zoals bij een 0 dagen droogstand op een standaard energieniveau).

Tabel 1. Melkproductie, melksamenstelling, voeropname en energiebalans na afkalven¹ van koeien met een droogstand van 0 of 30 dagen (30-d(STD)). Koeien met een droogstand van 0 dagen kregen na afkalven een rantsoen gevoerd met een laag aandeel krachtvoer (0-d(laag)) of standaard aandeel krachtvoer (0-d(STD)). Vanaf 7 weken na afkalven kregen koeien ofwel een hoofdzakelijk glucogeen (G), ofwel een hoofdzakelijk lipogeen (L) rantsoen gevoerd. (LSMEANS ± SEM).

	Droogstandsbehandeling ²				Lactatierantsoen			P-waarden ³				
	0-d (laag)	0-d (STD)	30-d (STD)	SEM	G	L	SEM	Droogstand	Lactatie rantsoen	Pariteit	Tijd ⁴	D × LR
Koeien, n	36	34	40		53	57						
Melkproductie, kg/d	24,2 ^a	24,7 ^a	30,3 ^b	0,9	27,7	25,1	0,7	<0,01	0,02	0,06	<0,01	0,62
FPCM ⁵ , kg/d	27,1 ^a	27,4 ^a	32,3 ^b	1,0	29,8	28,1	0,8	<0,01	0,13	0,21	<0,01	0,45
Lactose, %	4,48	4,46	4,55	0,03	4,52	4,47	0,05	0,05	0,14	0,01	<0,01	0,03
Vet, %	4,83 ^a	4,76 ^a	4,54 ^b	0,06	4,57	4,86	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Eiwit, %	4,02 ^a	3,99 ^a	3,72 ^b	0,06	3,86	3,96	0,05	<0,01	0,18	0,01	<0,01	0,54
Voeropname, kg DS/d	20,8	20,9	21,3	0,2	21,7	20,4	0,1	0,08	<0,01	<0,01	<0,01	0,04
Energieopname, kJ/kg ^{0,75} *d	990 ^a	1039 ^a	1094 ^b	11	1061	1021	11	<0,01	<0,01	0,18	<0,01	0,18
Energiebalans ⁶ , kJ/kg ^{0,75} *d	51 ^a	92 ^b	4 ^c	12	50	48	10	<0,01	0,89	0,56	<0,01	0,98
Lichaamsgewicht, kg	699 ^a	699 ^a	665 ^b	10	692	683	8	0,02	0,44	<0,01	<0,01	0,96
Gewichtstoename, kg/wk	1,93 ^a	2,61 ^b	0,97 ^c	0,18	1,92	1,75	0,15	<0,01	0,44	<0,01	<0,01	0,40
BCS ⁷	3,0	3,0	2,8	0,1	3,0	2,9	0,1	<0,01	0,01	0,79	<0,01	<0,01
Insuline (µU/ml)	23,5 ^a	25,5 ^a	18,0 ^b	1,2	23,9	20,6	1,0	<0,01	0,01	0,79	<0,01	<0,01
IGF-1 ⁸ (ng/ml)	159,7 ^a	170,7 ^a	142,9 ^b	6,2	164,5	150,7	5,1	<0,01	0,05	<0,01	<0,01	0,13
Groeihormoon (µg/L)	3,62 ^{a,b}	3,23 ^a	4,01 ^b	0,14	3,47	3,77	0,11	<0,01	0,06	0,30	<0,01	<0,01

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

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

³ D: Droogstandsbehandeling; LR: Lactatierantsoen; P: Pariteit; T: Tijd; In het model waren ook de interacties LR×P, D×P LR×T, D×T en P×T opgenomen

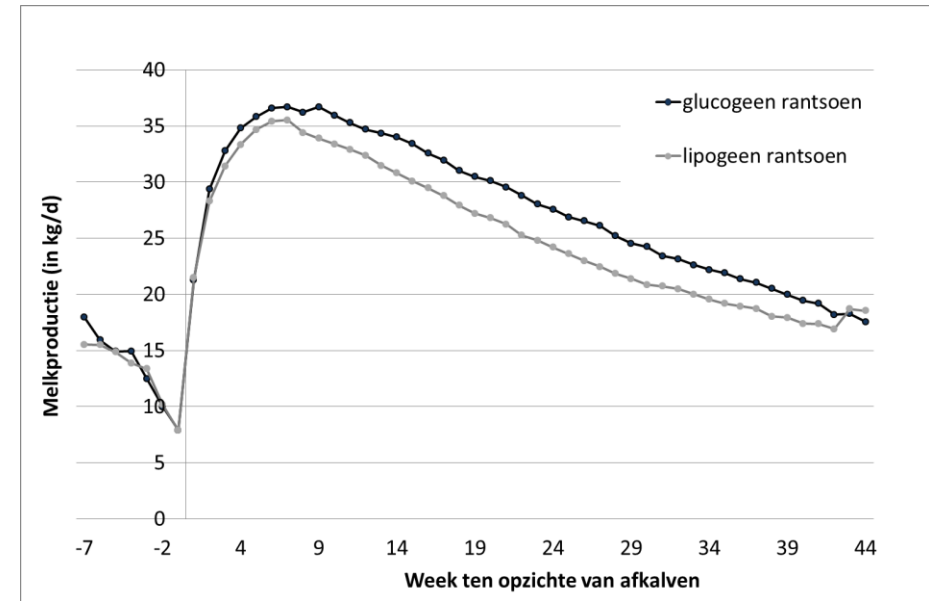
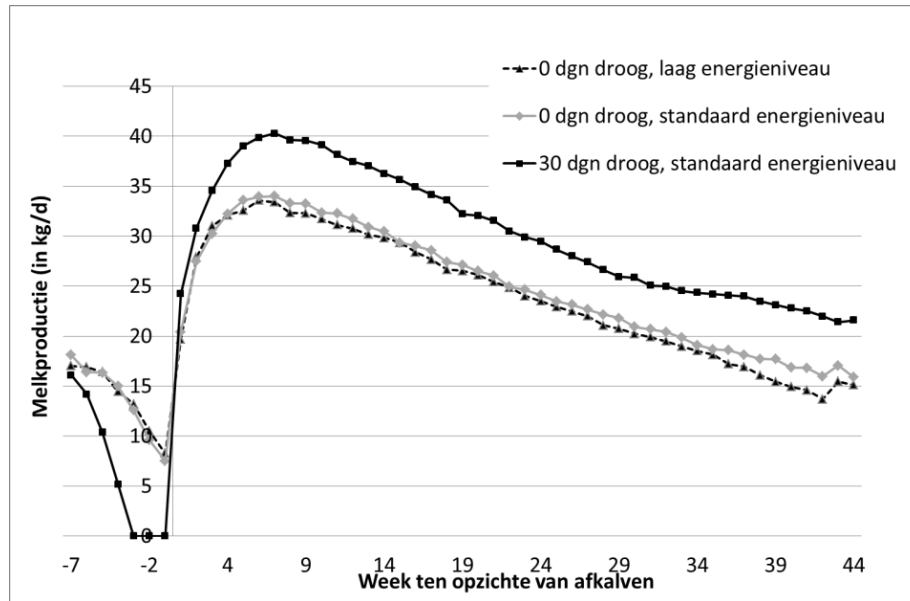
⁴ Week ten opzichte van afkalven of maand ten opzichte van afkalven (voor BCS);

⁵ Vet- en eiwit gecorrigeerde melk;

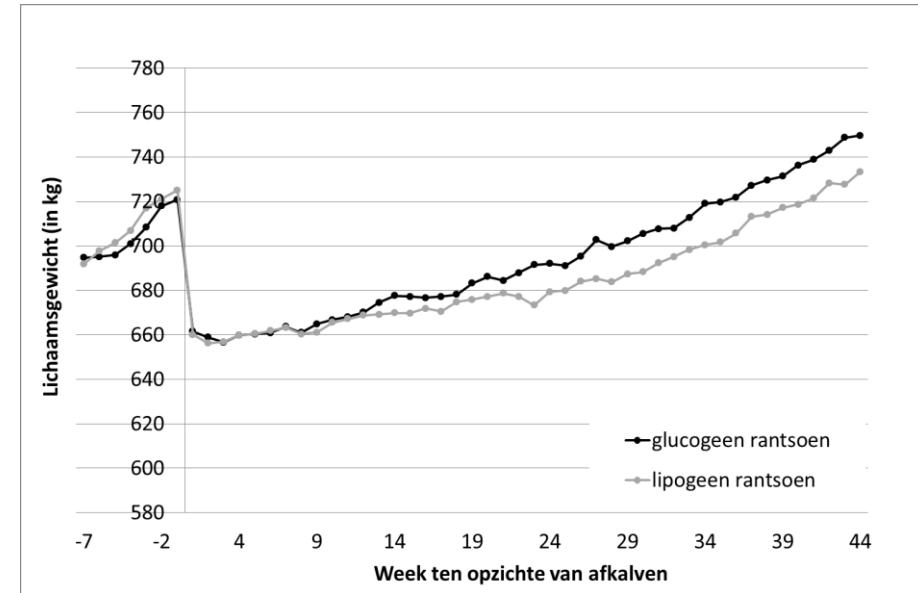
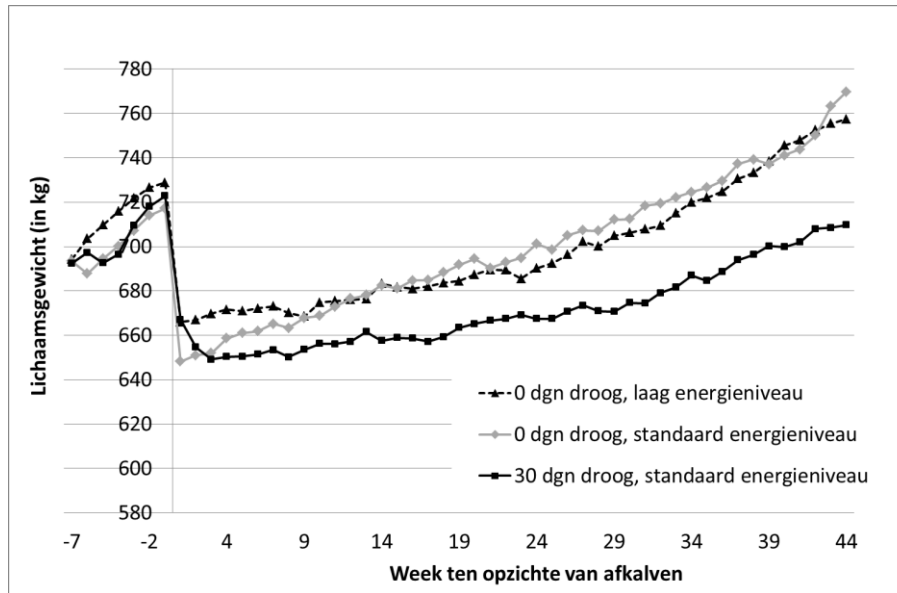
⁶ Energiebalans; berekend met het VEM systeem (Van Es, 1975);

⁷ Lichaamsconditiescore op een schaal van 1 – 5;

⁸ Insulin-like-growth-factor.



Figuur 1. a. Melkproductie (kg/d) van koeien na een droogstand van 0 of 30 dagen (30-d(STD)). Koeien met een droogstand van 0 dagen kregen na afkalven een rantsoen gevoerd met een laag aandeel krachtvoer (0-d(laag)) of standaard aandeel krachtvoer (0-d(STD)); **b.** Melkproductie (kg/d) van koeien op een hoofdzakelijk glucogeen of lipogeen rantsoen.



Figuur 2. a. Lichaamsgewicht (kg) van koeien na een droogstand van 0 of 30 dagen (30-d(STD)). Koeien met een droogstand van 0 dagen kregen na afkalven een rantsoen gevoerd met een laag aandeel krachtvoer (0-d(laag)) of standaard aandeel krachtvoer (0-d(STD)); **b.** Lichaamsgewicht (kg) van koeien op een hoofdzakelijk glucogeen of lipogeen rantsoen.

Referenties

- Chen, J., G.J. Rummelink, J.J. Gross, R.M. Bruckmaier, B. Kemp, en A.T.M. van Knegsel. 2016. Effects of dry period length and dietary energy source on milk yield, energy balance, and metabolic status of dairy cows over two subsequent lactations: effects in the second lactation. *J. Dairy Sci.* 99: 4826-4838.
- CVB. 2011. Chemische samenstellingen en nutritionele waarden van voedermiddelen (in Dutch). Productschap Diervoeder, CBV (Centraal Veevoeder Bureau), Den Haag, Nederland.
- De Feu, M. A., A. C. Evans, P. Lonergan, en 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.
- Littell, R.C., G.A. Milliken, W.W. Stroup, en R.D. Wolfinger. 1996. SAS system for mixed models. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Rastani, R.R., R.R. Grummer, S.J. Bertics, A. Gumen, M.C. Wiltbank, D.G. Mashek, en 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.
- Van Es, A.J.H., 1975. Feed evaluation for dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 4: 95-107.
- Van Hoeij, R.J., J. Dijkstra, R.M. Bruckmaier, J.J. Gross, T.J.G.M. Lam, G.J. Rummelink, B. Kemp, en A.T.M. van Knegsel. 2017. Consequences of dietary energy source on energy balance, lactogenic hormones and lactation curve characteristics of cows after a short or omitted dry period. *J. Dairy Sci.* 100: 8544-8564.
- Van Knegsel, A.T.M., G.J. Rummelink, S. Jorjong, V. Fievez, en B. Kemp. 2014. 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.

2.3 Het voorspellen van de energiebalans na verschillende droogstandslengtes

R.J. van Hoeij¹, J. Dijkstra², G.J. Rimmelink³, B. Kemp¹ en A.T.M. van Knegsel¹

¹ Adaptation Physiology Group, Wageningen University and Research, the Netherlands

² Animal Nutrition Group, Wageningen University and Research, the Netherlands

³ Livestock Research, Wageningen University and Research, the Netherlands

Inleiding

Het is bekend 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; Van Knegsel et al., 2014). De betere energiebalans werd meestal veroorzaakt door een lagere melkproductie bij een gelijke energieopname in begin lactatie (De Feu et al., 2009; Van Knegsel et al., 2014) en soms ook doordat de voeropname verbeterde in begin lactatie (Rastani et al., 2005).

Er blijkt echter een behoorlijke variatie in energiebalans tussen koeien te bestaan na een bepaalde droogstandslengte. Mogelijk bepalen andere kenmerken van de koe, zoals genotype, lichaamsconditie of leeftijd mede de respons van een koe na een bepaalde droogstandslengte. Zo is bekend dat de energiebalans van jonge koeien (pariteit 2) niet sterk verschilt na een droogstand van 0 of 30 dagen, maar wel beter is dan van jonge koeien met een droogstand van 60 dagen (Van Knegsel et al., 2014). Voor oudere koeien (pariteit >2), echter, verbeterde de energiebalans ook na een droogstand van 0 dagen, in vergelijking met een droogstand van 30 dagen.

Het doel van deze studie was te analyseren welke prepartum koekenmerken gerelateerd zijn met de energiebalans in begin lactatie na verschillende droogstandslengtes.

Toepassing in de praktijk?

Kennis over koekenmerken die de energiebalans na verschillende droogstandslengtes bepalen kan de beslissing voor de optimale droogstandslengte per koe ondersteunen. Vanwege de praktische toepasbaarheid worden uitsluitend prepartum koekenmerken geanalyseerd die veehouders beschikbaar hebben op het moment van de beslissing om de koe wel of niet droog te zetten.

Materiaal en methode

Voor de evaluatie van prepartum koekenmerken die de ernst van de energiebalans na verschillende droogstandslengtes voorspellen zijn zowel gegevens gebruikt van het experiment binnen het project WHYDRY, als gegevens van het experiment binnen het project Droogstand op Maat.

WHYDRY

Materiaal en methode van dit experiment staan uitgebreid beschreven in het wetenschappelijk artikel (Van Knegsel et al., 2014a) en het WHYDRY rapport (Van Knegsel et al., 2014b). In het kort: koeien (N=168) zijn willekeurig verdeeld over zes behandelingen. Behandelingen bestonden uit een van de drie droogstandslengtes (0, 30 of 60 dagen) en een van beide lactatierantsoenen (gelijk in ruwvoersamenstelling, maar met een glucogeen of lipogeen krachtvoer). Gedurende de lactatie werden de koeien tweemaal daags gemolken. De koeien met een droogstand van 30 of 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). Voor afkalven kregen koeien met een droogstand een droogstandsrantsoen verstrekt. Koeien in lactatie kregen een lactatierantsoen.

Droogstand op Maat

Materiaal en methode staan uitgebreid beschreven in het wetenschappelijk manuscript (Van Hoeij et al., 2017). In het kort: koeien (N=128) zijn willekeurig verdeeld over zes behandelingen: drie transitiebehandelingen en twee lactatierantsoenen. Transitiebehandelingen bestonden uit een van de twee droogstandslengtes (0 of 30 dagen (30-d(STD))). Koeien met een droogstand van 0 dagen kregen na afkalven een rantsoen gevoerd met een laag energieniveau (0-d(laag)) of standaard energieniveau (0-d(STD)). Bij alle drie de transitiebehandelingen kregen de koeien vanaf dag 49 in lactatie ofwel een glucogeen (G) of lipogeen (L) basisrantsoen gevoerd. De koeien met een droogstand van 30 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 niet behandeld met een droogzetter met antibiotica. Voor afkalven kregen koeien met een droogstand een droogstandsrantsoen verstrekt. Koeien in lactatie kregen een lactatierantsoen.

Data analyse

Om te analyseren welke prepartum koekenmerken geassocieerd zijn met de gemiddelde EB in de eerste 7 weken van de lactatie werd een mixed model gebruikt (PROC MIXED, SAS versie 9.3). De volgende prepartum koekenmerken zijn een voor een geanalyseerd (univariaat) voor hun relatie met postpartum energiebalans: droogstandslengte, pariteit, gemiddelde BCS in maand 1 en 2 voor kalven, en lactatieproductie (in kg melk per 305 dagen). Prepartum koekenmerken met $P \leq 0,20$ in de univariate analyse, werden allemaal tegelijk (multivariaat) opgenomen in een multivariaat model. Na backward eliminatie werden alle 2-weg interacties getest. Prepartum koekenmerken en interacties met $P \leq 0,05$ in het multivariate model vormden uiteindelijk het definitieve multivariate model. In alle univariate en multivariate modellen zat naast de prepartum koekenmerken, ook droogstandslengte, week na afkalven en pariteit.

Resultaten

Voorspellen energiebalans op basis van WHYDRY – jaar 1

Op basis van het univariate model waren droogstandslengte, pariteit, lactatieproductie en BCS geassocieerd met de energiebalans in de eerste 7 weken van de volgende lactatie. Na backward eliminatie waren de volgende prepartum variabelen geassocieerd met EB in de eerste 7 weken van de lactatie: droogstandslengte, pariteit, lactatieproductie en gemiddelde BCS (Tabel 1). Een significante 2-weg interactie was aanwezig van droogstandslengte met lactatieproductie, en van droogstandslengte met pariteit. Dit model verklaarde 66% van de variatie in energiebalans van de koeien gedurende de eerste 7 weken van de lactatie ($R^2 = 0,66$).

Voorspellen energiebalans op basis van WHYDRY – jaar 2

Op basis van het univariate model waren droogstandslengte, pariteit, lactatieproductie en BCS geassocieerd met de energiebalans in de eerste 7 weken van de volgende lactatie. Na backward eliminatie waren de volgende prepartum variabelen geassocieerd met EB in de eerste 7 weken van de lactatie: droogstandslengte, pariteit, lactatieproductie en gemiddelde BCS (Tabel 2). Significante 2-weg interacties waren aanwezig van droogstandslengte met lactatieproductie, pariteit met lactatieproductie, BCS met lactatieproductie en BCS met pariteit. Dit model verklaarde 41% van de variatie in energiebalans van de koeien gedurende de eerste 7 weken van de lactatie ($R^2 = 0,41$).

Voorspellen energiebalans op basis van Droogstand op Maat

Op basis van het univariate model waren droogstandslengte en BCS geassocieerd met gemiddelde EB in de eerste 7 weken van de lactatie. Na backward eliminatie waren de volgende prepartum variabelen geassocieerd met EB in de eerste 7 weken van de lactatie: droogstandslengte, pariteit, en BCS (Tabel 3). Een significante 2-weg interactie was aanwezig van droogstandslengte met pariteit. Dit model verklaarde 38% van de variatie in energiebalans van de koeien gedurende de eerste 7 weken van de lactatie ($R^2 = 0,38$).

Conclusie

De prepartum koekenmerken lactatieproductie, pariteit, BCS en droogstandslengte bepalen de energiebalans van koeien in de eerste 7 weken van de lactatie. Deze koekenmerken kunnen gebruikt worden om de energiebalans na afkalven te voorspellen met een matige tot gemiddelde nauwkeurigheid.

Tabel 1. Prepartum koekenmerken welke de energiebalans in de eerste 7 weken na afkalven voorspellen voor koeien na een droogstand van 0, 30 of 60 dagen¹ (LSMEANS ± SEM of regressie coëfficiënt (β) met standard error).

Prepartum koekenmerk	Categorie	Postpartum energiebalans	
		LSMEANS (SEM)	P-waarde
Droogstandslengte	0-d	-129 (19)	<0,01
	30-d	-185 (16)	
	60-d	-231 (26)	
Pariteit	Pariteit 1	-119 (17)	<0,01
	Pariteit 2	-160 (17)	
	Pariteit ≥ 3	-229 (18)	
		β	
Lactatieproductie (kg melk/305 dgn)		-0,03 (0,01)	0,04
Body conditie score ²		-74 (16)	<0.01
Lactatieproductie × Droogstandslengte	0-d	-0,03 (0,02)	<0.01
	30-d	0,02 (0,02)	
	60-d	Referentie	
Lactatieproductie × Pariteit	Pariteit 1	-0,02 (0,01)	0,01
	Pariteit 2	0,01 (0,01)	
	Pariteit ≥ 3	Referentie	

¹ Voor deze analyse zijn de gegevens van het eerste jaar van het experiment van WHYDRY gebruikt;

² Gemiddelde body conditie score (schaal 1-5) gedurende de laatste 8 weken voor afkalven.

Tabel 2. Prepartum koekenmerken welke de energiebalans in de eerste 7 weken na afkalven voorspellen voor koeien na een droogstand van 0, 30 of 60 dagen¹ (LSMEANS ± SEM of regressie coëfficiënt (β) met standard error).

Prepartum koekenmerk	Categorie	Postpartum energiebalans	
		LSMEANS (SEM)	P-waarde
Droogstandslengte	0-d	-279 (34)	0,01
	30-d	-257 (18)	
	60-d	-347 (23)	
	0-d → 60-d	-308 (36)	
Pariteit	Pariteit 2	-274 (21)	<0,01
	Pariteit ≥3	-321 (17)	
		β	
Lactatieproductie (kg melk/305 dgn)		-0,07 (0,05)	<0,01
Body conditie score ²		-315 (121)	<0,01
Lactatieproductie × Body conditie score		0,02 (0,01)	0,04
Lactatieproductie × Droogstandslengte	0-d	-0,04 (0,03)	0,03
	30-d	-0,05 (0,03)	
	60-d	0,02 (0,03)	
	0-d → 60-d	Referentie	
Lactatieproductie × Pariteit	Pariteit 2	-0,06 (0,02)	<0,01
	Pariteit ≥3	Referentie	
Body conditie score × Pariteit	Pariteit 2	-58 (29)	0,04
	Pariteit ≥3	Referentie	

¹ Voor deze analyse zijn de gegevens van het tweede jaar van het experiment van WHYDRY gebruikt;

² Gemiddelde body conditie score (schaal 1-5) gedurende de laatste 8 weken voor afkalven.

Tabel 3. Prepartum koekenmerken welke de energiebalans in de eerste 7 weken na afkalven voorspellen voor koeien na een droogstand van 0 of 30 dagen¹ (LSMEANS ± SEM of regressie coëfficiënt (β) met standard error).

Prepartum koekenmerk	Categorie	Postpartum energiebalans	
		LSMEANS (SEM)	P-waarde
Droogstandslengte	0-d	-37 (16)	<0,01
	30-d	-178 (22)	
Pariteit	Pariteit1	-87 (20)	0,13
	Pariteit ≥2	-129 (18)	
Droogstandslengte × pariteit	0-d DP × pariteit 1	25 (23) ^a	<0,01
	0-d DP × pariteit ≥2	-100 (22) ^b	
	30-d DP × pariteit 1	-198 (33) ^c	
	30-d DP × pariteit ≥2	-158 (29) ^{bc}	
		β	
Body conditie score ²		-114	<0,01

¹ Voor deze analyse zijn de gegevens van het experiment van Droogstand op Maat gebruikt;

² Gemiddelde body conditie score (schaal 1-5) gedurende de laatste 8 weken voor afkalven.

Referenties

De Feu, M. A., A. C. Evans, P. Lonergan, en 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.

Rastani, R.R., R.R. Grummer, S.J. Bertics, A. Gumen, M.C. Wiltbank, D.G. Mashek, en 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.

Van Hoeij, R.J., J. Dijkstra, R.M. Bruckmaier, J.J. Gross, T.J.G.M. Lam, G.J. Remmelink, B. Kemp, en A.T.M. van Knegsel. 2017. The effect of dry period length and postpartum level of concentrate on milk production, energy balance and plasma metabolites of dairy cows across the dry period and in early lactation. *J. Dairy Sci.* 100: 5863-5879.

Van Knegsel, A.T.M., G.J. Remmelink, S. Jorjong, V. Fievez, en 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 Knegsel, A.T.M. ed. 2014b. WHYDRY- Verkorten van de droogstand van melkvee: effecten op de melkproductie, energiebalans en koe-en kalfgezondheid. Rapportage. Wageningen University and Research.

3 Uiergezondheid

3.1 Uiergezondheid na verschillende droogstandslengtes: I. met gebruik van droogzetantibiotica

R.J. van Hoeij¹, T.J.G.M. Lam², D.B. de Koning¹, W. Steeneveld³, B. Kemp¹, A.T.M. van Knegsel¹

¹ Adaptation Physiology Group, Wageningen University and Research, the Netherlands

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

³ Business Economics Group, Wageningen University and Research, the Netherlands

Inleiding

Het aantal studies dat de effecten van het verkorten of weglaten van de droogstand op de uiergezondheid beschrijft is beperkt. Bovendien zijn de resultaten van de verschillende studies betreffende het effect van droogstandslengte op de uiergezondheid niet eenduidig. Een droogstand van 30 dagen verlaagde het aantal nieuwe uierinfecties postpartum in sommige studies (Pezeshki et al., 2007; Pinedo et al., 2011), terwijl droogstandslengte in andere studies geen effect had op de incidentie van klinische mastitis in de volgende lactatie (Church et al., 2008; Watters et al., 2008; Shoshani et al., 2014). Verkorten of weglaten van de droogstand verhoogde het celgetal in sommige studies (verkorten: Pezeshki et al., 2007; weglaten: Van Knegsel et al., 2014a), maar niet in alle studies (verkorten: Gulay et al., 2005; weglaten: Rastani et al., 2005)

Een mogelijke verklaring voor het gebrek aan eenduidige resultaten kan komen door het effect van individuele koe-eigenschappen. Het is bijvoorbeeld bekend dat de melkproductie van koeien na verschillende droogstandslengtes afhankelijk is van individuele koekenmerken, zoals bv. pariteit van de koe (Steeneveld et al., 2014). Het is daarom mogelijk dat een dergelijke invloed van individuele koekenmerken ook bestaat voor uiergezondheid en bepalen hoe de koe reageert op het verkorten of weglaten van de droogstand.

Het doel van deze studie was ten eerste om het effect te bepalen van droogstandslengte (0, 30 of 60 dagen droog) op de uiergezondheid van koeien in de volgende lactatie. Ten tweede, was het doel te analyseren welke prepartum koekenmerken gerelateerd zijn met uiergezondheid na verschillende droogstandslengtes.

Toepassing in de praktijk?

Binnen Droogstand op Maat wordt een beslissingsondersteunend model ontwikkeld dat veehouders kunnen gebruiken om te bepalen welke droogstandslengte optimaal is voor hun individuele koeien. Voor dit beslissingsondersteunend model is het relevant te weten welke koekenmerken voor afkalven de respons van de koe bepalen na het verkorten of weglaten van de droogstand. Daarom wordt in de huidige studie de relatie tussen prepartum koekenmerken en uiergezondheid in de volgende lactatie geanalyseerd. Vanwege de praktische toepasbaarheid worden uitsluitend prepartum koekenmerken geanalyseerd die veehouders ook beschikbaar hebben voor het moment dat de koe droogzet zou moeten worden.

Materiaal en methode

Experimentele opzet en metingen

De gegevens van deze studie stammen uit het experiment van het WHYDRY project. Materiaal en methode van dit experiment staat uitgebreid beschreven in het wetenschappelijk artikel (Van Knegsel et al., 2014a) en het WHYDRY rapport (Van Knegsel et al., 2014b). In het kort: koeien (N=168) zijn willekeurig 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). Gedurende de lactatie werden de koeien tweemaal daags gemolken. De koeien met een droogstand

van 30 of 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). Voor afkalven kregen koeien met een droogstand een droogstandsrantsoen verstrekt. Koeien in lactatie kregen een lactatierantsoen.

Melkproductie werd dagelijks gemeten en gemiddeld per week. Melkmonsters voor vet, eiwit, lactose en celgetal zijn viermaal per week verzameld (dinsdagmiddag, woensdagmorgen, woensdagmiddag, donderdagmorgen) en gemiddeld per week voor het berekenen van de vet -en eiwit-gecorrigeerde melkproductie (FPCM).

Data analyse

De analyse van de gegevens staat uitgebreid beschreven in het bijbehorend wetenschappelijk artikel (Van Hoeij et al., 2016). In het kort: het effect van droogstandslengte op de uiergezondheid is geanalyseerd met een herhaalde waarnemingen model (voor celgetal: PROC MIXED; voor incidentie van mastitis en celgetalverhogingen: PROC GLIMMIX of SAS version 9.3; SAS Institute, Inc., Cary, NC)) met koe als herhaald onderwerp. Een celgetalverhoging was gedefinieerd als een celgetal ≥ 200.000 cellen/mL nadat de koe twee weken een celgetal had < 200.000 cellen/mL. Droogstandslengte (0, 30 of 60 dagen), postpartum pariteit (2, 3 of >3), seizoen van afkalven (winter, lente, zomer of herfst) en de relevante interactietermen zijn opgenomen in het model. De droogstandsevaluatie is geanalyseerd met een logistische regressie model (PROC LOGISTIC of SAS version 9.3; SAS Institute, Inc., Cary, NC).

Voor analyse van prepartum koekenmerken die gerelateerd zijn aan postpartum uiergezondheid (celgetal, celgetalverhogingen en klinische mastitis), zijn MPR gegevens van de volledige lactatie voorafgaand aan de droogstandsbehandeling verzameld. De volgende prepartum koekenmerken zijn een voor een geanalyseerd (univariaat) voor hun relatie met postpartum uiergezondheidsmerken: lactatieproductie, gemiddelde FPCM productie tussen dag 150 en 67 voor afkalven, FPCM reductie tussen dag 150 en 67 voor afkalven, FPCM productie op de laatste melkcontroledag voor dag 67 voor afkalven, gemiddeld celgetal in de voorgaande lactatie, celgetal tussen dag 150 en 67 voor afkalven, celgetal op de laatste melkcontroledag voor dag 67 voor afkalven, incidentie van celgetal verhogingen en incidentie van klinische mastitis. Prepartum koekenmerken met $P \leq 0,20$ in de univariate analyse, werden allemaal tegelijk (multivariaat) opgenomen in een multivariaat model. Prepartum koekenmerken met $P \leq 0,05$ in het multivariate model (na zgn. backwards-eliminatie) vormden uiteindelijk het definitieve multivariate model. In alle univariate en multivariate modellen zat naast de prepartum koekenmerken, ook droogstandslengte, pariteit en seizoen van afkalven in het model.

Resultaten

Uiergezondheid na verschillende droogstandslengtes

Er was geen verschil tussen droogstandslengtes wat betreft melkproductie en uiergezondheid in de lactatie voorafgaand aan de droogstandsbehandeling (Tabel 1). Na afkalven hadden koeien met een droogstand van 0 dagen een hoger celgetal in vergelijking met koeien met een droogstand van 30 of 60 dagen (150 vs. 108 vs. 92 *103 cellen/ml voor 0 vs. 30 vs. 60 dagen droog). Ook het celgetal van koeien met een droogstand van 30 dagen was hoger dan het celgetal van koeien met een droogstand van 60 dagen. Er was geen verschil in het aantal gevallen van een verhoging in celgetal of klinische mastitis tussen koeien na verschillende droogstandslengtes.

Droogstandsevaluatie

Voor koeien met een droogstand van 0 dagen was de genezing van een intramammaire infectie (≥ 200.00 cellen/ml) lager dan voor koeien met een droogstand van 30 of 60 dagen (Tabel 2). Er was geen verschil tussen droogstandslengtes met betrekking tot het aantal nieuwe infectie in de periode na afkalven.

Welke prepartum koekenmerken bepalen uiergezondheid na verschillende droogstandslengtes?

Prepartum koekenmerken die celgetal van koeien na verschillende droogstandslengtes (0, 30 of 60 dagen) bepalen zijn: droogstandslengte, pariteit, uiergezondheidsstatus (celgetalverhoging wel/niet, en gemiddeld celgetal in voorgaande lactatie), en melkproductie (zowel melkproductieniveau op de laatste dag voor de droogstand als reductie van melkproductie eind lactatie).

Het prepartum koekenmerk dat een verhoging van celgetal van koeien na verschillende droogstandslengtes (0, 30 of 60 dagen) bepaalt is pariteit.

Het prepartum koekenmerk dat mastitis bij koeien na verschillende droogstandslengtes (0, 30 of 60 dagen) bepaalt is het celgetal op de laatste melkcontroledag voor dag 67 voor afkalven.

Conclusie

Weglaten van de droogstand resulteert in een hoger celgetal in de volgende lactatie in vergelijking met een droogstand van 30 of 60 dagen waarbij de koeien zijn drooggezet met antibiotica. Daarbij was de kans op genezing van bestaande uierinfecties kleiner voor koeien met een droogstand van 0 dagen in vergelijking met een droogstand van 30 of 60 dagen. Verschillende prepartum koekenmerken, waaronder leeftijd, productieniveau en uiergezondheidsstatus bepalen mede de uiergezondheid van koeien na verschillende droogstandslengtes. Deze koekenmerken zouden gebruikt kunnen worden in een beslissingsondersteunend model om het droogstandsmanagement van individuele koeien te optimaliseren.

Tabel 1. Prepartum melkproductie en uiergezondheidskenmerken en postpartum uiergezondheidskenmerken voor koeien met een droogstand van 0, 30 of 60 dagen (LSMEANS ± SEM).

	Droogstandslengte ¹			SEM	P-waarden		
	0	30	60		Droogstand	Pariteit	Droogstand * Pariteit
Koeien, n	56	55	56				
<i>Prepartum kenmerken</i>							
Lactatieproductie (in kg per 305 dgn)	9976	9993	10028	156	0,97	<0,01	0,21
FPCM ² reductie tussen 150 en 67 d prepartum (kg)	6	5	4	0,71	0,16	<0,01	0,83
FPCM ² tussen 150 en 67 d prepartum (kg/d)	27	27	27	0,72	0,80	0,98	0,39
Laatste FPCM ² 67 d prepartum	24	24	25	0,75	0,70	0,41	0,44
Celgetal ³	4,25	4,35	4,13	0,09	0,12	<0,01	0,83
Celgetal ³ tussen 150 en 67 d prepartum	4,56	4,52	4,46	0,09	0,72	<0,01	0,38
Laatste celgetal ³ 67 d prepartum	4,73	4,70	4,52	0,11	0,33	<0,01	0,25
Celgetalverhogingen (% koeien)	41	42	34				
Klinische mastitis (% koeien)	25	20	15				
<i>Postpartum kenmerken (week 1 – 44 van de lactatie)</i>							
Celgetal ³	5,01 ^a	4,68 ^b	4,52 ^c	0,06	<0,01	<0,01	0,02
Celgetalverhogingen (% koeien)	79	78	79		0,99	<0,01	n.m.
Celgetalverhogingen (aantal gevallen per koe)	2,3	2,3	1,8		0,31	<0,01	n.m.
Klinische mastitis (% koeien)	27	25	25		0,98	<0,01	n.m.
Klinische mastitis (aantal gevallen per koe)	1,4	1,4	1,2		0,94	0,02	n.m.

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

² FPCM = Fat and Protein Corrected Milk;

³ Celgetal is weergegeven als de natuurlijke logaritme van celgetal ($*10^3$ cellen/ml);

n.m. = niet opgenomen in het model.

Tabel 2. Droogstandsevaluatie van koeien met een droogstand van 0, 30 of 60 dagen.

	Celgetal postpartum ²	Droogstandslengte ¹			P-waarde
		0	30	60	
<i>Hoog celgetal 67 d prepartum²</i>					
Genezen	<i>laag</i>	50 ^a	92 ^b	92 ^b	0,04
Blijvend geïnfecteerd	<i>hoog</i>	50 ^a	8 ^b	8 ^b	0,04
<i>Laag celgetal 67 d prepartum²</i>					
Gezond	<i>laag</i>	80	85	88	0,58
Nieuwe infectie	<i>hoog</i>	20	15	12	0,58

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

² Hoog celgetal ≥ 200.000 cellen/ml; Laag celgetal < 200.000 cellen/ml.

Referenties

- Church, G.T., L.K. Fox, C.T. Gaskins, D.D. Hancock en J.M. Gay. 2008. The effect of a shortened dry period on intramammary infections during the subsequent lactation. *J. Dairy Sci.* 91: 4219–4225.
- Gulay, M.S., M.J. Hayen, K.C. Bachman, T. Belloso, M. Liboni en 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.
- Rastani, R.R., R.R. Grummer, S.J. Bertics, A. Gumen, M.C. Wiltbank, D.G. Mashek, en 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.
- Pezeshki, A., J. Mehrzad, G.R. Ghorbani, H.R. Rahmani, R.J. Collier, en C. Burvenich. 2007. Effects of short dry periods on performance and metabolic status in Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90: 5531–5541.
- Pinedo, P., C. Risco, en P. Melendez. 2011. A retrospective study on the association between different lengths of the dry period and subclinical mastitis, milk yield, reproductive performance, and culling in Chilean dairy cows. *J. Dairy Sci.* 94: 106–115.
- Shoshani, E., S. Rosen, en J.J. Doekes. 2014. Effect of a short dry period on milk yield, and content, colostrum quality, fertility and milk quality using somatic cell counts. *J. Dairy Sci.* 97: 2909–2922.
- Steenefeld, W., A.T.M. Van Knegsel, G.J. Remmelink, B. Kemp, J.C.M. Vernooij en H. Hogeveen. 2014. Cow characteristics and their association with production performance with different dry period lengths. *J. Dairy Sci.* 97: 4922–4931.
- Van Hoeij, R.J., T.J.G.M. Lam, D.B. de Koning, W. Steeneveld, B. Kemp en A.T.M. van Knegsel. 2016. Cow characteristics and their association with udder health after different dry period lengths. *J. Dairy Sci.* 99: 8330–8340.
- Van Knegsel, A.T.M., G.J. Remmelink, S. Jorjong, V. Fievez, en 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 Knegsel, A.T.M. (ed.) 2014b. WHYDRY – Verkorten van de droogstand van melkvee: effecten op de melkproductie, energiebalans en koe –en kalfgezondheid. Wageningen University, Wageningen, Nederland. Rapport. 156 blz.
- Watters, R.D., J.N. Guenther, A.E. Brickner, R.R. Rastani, P.M. Crump, P.W. Clark en R.R. Grummer. 2008. Effects of dry period length on milk production and health of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 91: 2595–2603.

3.2 Uiergezondheid na verschillende droogstandslengtes: II. Zonder gebruik van droogzetantibiotica

R.J. van Hoeij¹, T.J.G.M. Lam², B. Kemp¹, J. Dijkstra³, G.J. Remmelink⁴, en A.T.M. van Knegsel¹

¹ Adaptation Physiology Group, Wageningen University and Research, the Netherlands

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

³ Animal Nutrition Group, Wageningen University and Research, the Netherlands

⁴ Livestock Research, Wageningen University and Research, the Netherlands

Inleiding

Het is bekend dat verkorten of weglaten van de droogstand kan resulteren in een verhoging van het celgetal (Hoofdstuk 3.1). Hoewel er ook studies zijn die geen effect konden aantonen op de incidentie van klinische mastitis (Church et al., 2008; Shoshani et al., 2014) of het celgetal (Gulay et al., 2005; Rastani et al., 2005; Santschi et al., 2011) na het verkorten of weglaten van de droogstand.

Tot op heden zijn de effecten op uiergezondheid van het weglaten van de droogstand altijd geëvalueerd in vergelijking met een controlegroep met koeien die behandeld werden met droogzetantibiotica bij de start van de droogstand. In een eerdere studie verhoogde het weglaten van de droogzetantibiotica de incidentie van bacteriële uierinfecties in de volgende lactatie, in vergelijking met kwartieren die wel behandeld waren met droogzetantibiotica bij droogzetten (Scherpenzeel et al., 2014). Het hogere celgetal na het weglaten van de droogstand kan het resultaat zijn van een niet-genezen uierinfectie, ten gevolge van het weglaten van de droogzetantibiotica. Daarnaast is het niet bekend of het hogere celgetal na het weglaten van de droogstand ook werkelijk gerelateerd is aan een hogere incidentie van bacteriële infecties in het uier.

Het doel van deze studie was ten eerste om het effect te bepalen van droogstandslengte (0 of 30 dagen droog), zonder gebruik van droogzetantibiotica, op de uiergezondheid van koeien in de volgende lactatie. Ten tweede, was het doel te analyseren welke prepartum koekenmerken gerelateerd zijn met uiergezondheid na een droogstand van 0 of 30 dagen, zonder droogzetantibiotica.

Toepassing in de praktijk?

Sinds januari 2014 is het niet meer toegestaan in Nederland om koeien bij droogzetten preventief te behandelen met antibiotica. Daarmee is het voor de praktijk een zeer relevante vraag of verkorte droog zetten of weglaten van de droogstand een alternatieve strategie is om uiergezondheid te handhaven.

Materiaal en methode

Materiaal en methode staan uitgebreid beschreven in het wetenschappelijk manuscript (Van Hoeij et al., 2018). In het kort: koeien (N=128) zijn willekeurig verdeeld over zes behandelingen: drie transitiebehandelingen en twee lactatierantsoenen. Transitiebehandelingen bestonden uit een van de twee droogstandslengtes (0 of 30 dagen (30-d(STD)) waarbij koeien met een droogstand van 0 dagen na afkalven een rantsoen kregen gevoerd met een laag energieniveau (0-d(laag)) of standaard energieniveau (0-d(STD)). Bij alle drie de transitiebehandelingen kregen de koeien vanaf dag 49 in lactatie ofwel een glucogeen (G) of lipogeen (L) rantsoen gevoerd. Gedurende de lactatie werden de koeien tweemaal daags gemolken. De koeien met een droogstand van 30 dagen zijn drooggezet door ze 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 niet behandeld met een droogzetter met antibiotica. Voor afkalven kregen koeien met een droogstand een droogstandsrantsoen verstrekt. Koeien in lactatie kregen een lactatierantsoen.

Melkproductie werd dagelijks gemeten en gemiddeld per week. Melkmonsters voor vet, eiwit, lactose en celgetal zijn viermaal per week verzameld (dinsdagmiddag, woensdagmorgen, woensdagmiddag, donderdagmorgen) en gemiddeld per week.

Data analyse

Het effect van transitiebehandeling en rantsoen op de uiergezondheid is geanalyseerd met een herhaalde waarnemingen model (voor celgetal: PROC MIXED; voor incidentie van mastitis en celgetalverhogingen: PROC GLIMMIX in SAS version 9.3; SAS Institute, Inc., Cary, NC)) met koe als herhaald onderwerp. Een celgetalverhoging was gedefinieerd als een celgetal ≥ 200.000 cellen/mL nadat de koe twee weken een celgetal had < 200.000 cellen/mL. Transitiebehandeling (0-d(laag), 0-d(STD) of 30-d(STD)), postpartum rantsoen (G of L), postpartum pariteit (2 of ≥ 3), en de relevante interactietermen zijn opgenomen in het model. De droogstandsevaluatie is geanalyseerd met een logistische regressie model (PROC LOGISTIC of SAS version 9.3; SAS Institute, Inc., Cary, NC).

Voor analyse van prepartum koekenmerken die gerelateerd zijn aan postpartum uiergezondheid (celgetal, celgetalverhogingen en klinische mastitis), zijn MPR gegevens van de volledige lactatie voorafgaand aan de droogstandsbehandeling verzameld. De volgende prepartum koekenmerken zijn één voor één geanalyseerd (univariaat) voor hun relatie met postpartum uiergezondheidskenmerken: lactatieproductie, gemiddelde FPCM productie tussen dag 150 en 37 voor afkalven, FPCM reductie tussen dag 150 en 37 voor afkalven, FPCM productie op de laatste melkcontroledag voor dag 37 voor afkalven, gemiddeld celgetal in de voorgaande lactatie, celgetal tussen dag 150 en 37 voor afkalven, celgetal op de laatste melkcontroledag voor dag 37 voor afkalven, incidentie van celgetal verhogingen en incidentie van klinische mastitis. Prepartum koekenmerken met $P \leq 0,20$ in de univariate analyse, werden allemaal tegelijk (multivariaat) opgenomen in een multivariaat model. Prepartum koekenmerken met $P \leq 0,05$ in het multivariate model vormden uiteindelijk het definitieve multivariate model. In alle univariate en multivariate modellen zat naast de prepartum koekenmerken, ook droogstandslengte, pariteit en week na afkalven in het model.

Resultaten

Uiergezondheid na verschillende droogstandslengtes

Zoals verwacht was er geen verschil tussen droogstandslengtes wat betreft melkproductie en uiergezondheid in de lactatie voorafgaand aan de droogstandsbehandeling (Tabel 1). Onverwacht was dat koeien met een glucogeen rantsoen meer melk produceerden in de voorgaande lactatie, in vergelijking met ene lipogeen rantsoen. Na afkalven hadden koeien met een droogstand van 0 dagen een hoger celgetal in vergelijking met koeien met een droogstand van 30 dagen (114 vs. $95 \cdot 10^3$ cellen/ml voor 0 vs. 30 dagen droog) en was er een tendens voor een hogere incidentie van klinische mastitis voor koeien zonder droogstand in vergelijking met koeien met een droogstand van 30 dagen. Er was geen verschil in het aantal gevallen van een verhoging in celgetal tussen koeien na verschillende droogstandslengtes.

In dit experiment is er geen enkele koe behandeld met droogzetantibiotica. De richtlijn 'Droogzetten van koeien' adviseert koeien met een laag celgetal (vaarzen $< 150 \cdot 10^3$ cellen/ml; koeien $< 50 \cdot 10^3$ cellen/ml) zonder droogzetantibiotica droog te zetten. Dat zou in dit experiment gaan om 58 van de 128 koeien in het experiment. Van deze groep koeien met een laag celgetal hadden 23%, 29% en 5% van de koeien een klinische mastitis in de volgende lactatie ($n = 5/22$, $5/17$ en $1/19$ voor respectievelijk 0-d (laag), 0-d (STD) en 30-d (STD); $P = 0,24$).

Droogstandsevaluatie

Er was geen effect van droogstandslengte op de proportie chronische, genezen, of nieuwe uierinfecties (≥ 200.00 cellen/ml) na het afkalven (Tabel 2).

Bacteriologische infectie

Zowel 5 weken voor afkalven, als 1 en 5 weken na afkalven is er van alle koeien een melkmonster uit elk kwartier genomen voor bacteriologisch onderzoek. Zowel 5 weken voor afkalven, als 1 en 5 weken na afkalven, was er geen effect van droogstandslengte op het percentage kwartieren met een bacteriologische infectie. Vijf weken voor afkalven en 1 week na afkalven, waren er meer kwartieren met een bacteriologische infectie met minor pathogenen, in vergelijking met 5 weken na afkalven. Vijf weken na afkalven waren er minder kwartieren met een bacteriologische infectie, dan 1 week na afkalven. Week ten opzichte van afkalven had geen effect op het percentage bacteriologische infecties met major pathogenen (Tabel 3).

Welke prepartum koekenmerken bepalen uiergezondheid na verschillende droogstandslengtes?

De prepartum koekenmerken die celgetal van koeien na verschillende droogstandslengtes (0 of 30 dagen) bepalen zijn: droogstandslengte (0 dagen droog resulteert in hoger celgetal), pariteit (oudere koeien hebben een hoger celgetal), en uiergezondheidsstatus (gemiddeld celgetal tussen 150 en 37 dagen voor afkalven (hoger, dan ook hoger celgetal na afkalven) en de interactie tussen gemiddeld celgetal in voorgaande lactatie en melkproductie) (Tabel 4 in de Appendix).

De prepartum koekenmerken die het al of niet optreden van een verhoging van celgetal van koeien na verschillende droogstandslengtes (0 of 30 dagen) bepalen is pariteit (oudere koeien hebben meer celgetalverhogingen) en het gemiddelde celgetal tussen 150 en 37 dagen voor kalven (hoger, dan ook hoger celgetal na afkalven) (Tabel 5 in de Appendix).

De prepartum koekenmerken die het al of niet optreden van mastitis bij koeien na verschillende droogstandslengtes (0 of 30 dagen) bepalen zijn droogstandslengte (0 dagen droog hogere incidentie van mastitis in volgende lactatie) en ten minste 1 geval van klinische mastitis in de voorgaande lactatie (mastitis in voorgaande lactatie betekent ook hogere kans op mastitis in huidige lactatie). Van koeien die in de voorgaande lactatie geen klinische mastitis hadden gehad kreeg 28% van de koeien met een droogstand van 0 dagen en 14% van de koeien met een droogstand van 30 dagen ten minste eenmaal mastitis na afkalven. Van koeien die in de voorgaande lactatie ten minste eenmaal klinische mastitis hadden gehad kreeg 62% van de koeien met een droogstand van 0 dagen en 25% van de koeien met een droogstand van 30 dagen ten minste eenmaal mastitis in de huidige lactatie.

Conclusie

Weglaten van de droogstand resulteerde in een hoger celgetal en een hogere incidentie van klinische mastitis in de volgende lactatie, in vergelijking met een droogstand van 30 dagen, zonder droogzetantibiotica. Er was geen effect van droogstandslengte op de droogstandsevaluatie (week -5 vs. 1 ten opzichte van afkalven) en het percentage bacteriële uierinfecties (in week -5, 1 of 5 ten opzichte van afkalven). Een hoog of een laag krachtvoerniveau in het rantsoen had geen effect op de uiergezondheid van koeien zonder droogstand. Verschillende prepartum koekenmerken, waaronder leeftijd, productieniveau en uiergezondheidsstatus bepalen mede de uiergezondheid van koeien na verschillende droogstandslengtes.

Tabel 1. Prepartum melkproductie en uiergezondheidskenmerken en postpartum uiergezondheidskenmerken voor koeien met een droogstand van 0 of 30 (30-d(STD)) dagen. Koeien met een droogstand van 0 dagen kregen na afkalven een rantsoen gevoerd met een laag aandeel krachtvoer (0-d(laag)) of standaard aandeel krachtvoer (0-d(STD)). Vanaf dag 49 tot 305 dagen in lactatie kregen de koeien ofwel een glucogeen (G) of lipogeen (L) rantsoen gevoerd. (LSMEANS ± SEM).

	Droogstandsbehandeling ¹			SEM	Rantsoen		SEM	<i>P</i> -waarden ²				
	0-d (laag)	0-d (STD)	30-d (STD)		G	L		Droog- stand	Rantsoen	Pariteit	Week	D × R
Koeien, n	42	43	43									
<i>Prepartum kenmerken</i>												
Lactatieproductie (in kg per 305 dgn)	9529	9918	9612	212	9729	9645	177	0,37	<0,01	0,72	n.m.	0,82
FPCM tussen 150 en 37 d prepartum (kg/d)	28,6	29,6	27,3	0,71	29,0	28,0	0,58	0,08	0,26	<0,01	n.m.	0,66
FPCM ² reductie tussen 150 en 37 d prepartum (kg)	5,7	7,0	7,1	0,8	6,6	6,6	0,6	0,40	1,00	<0,01	n.m.	0,90
Laatste FPCM ² 37 d prepartum (kg/d)	24,1	24,3	21,8	1,0	24,0	22,8	0,8	0,07	0,27	0,08	n.m.	0,66
Celgetal (vanaf afkalven tot 37 d prepartum) ³	3,85	4,06	3,94	0,11	3,88	4,02	0,09	0,65	0,23	0,91	n.m.	0,27
Celgetal tussen 150 en 37 d prepartum ³	3,98	4,21	4,19	0,12	3,98	4,27	0,10	0,34	0,04	<0,01	n.m.	0,33
Laatste celgetal ³ 37 d prepartum	4,16	4,44	4,46	0,15	4,23	4,49	0,13	0,19	<0,01	0,08	n.m.	0,44
Celgetalverhogingen (% koeien)	31	34	30		30	33		0,95	0,83	0,04	n.m.	0,20
Klinische mastitis (% koeien)	19	18	18		18	19		0,89	0,84	0,01	n.m.	0,31
<i>Postpartum kenmerken</i>												
<i>(week 1 – 44 van de lactatie)</i>												
Celgetal ³	4,85 ^a	5,06 ^a	4,54 ^b	0,22	4,73	4,90	0,22	<0,01	0,04	<0,01	<0,01	<0,01
Celgetalverhogingen (% koeien)	52	57	51		53	50		0,76	0,83	<0,01	n.m.	0,90
Celgetalverhogingen (aantal gevallen per koe)	2,2	1,5	2,0		2,0	1,8		0,35	0,61	0,89	n.m.	0,61
Klinische mastitis (% koeien)	31	37	16		25	32		0,08	0,29	0,03	n.m.	0,88
Klinische mastitis (aantal gevallen per koe)	1,2	1,4	1,1		1,3	1,3		0,66	0,90	0,25	n.m.	0,76

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

² Ook de interacties Droogstand×Pariteit, Rantsoen×Pariteit waren opgenomen in het model, maar niet significant.;

³ Celgetal is weergegeven als de natuurlijke logaritme van celgetal ($*10^3$ cellen/ml);

⁴ Celgetalverhoging was gedefinieerd als SCC $\geq 200,000$ cellen/ml na 2 voorgaande weken met SCC $< 200,000$ cellen/ml (Schukken et al., 2003).

n.m. = niet opgenomen in het model.

Tabel 2. Droogstandsevaluatie van koeien met een droogstand van 0 of 30 dagen. Waarden zijn het percentage koeien met het exacte aantal koeien.

	Celgetal postpartum ¹	Droogstandslengte		P-waarde
		0	30	
Aantal koeien (N)		84	43	
<i>Hoog celgetal 37 d prepartum¹</i>				
Genezen (%)	<i>laag</i>	57 (8)	64 (7)	0,77
Blijvend geïnfecteerd (%)	<i>hoog</i>	43 (6)	36 (4)	0,77
<i>Laag celgetal 37 d prepartum¹</i>				
Gezond (%)	<i>laag</i>	73 (51)	72 (23)	0,89
Nieuwe infectie (%)	<i>hoog</i>	27 (19)	28 (9)	0,89

¹ Gemeten in tweede week na afkalven (mediaan 13 dagen pp.; range 10-16 dgn). Hoog celgetal ≥ 200.000 cellen/ml; Laag celgetal < 200.000 cellen/ml.

Tabel 3. Bacteriologische infectie (BO) in individuele kwartiermonsters van koeien met een droogstand van 0 of 30 dagen (30-d(STD)) op 5 weken voor de verwachte afkalfdatum, en 1 en 5 weken na afkalven. Koeien met een droogstand van 0 dagen kregen na afkalven een rantsoen gevoerd met een laag aandeel krachtvoer (0-d(laag)) of standaard aandeel krachtvoer (0-d(STD)).

	Week ten opzichte van afkalven							P- waarden ¹		
	-5		1		5			T	W	T × W
	0-d DP	30-d DP	0-d DP	30-d DP	0-d DP (laag)	0-d DP (STD)	30-d DP (STD)			
Kwartieren zonder groei (%)	62 ^{ab}	57 ^{ab}	54 ^a	56 ^a	70 ^b	69 ^b	68 ^b	0,16	<0,01	0,66
Kwartieren met major pathogenen (%) ²	7	8	14	8	8	11	6	0,24	0,28	0,22
Kwartieren met minor pathogenen (%) ³	31 ^a	35 ^a	32 ^a	36 ^a	22 ^b	20 ^b	26 ^b	0,23	0,04	0,84

¹ T: Transitiebehandeling, d.w.z. 0-d DP (laag), 0-d DP (STD) of 30-d DP (STD) ; W: week;

² Major pathogenen: *Escherichia coli*, *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus dysgalactiae ssp. Dysgalactiae*, *Streptococcus uberis*.

³ Minor pathogenen: *Acinetobacter* species, *Trueperella pyogenes*, *Bacillus* species, *Corynebacterium bovis*, *Coagulase-negatieve staphylococci*, *Corynebacterium* species, *Enterococcus* species, *Gram-positieve coccen*, *Moraxella spp.*, *Staphylococcus chromogenes*, *Staphylococcus sciuri*, *Staphylococcus equorum*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus haemolyticus*, *Staphylococcus simulans*, *vergroenende streptococci*.

^{a,b,c} Percentages met verschillende superscripten verschillen tussen weken, binnen transitiebehandelingen.

Referenties

- Church, G.T., L.K. Fox, C.T. Gaskins, D.D. Hancock, and J.M. Gay. 2008. The effect of a shortened dry period on intramammary infections during the subsequent lactation. *J. Dairy Sci.* 91:4219-4225.
- Gulay, M.S., M.J. Hayen, K.C. Bachman, T. Belloso, M. Liboni, en 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.
- Rastani, R.R., R.R. Grummer, S.J. Bertics, A. Gumen, M.C. Wiltbank, D.G. Mashek, en 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.
- Santschi, D. E., D. M. Lefebvre, R. I. Cue, C. L. Girard, and D. Pellerin. 2011. 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.
- Scherpenzeel, C.G., I.E. den Uijl, G. van Schaik, R.G. Olde Riekerink, J.M. Keurentjes, and T.J.G.M. Lam. 2014. Evaluation of the use of dry cow antibiotics in low somatic cell count cows. *J. Dairy Sci.* 97: 3606-3614.
- Schukken, Y. H., D. J. Wilson, F. Welcome, L. Garrison-Tikofsky, en R. N. Gonzalez. 2003. Monitoring udder health and milk quality using somatic cell counts. *Vet. Res.* 34:579-596.
- Shoshani, E., S. Rozen, en J. J. Doekes. 2014. Effect of a short dry period on milk yield and content, colostrum quality, fertility, and metabolic status of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 97: 2909-2922.
- Van Hoeij, R.J., T.J.G.M. Lam, R.M. Bruckmaier, J. Dijkstra, G.J. Remmelink, B. Kemp, and A.T.M. van Knegsel. 2018. Udder health of dairy cows fed different dietary energy levels after a short or no dry period without use of dry cow antibiotics. *J Dairy Sci.* 101: 4570-4585.

Appendix

Tabel 4. Het multivariabele model met prepartum koekenmerken welke het celgetal tussen week 1 en 44 van de volgende lactatie voorspellen voor koeien na een droogstand van 0 of 30 dagen (LSMEANS \pm SEM of regressie coëfficiënt (β) met standard error).

Prepartum variabele	Categorie	Postpartum celgetal	
		LSMEANS (SEM)	P-waarde
Droogstandslengte	0	5,11 (0,23)	<0,01
	30	4,72 (0,24)	
Pariteit	Pariteit 2	4,79 (0,24)	0,01
	Pariteit \geq 3	5,04 (0,23)	
	β		
Gemiddelde FPCM gift tussen 150-37d		-0,08 (0,05)	0,14
Gemiddelde celgetal ¹ tussen 150-37d		0,21 (0,09)	0,02
Gemiddelde celgetal ¹ voor totale lactatie		-0,31 (0,35)	0,35
Gemiddelde FPCM gift tussen 150-37d \times Gemiddelde celgetal ¹ voor lactatie		0,023 (0,012)	0,03
Week ten opzichte van kalven		-0,005 (0,003)	0,05

¹Celgetal is geanalyseerd als de natuurlijke logaritme van celgetal.

Tabel 5. Multivariate modellen met prepartum koekenmerken welke de kans op verhoging van het celgetal of klinische mastitis tussen week 1 en 44 van lactatie voorspellen voor koeien na een 0 of 30 dagen droogstand (Incidentie of odds ratio (OR) met betrouwbaarheidsinterval).

Prepartum variabele	Categorie	Postpartum variabelen			
		Verhoging van celgetal ^{1,2}		Klinische mastitis ²	
		Incidentie	P-waarde	Incidentie	P-waarde
Droogstandslengte	0	54%	0.72	34%	0,03
	30	51%		16%	
Pariteit	Pariteit 2	41%	0.02	19%	0,10
	Pariteit \geq 3	64%		35%	
		OR		OR	
Gemiddelde celgetal ¹ tussen 150-37d voor kalven		1,93 (1,19-3,16)	<0,01		
Tenminste 1 geval van klinische mastitis in voorgaande lactatie				3.00 (1,22-8,03)	0,03

¹Celgetal is geanalyseerd als de natuurlijke logaritme van celgetal.

²Verhoging van SCC en klinische mastitis werden geanalyseerd als tenminste 1 verhoging van SCC of tenminste 1 geval van klinische mastitis (0 of 1). Een postpartum verhoging van SCC was gedefinieerd als tenminste 1 verhoging van SCC \geq 200.000 cellen/mL na twee weken een SCC < 200.000 cellen/mL.

4 Dierenwelzijn

4.1 Technische notitie: validatie van sensor om liggedrag van koeien te meten

A. Kok^{1,2}, A.T.M. van Knegsel¹, C.E. van Middelaar², H. Hogeveen³, B. Kemp¹ en I.J.M. de Boer²

¹ Adaptation Physiology Group, Wageningen University and Research, the Netherlands

² Animal Production Systems Group, Wageningen University and Research, the Netherlands

³ Business Economics Group, Wageningen University and Research, the Netherlands

Inleiding

Veel verschillende factoren zoals ziekte, huisvesting, bezettingsgraad, en omgevingstemperatuur kunnen resulteren in veranderingen in liggedrag van koeien (EFSA, 2009). Het meten van liggedrag van koeien kan daarmee ook inzicht geven in het welzijn van koeien.

In het verleden kon liggedrag alleen bepaald worden door het doen van tijdrovende gedragsobservaties. Inmiddels kan het liggedrag ook gemeten worden door middel van een sensor aan de poot van de koe. Voor de toepassing van een sensor is het echter noodzakelijk om werkelijk liggedrag te onderscheiden van foute ligmetingen. Een foute ligmeting in de gegevens-set kan voortkomen uit een horizontale beweging van de achterpoot van de koe (Figuur 1), bijvoorbeeld wanneer ze haar flank likt of met haar achterpoot aan haar kop krabt.

Het doel van deze studie was om de IceQube sensor te valideren en de afkapwaarde te bepalen om werkelijke ligmomenten te onderscheiden van foute ligmetingen bij melkvee.



a.



b.

Figuur 1. Illustratie waar de IceQube sensor een foute ligmeting detecteert (a) of een werkelijk ligmoment (b).

Toepassing in de praktijk?

Er is weinig bekend over het gedrag van koeien tijdens de droogstand of tijdens de negatieve energiebalans. Binnen het project Droogstand op Maat worden de effecten van droogzetten en van een negatieve energiebalans op het gedrag van de koe onderzocht. Naast liggedrag wordt ook activiteit en voeropnamegedrag van de koeien vergeleken. Kennis over veranderingen in diergedrag ten gevolge van droogzetten of de negatieve energiebalans kan functioneel zijn om dierwelzijn te evalueren of managementsystemen te optimaliseren.

Materiaal en methode

De materiaal en methode van dit experiment staat uitgebreid beschreven in het bijbehorende wetenschappelijk artikel (Kok et al., 2015). In het kort zijn voor dit experiment gegevens van 28 lacterende koeien verzameld op de Dairy Campus (Lelystad). Gemiddeld waren de koeien 90 (± 29) dagen in lactatie en de pariteit van de ze koeien was gemiddeld 3,3 ($\pm 1,1$). De koeien kregen elk 2 IceQube sensoren (IceRobotics, UK) omgehangen, om elke achterpoot één, gedurende een periode van 7 dagen. Vervolgens zijn gegevens van 6 koeien verzameld rondom het moment van afkalven (2 dagen voor tot en met 2 dagen na afkalven), om het belang te illustreren van een correcte detectie van korte ligmomenten.

De IceQube sensor leverde een ruwe dataset met ligmetingen met startdag, starttijd en duur. Classificatie van deze ligmetingen als werkelijk ligmoment of foute ligmeting was gebaseerd op 2 aannames: 1. Foute metingen door korte pootbewegingen van de verticale naar de horizontale positie (bv. 'kop krabben') konden niet tegelijk op beide achterpoten plaatsvinden. 2. Werkelijke ligmomenten konden alleen maar plaatsvinden wanneer een ligmoment gedetecteerd was op beide achterpoten tegelijk.

Om de afkapwaarde te bepalen om werkelijke ligmomenten te onderscheiden van foute ligmetingen is de bovengenoemde ruwe dataset gebruikt. De ligmetingen uit de dataset van de linker achterpoot en de rechter achterpoot werden op basis van starttijd en duur van elke ligmeting aan elkaar gekoppeld. Ligmetingen zonder corresponderende ligmeting aan de andere achterpoot werden geclassificeerd als fout.

Om verschillen in aantal ligmetingen per dag rondom afkalven te bepalen is een herhaalde waarnemingen model gebruikt (PROC MIXED of SAS version 9.1; SAS Institute, Inc., Cary, NC) met koe als herhaalde onderwerp en dag als fixed effect.

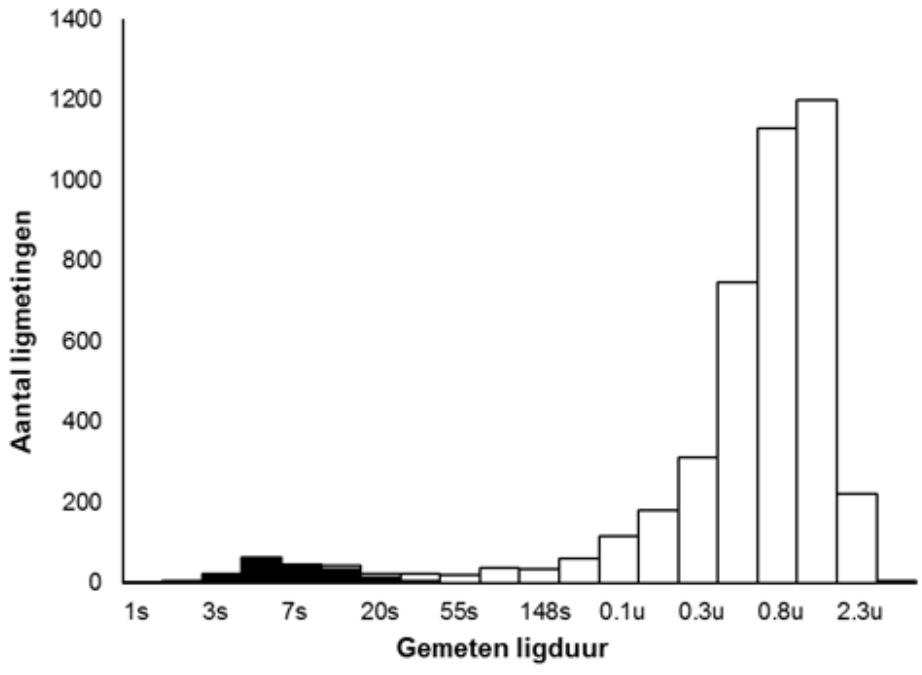
Resultaten

Gemiddeld werden 12,1 ($\pm 3,3$) ligmomenten gemeten per koe per dag, dit kwam overeen met een totale ligtijd van ongeveer 13 uur per koe per dag. Zoals figuur 2 laat zien overlapt de duur van valse en werkelijke ligmetingen. De afkapwaarde voor ligmeting-duur van 33 sec. resulteerde in een maximale nauwkeurigheid (99,2%) om foute ligmetingen van werkelijke ligmomenten te onderscheiden.

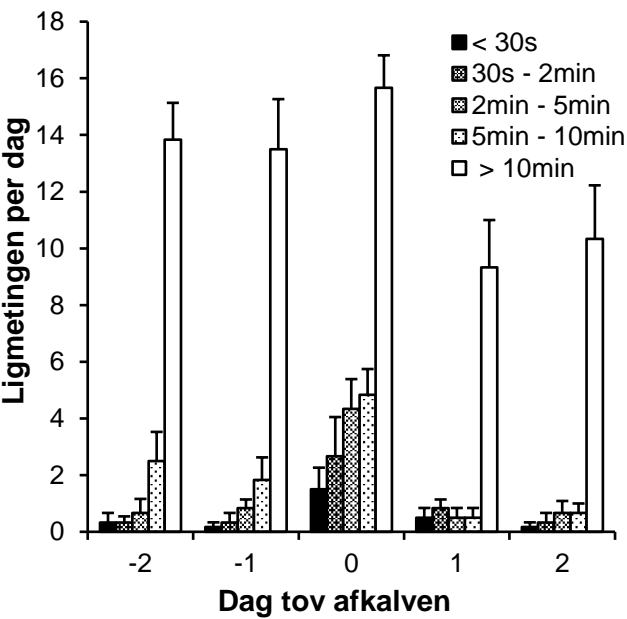
Specifiek op de dag van afkalven is er een verhoogde frequentie van korte ligmetingen (<10 min.; figuur 3) in vergelijking met de 2 dagen voor en de 2 dagen na afkalven. Dit illustreert het belang van een correcte detectie van korte ligmomenten op specifieke momenten in de lactatie.

Conclusie

Een minimale duur van 33 sec. filtert de werkelijke ligmomenten van koeien van de foute ligmetingen bij het gebruik van de IceQube sensor. Toepassing van deze afkapwaarde is niet alleen relevant voor het bepalen van de gemiddelde duur van ligmomenten maar ook voor het bepalen van de frequentie van liggen van individuele koeien en het detecteren van rusteloosheid, bv. ten gevolge van afkalven.



Figuur 2. Duur en frequentie van ligmetingen. Witte kolommen vertegenwoordigen werkelijke ligmomenten; zwarte kolommen vertegenwoordigen valse ligmomenten.



Figuur 3. Gemiddeld aantal ligmetingen per koe per dag van 2 dagen voor afkalven tot 2 dagen na afkalven. Ligmetingen zijn gegroepeerd per duur van het ligmoment (van korter dan 30 seconden tot langer dan 10 minuten).

Referenties

EFSA (European Food Safety Authority). 2009. Scientific report of EFSA prepared by the Animal Health and Welfare Unit on the effects of farming systems on dairy cow welfare and disease. Pages 1-284 Annex to the EFSA Journal vol. 1143. EFSA, Parma, Italy.

Kok, A., A.T.M. van Knegsel, C.A. van Middelaar, H. Hogeveen, B. Kemp, en I.J.M. de Boer. 2015. Technical note: validation of sensor-recorded lying bouts in lactating dairy cows using a 2-sensor approach. J. Dairy Sci. 98: 7911-7916.

4.2 Effecten van geen en korte droogstand op gedrag van koeien, en relaties met metaboliëten.

R. J. van Hoeij^{1*}, A. Kok^{1,2*}, B.J. Tolcamp³, M.J. Haskell³, B. Kemp¹, R.M. Bruckmaier⁴, I.J.M. de Boer², E.A.M. Bokkers², A.T.M. van Knegsel¹

¹ Adaptation Physiology Group, Wageningen University and Research, the Netherlands

² Animal Production Systems Group, Wageningen University and Research, the Netherlands

³ Scotland's Rural College (SRUC), Edinburgh, United Kingdom

⁴ Veterinary Physiology, University of Bern, Switzerland

*Beide auteurs hebben evenveel bijgedragen

Inleiding

De droogstand wordt vaak gezien als een rustperiode voor melkvee, om te herstellen van de vorige lactatie en voor te bereiden op de geboorte van het volgende kalf. Toch bevordert droogstand niet per definitie het welzijn van koeien. Het droogzetten bij een hoge melkproductie kan pijnlijk zijn, en de droogstand gaat vaak gepaard met omhokken en wisselingen in rantsoen (Zobel et al., 2015). De koe moet zich hieraan aanpassen. Bovendien maximaliseert de droogstand de melkproductie in de volgende lactatie, wat de ernst van de negatieve energiebalans in vroege lactatie vergroot (Kuhn et al., 2005; van Knegsel et al., 2014). Een ernstige negatieve energiebalans vergroot ook de kans op stofwisselingsziekten.

Het verkorten of weglaten van de droogstand vermindert de noodzaak tot omhokken en rantsoenwisselingen in de maanden voor afkalven, en verbetert de energiebalans in vroege lactatie (van Knegsel et al., 2014). Dit zou positief kunnen zijn voor het welzijn van koeien. Deze verbeteringen gaan echter ten koste van de 'rustperiode'. Het gedrag van koeien kan inzicht geven in het welzijn van koeien. De relatie tussen het gedrag en de metabole status (metaboliëten in bloed) van koeien kan dit inzicht vergroten.

In deze studie zijn eerst de effecten van het verkorten of weglaten van de droogstand op het gedrag van koeien bestudeerd. Liggedrag, beweging, en voeropnamegedrag zijn hierbij gemeten in de 2 maanden rondom afkalven. Vervolgens zijn de relaties tussen gedrag en de metaboliëten glucose, FFA, BHBA, insuline, en IGF-1 bestudeerd in vroege lactatie.

Toepassing in de praktijk?

Een bezwaar dat gemaakt wordt tegen het verkorten en weglaten van de droogstand is dat koeien geen rustperiode krijgen. Kennis over het gedrag van hoog-drachtige en verse koeien, tijdens en na een droogstand van 30 of 0 dagen, kan dit bezwaar bevestigen of ontkrachten.

Materiaal en methode

De materiaal en methode van dit experiment staat uitgebreid beschreven in de bijbehorende wetenschappelijke manuscripten (Kok et al., 2017; Van Hoeij et al., geaccepteerd voor publicatie). In het kort, zijn 125 koeien verdeeld over zes behandelingen. Behandelingen bestonden uit een van de twee droogstandslengtes (0 of 30 dagen), en een standaard of verlaagde krachtvoergift na afkalven. Krachtvoergift had geen effect op gedrag of metaboliëten in vroege lactatie en is daarom voor de analyse in dit hoofdstuk buiten beschouwing gelaten. Vóór afkalven kregen koeien met een

droogstand een droogstandsrantsoen verstrekt, koeien die lacteerden kregen een lactatierantsoen en werden tweemaal per dag gemolken.

Van alle koeien is de voeropname continu gemeten, met behulp van individuele voerbakken (RIC systeem, Insentec, Marknesse, Nederland). De voerbakken registreerden wanneer en hoeveel kg product elke koe at. Er werd gekeken naar de totale voeropname en totale vreetduur per dag (SAS[®] versie 9.3; SAS Institute, Inc., Cary, NC). Het liggedrag en de beweging van 87 koeien is met een sensor (IceQube, IceRobotics, South Queensferry, UK) gemeten in week -4 en 4 ten opzichte van afkalven. Hierbij is gekeken naar de totale ligduur en het aantal stappen per dag.

Bloedmonsters zijn wekelijks genomen uit de staartvene op donderdagmorgen van week 3 voor afkalven tot week 7 na afkalven. Bloedmonsters zijn gecentrifugeerd (20 min, 3000 × *g*) en plasma is opgeslagen (-20°C) voor analyse. Plasmamonsters zijn geanalyseerd op de metabolieten: NEFA, glucose, β-hydroxyboterzuur (BHBA), insuline, IGF-1, en groeihormoon (GH).

Correlaties tussen energiebalans, melkgift en plasma metabolieten zijn geanalyseerd met Pearson correlatie (SAS[®] versie 9.3; SAS Institute, Inc., Cary, NC). Met behulp van een clusteranalyse werden koeien in vier groepen ingedeeld voor metabole status gebaseerd op de concentratie metabolieten in het bloed in week 4 na afkalven. Relaties tussen gedrag en de metabole status en tussen gedrag en individuele metabolieten zijn geanalyseerd met een lineair model. Droogstandslengte (0 of 30 dagen), pariteit (2 of ≥3), en de relevante interactietermen zijn opgenomen in het model als fixed effecten. Effecten werden significant beschouwd wanneer $P < 0.05$.

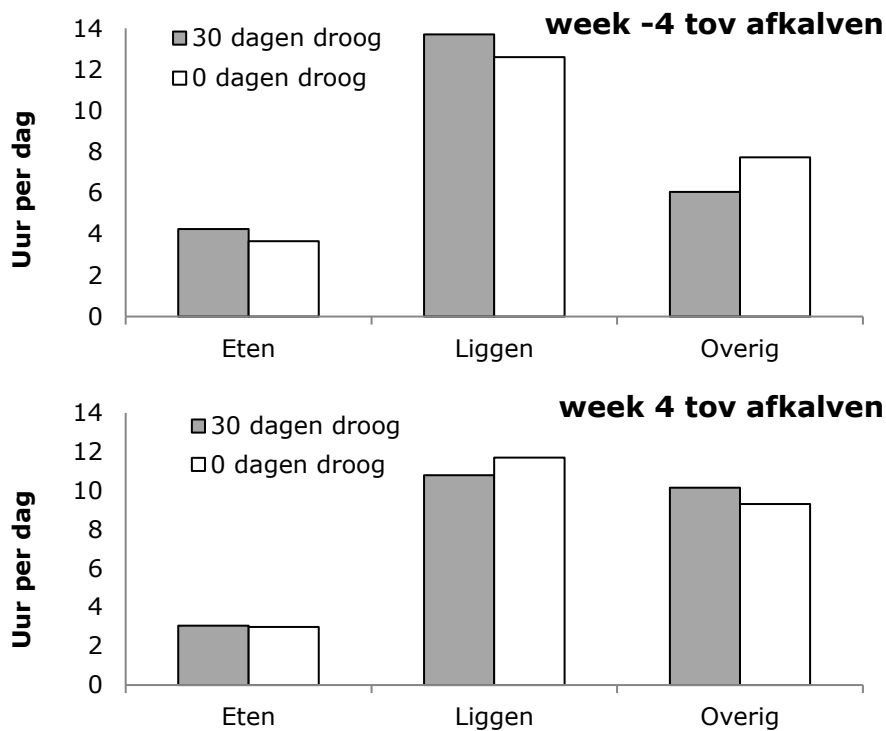
Resultaten

Relaties tussen droogstandslengte en gedrag

In week -4 ten opzichte van afkalven stonden koeien met een droogstand van 30 dagen droog; koeien met een droogstand van 0 dagen werden tweemaal per dag gemolken. Koeien met een 30 dagen droogstand aten langer (4.0 versus 3.5 uur/dag), lagen langer (13.7 versus 12.6 uur/dag), en bewogen minder (663 versus 1130 stappen/dag) dan koeien met een droogstand van 0 dagen. De voeropname van koeien met een droogstand van 30 dagen was 4 weken voor afkalven lager dan die van koeien met een droogstand van 0 dagen. De koeien met het droogstandsrantsoen aten langzamer dan de koeien met het lactatierantsoen in week 4 voor afkalven (127 versus 211 gram product/ minuut).

In week 4 ten opzichte van afkalven werden alle koeien tweemaal per dag gemolken. Koeien na een 30 dagen droogstand aten even lang (3.1 versus 3.0 uur/dag) en bewogen even veel (1193 versus 1250 stappen/dag) als koeien na een droogstand van 0 dagen. Toch lagen koeien met een 30 dagen droogstand korter (10.7 versus 11.6 uur/dag), en aten ze minder en langzamer (204 versus 229 gram product/ minuut) dan koeien met een droogstand van 0 dagen.

In week 4 ten opzichte van afkalven is gekeken naar correlaties tussen gedrag, melkgift, energiebalans, en metabolieten. Koeien met een hogere melkgift lagen minder (Pearson correlatie coefficient: -0.22; $P < 0.05$), maar het aantal uren liggen per dag was niet geassocieerd met het aantal uren eten per dag.



Figuur 1. Vreettijd, ligtijd en tijd gespenseerd aan overige gedragingen voor koeien met een droogstand van 30 dagen en koeien zonder droogstand in week 4 voor afkalven (a), en week 4 na afkalven (b)

Relaties tussen metabole status en gedrag

Correlaties. Voeropname, voeropnamegedrag, liggedrag, en activiteit (stappen en beweging) was negatief gerelateerd aan met name de concentratie vrije vetzuren (FFA), maar ook de concentratie β -hydroxyboterzuur (BHB) en groeihormoon in het bloed (Tabel 1). Voeropname, vreesnelheid, aantal maaltijden en aantal bezoeken aan de voerbak was positief gerelateerd aan de concentratie glucose en de concentratie IGF-1 in het bloed, maar niet gerelateerd aan de concentratie insuline in het bloed. Daarnaast was de totale ligtijd per dag positief gerelateerd aan de concentratie IGF-1 in het bloed van koeien in week 4 na afkalven.

Tabel 1. Pearson correlatie coëfficiënten van energiebalans en metabolieten in bloed in relatie met voeropnamegedrag, aantal stappen en beweging van koeien in week 4 na afkalven. Alleen statistisch significante correlatiecoëfficiënten ($P < 0.05$) zijn weergegeven.

	EB	FFA ¹	BHB ¹	Glucose	Insuline	IGF-1 ¹	GH ¹
Vreesnelheid (kg/min)	N.s.	N.s.	N.s.	0.30	N.s.	N.s	-0.27
Maaltijden (n/d)	0.33	-0.34	N.s.	N.s.	N.s.	0.34	-0.23
Bezoeken voerbak (n/d)	0.28	-0.39	-0.2	0.23	N.s.	0.22	N.s
Dagelijkse vreettijd (min/d)	0.27	-0.38	N.s.	N.s.	N.s.	N.s	N.s
Ligtijd (uren/d)	0.28	-0.43	N.s.	N.s.	N.s.	0.32	N.s
Stappen (n/d)	0.27	-0.32	-0.25	N.s.	N.s.	N.s	N.s
Beweging	0.32	-0.37	-0.28	N.s.	N.s.	N.s	N.s

¹FFA= vrije vetzuren; BHB= β -hydroxyboterzuur; IGF-1 = insulin-like growth factor 1, GH = groeihormoon; EB = energiebalans; N.s. = niet significant.

Groepsanalyse. Met behulp van zgn. clusteranalyse zijn koeien gegroepeerd op basis van hun metabole status. Deze analyse resulteerde in 4 groepen (Tabel 2):

1. Koeien met een **goede** metabole status
2. Koeien met een **gemiddelde** metabole status
3. Koeien met een **slechte** metabole status
4. Koeien met een **zeer goede** metabole status, maar ook *zeer lage melkproductie*.

Koeien met een gemiddelde of slechte metabole status hadden een hogere melkgift dan koeien met een goede metabole status. Koeien met een goede of gemiddelde metabole status hadden een hogere voeropname en betere energiebalans dan koeien met een slechte metabole status. Echter, in koeien met een zeer goede metabole status (alleen koeien met een droogstand van 0 dagen) was de melkproductie het laagst van alle groepen en waren dit de enige koeien met een positieve energiebalans in week 4 na afkalven.

Koeien met een goede metabole status hadden per dag meer bezoeken aan de voerbak en een langere ligtijd dan koeien met een gemiddelde of slechte metabole status. Er was geen verschil in aantal maaltijden per dag of totale vreetijd per dag tussen koeien met een goede, gemiddelde of slechte metabole status. Koeien met een goede metabole status lagen meer dan koeien met een gemiddelde of slechte metabole status (groep x droogstandslengte interactie $P < 0,01$). Er was een tendens dat koeien met een goede metabole status meer bewogen.

Uit relaties tussen gedrag en individuele metaboliëten bleek dat minder en korter eten geassocieerd is met een hogere plasma NEFA, BHBA en GH concentratie en een lagere plasma glucose, insuline en IGF-1 concentratie (Tabel 1). In relaties tussen voergedrag en metaboliëten is niet te onderscheiden in welke richting de relatie zich beweegt op een bepaald moment. Bovendien bleek dat zowel koeien met een hele goede metabole status als met een slechte metabole status minder aten dan koeien met een gemiddelde metabole status (Tabel 2). Ligduur was negatief geassocieerd met de plasma NEFA concentratie en positief geassocieerd met de plasma IGF-1 concentratie. Ligduur verhield zich in deze studie lineair met metabole status en zou een goede indicator kunnen zijn voor metabole status. Ligduur kan momenteel al in de praktijk worden gemeten met commercieel verkrijgbare sensoren.

Conclusie

De periode voor afkalven was voor zowel koeien met een droogstand van 0 dagen als koeien met een droogstand van 30 dagen een rustperiode: de koeien lagen langer in week -4 dan in week 4 ten opzichte van afkalven. Koeien met een droogstand van 30 dagen lagen langer en bewogen minder dan koeien met een droogstand van 0 dagen.

Na afkalven lagen koeien met een droogstand van 30 of 0 dagen korter dan voor afkalven. Koeien met een droogstand van 0 dagen leken, vanwege de hogere voeropname en langere ligduur na afkalven, beter aangepast aan de nieuwe lactatie dan koeien met een droogstand van 30 dagen.

Voeropnamegedrag, liggedrag en activiteit waren negatief gerelateerd aan metaboliëten in bloed geassocieerd met vetmetabolisme en positief gerelateerd aan metaboliëten geassocieerd met glucose metabolisme.

Tabel 2. Metabolieten, metabole hormonen, melkproductie, energiebalans, voeropnamegedrag, liggedrag en beweging van 4 groepen koeien met verschillende metabole status in week 4 na afkalven na een droogstand van 0 of 30 dagen. Groepen zijn gebaseerd op de concentratie FFA, BHB, glucose, insuline, IGF-1, en GH in het bloed. Waarden zijn gepresenteerd als LSM + SE.

Groep	1.Goede metabole status	2.Gemiddelde metabole status	3.Slechte metabole status	4.Zeer goede metabole status	P-waarde		
					groep	droogstand	pariteit
Koeien	25	41	9	6			
Metabole status							
FFA (mmol/L) ²	0.12 ^a	0.16 ^a	0.41 ^b	0.10 ^a	<0.01	0.04	0.28
BHB (mmol/L) ²	0.65	0.71	0.95	0.60	0.92	0.97	0.11
Glucose (mmol/L)	3.88	3.71	3.28	3.97	0.11	0.06	0.27
Insulin (μ U/mL)	13.5	13.9	7.8	17.2	0.30	0.05	0.08
IGF-1 (ng/mL) ²	149.8 ^a	101.2 ^b	52.7 ^c	212.3 ^d	<0.01	0.63	0.39
GH (μ g/L)) ²	3.86	4.73	4.78	2.83	0.06	0.08	0.03
Balans							
FPCM (kg/d) ²	36.0 ^a	39.1 ^b	38.6 ^b	26.4 ^c	<0.01	0.81	0.34
DMI (kg DS/d) ²	22.3 ^a	22.0 ^a	19.5 ^b	20.9 ^{ab}	<0.01	0.01	0.52
EB (kJ / kg ^{0.75} ·d)	-25 ^a	-131 ^a	-222 ^b	140 ^c	<0.01	0.13	0.30
Voeropnamegedrag en activiteit							
Maaltijden (n/d)	8.23	7.38	7.18	8.16	0.13	0.75	0.80
Bezoeken voerbak (n/d)	31.9 ^a	28.4 ^{ab}	23.5 ^b	21.9 ^b	<0.01	0.03	<0.01
Vreettijd (min/d)	226	223	198	203	0.43	0.69	0.36
Ligtijd (h/d)	11.9 ^a	10.9 ^b	10.3 ^b	12.4 ^a	0.21	0.06	0.13
Stappen (n/d)	1322	1231	1102	1054	0.06	0.55	0.32
Beweging	5386	4945	4410	4509	0.05	0.59	0.49

^{a-c}Waarden met verschillende superscripten in eenzelfde rij zijn verschillend ($P < 0.05$).

¹FFA= vrije vetzuren; BHB= β -hydroxyboterzuur; IGF-1 = insulin-like growth factor 1, GH = groeihormoon; FPCM = vet -en eiwit-gecorrigeerde melkproductie, DMI = drogestofopname, EB = energiebalans.

Referenties

Kok, A., R.J. van Hoeij, B.J. Tolkamp, M.J. Haskell, A.T.M. van Knegsel, I.J.M. de Boer, en E.A.M. de Boer. 2017. Behavioural adaptation to a short or no dry period with associated management in dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 186: 7-15.

Kuhn, M.T., Hutchison, J.L., Norman, H.D., 2005. Minimum days dry to maximize milk yield in subsequent lactation. *Anim. Res.* 54, 351–367.

Van Hoeij, R.J., A. Kok, R.M. Bruckmaier, M.J. Haskell, B. Kemp, en A.T.M. van Knegsel. Geaccepteerd voor publicatie in *Animal*. Relationship between metabolic status and behavior in dairy cows in week 4 of lactation.

Van Knegsel, A.T.M., G.J. Remmelink, S. Jorjong, V. Fievez, en B. Kemp. 2014. 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.

Zobel, G., K. Leslie, D.M. Weary, en M.A.G. von Keyserlingk. 2013. Gradual cessation of milking reduces milk leakage and motivation to be milked in dairy cows at dry-off. *J Dairy Sci.* 96: 5064-5071.

5 Melkproductie, economie en milieu

5.1 Effectieve lactatie: een nieuwe maat voor melkproductie die corrigeert voor droogstandslengte en tussenkalftijd

A. Kok^{1,2}, C.E. van Middelaar², B. Engel³, A.T.M. van Knegsel¹, H. Hogeveen⁴, B. Kemp¹ en I.J.M. de Boer²

¹ Adaptation Physiology Group, Wageningen University and Research, the Netherlands

² Animal Production Systems Group, Wageningen University and Research, the Netherlands

³ Biometris, Wageningen University and Research, the Netherlands

⁴ Business Economics Group, Wageningen University and Research, the Netherlands

Inleiding

Melkproductie bepaalt voor een belangrijk deel niet alleen de economische resultaten (Santschi et al., 2011), maar ook de milieu-impact van een melkveehouderijsysteem (Van Middelaar et al., 2014). Om de melkproductie van koeien te vergelijken is het gebruikelijk de lactatieproductie te definiëren als melkproductie tijdens de eerste 305 dagen van de lactatie (305-dagen productie) (Ashton, 1956, Windig et al., 2006).

Verkorten of weglaten van de droogstand is een managementstrategie die de energiebalans, en daarmee de gezondheid, van koeien in de volgende lactatie verbetert (Van Knegsel et al., 2013). Verkorten of weglaten van de droogstand resulteert in extra melk voor afkalven maar verlaagt de melkproductie na afkalven (Rastani et al., 2005). De 305-dagen productie neemt de extra melk voor afkalven echter niet mee, en is daarmee minder geschikt om de melkproductie van koeien met een verschillende droogstandslengte te vergelijken.

Het verkorten van de droogstand kan tevens de vruchtbaarheid van koeien verbeteren (Gumen et al., 2005). Een betere vruchtbaarheid kan resulteren in een kortere tussenkalftijd. Een kortere tussenkalftijd kan een verlaging van de melkproductie gedeeltelijk compenseren (Inchaisri et al., 2010). Om de melkproductie van koeien met verschillende droogstandslengtes te vergelijken is het daarom noodzakelijk te corrigeren voor de extra melk voor afkalven en een eventueel verschil in tussenkalftijd.

Het doel van deze studie was ten eerste om een maat voor melkproductie te ontwikkelen waarmee koeien met een verschillende droogstandslengte of tussenkalftijd vergeleken kunnen worden. Een tweede doel was om het effect van droogstandslengte te onderzoeken met behulp van deze nieuwe maat.

Toepassing in de praktijk?

Om koeien, of bedrijven, met een verschillende droogstandslengte of tussenkalftijd zo goed mogelijk te vergelijken is het essentieel om dit te doen met een maat voor lactatieproductie die rekening houdt met deze verschillen in droogstandslengte en tussenkalftijd.

Materiaal en methode

De materiaal en methode van dit experiment staat uitgebreid beschreven in het bijbehorende wetenschappelijk artikel (Kok et al., 2016). In het kort, zijn binnen dit experiment 3 verschillende maten voor melkproductie vergeleken.

1. De traditionele 305-dagen productie: deze maat meet de gemiddelde melkproductie per koe per dag van het moment van afkalven tot en met dag 305 van de lactatie.

2. De 365-dagen productie: deze maat meet de gemiddelde melkproductie per koe per dag van dag 60 voor afkalven tot met dag 305 van de lactatie. Deze maat corrigeert hiermee voor verschillen in droogstandslengte.

3. De effectieve lactatie: deze maat meet de gemiddelde melkproductie per koe per dag van dag 60 voor afkalven tot dag 60 voor het volgende afkalfmoment. Deze maat corrigeert hiermee voor verschillen in droogstandslengte en tussenkalftijd.

Om de maten onderling te kunnen vergelijken wordt de melkproductie bij alledrie uitgedrukt in kg meetmelk (gestandaardiseerde melk met 4,0% vet en 3,3% eiwit) per koe per dag.

Om het effect van droogstandslengte met behulp van de drie bovengenoemde maten voor melkproductie te onderzoeken zijn melkproductiegegevens (MPR) en droogzetdata verzameld van tweedekalvs koeien op 15 Nederlandse praktijkbedrijven. Al deze bedrijven werkten bewust met een managementsysteem met een verkorte droogstand of zonder droogstand. Een gedeelte van deze bedrijven past eenzelfde droogstandslengte toe voor alle koeien op hun bedrijf (n=7). Een gedeelte van deze bedrijven selecteert koeien voor een specifieke droogstandslengte (zgn. droogstand op maat), gebaseerd op melkproductieniveau en celgetal (n=8). De uiteindelijke dataset bestond uit 4- tot 6-wekelijkse MPR gegevens van de complete eerste en tweede lactatie van 817 koeien. De conventionele droogstand is gedefinieerd als een droogstand van 49 tot 90 dagen en de korte droogstand als een droogstand van 20 tot 40 dagen.

Het effect van droogstandslengte op de 305-dagen productie, 365-dagen productie en effectieve lactatie is geanalyseerd met behulp van een mixed model (PROC MIXED of SAS version 9.1; SAS Institute, Inc., Cary, NC).

Resultaten

De melkproductie tussen een conventionele en korte droogstand verschilde alleen wanneer de koeien vergeleken werden op basis van 305-dagen productie, niet wanneer zij vergeleken werden op basis van 365-dagen productie of effectieve lactatie (Tabel 1). Het weglaten van de droogstand resulteerde altijd in een lagere melkproductie, ongeacht de maat voor melkproductie. Wel was de reductie in melkproductie kleiner wanneer koeien zonder droogstand vergeleken werden op basis van 365 dagen productie of effectieve lactatie, dan wanneer ze vergeleken werden op basis van de conventionele 305 dagen productie (Figuur 1).

De maat effectieve lactatie verschilde op sommige bedrijven sterk van de 365-dagen productie, maar op andere bedrijven niet of nauwelijks. Dit werd veroorzaakt doordat op sommige bedrijven de koeien met een korte of zonder droogstand een kortere tussenkalftijd hadden vergeleken met de koeien met een conventionele droogstand, maar op andere bedrijven niet. Over alle bedrijven heen was de tussenkalftijd 385 dagen voor koeien met een conventionele droogstand, 368 dagen voor koeien met een korte droogstand en 359 dagen voor koeien zonder droogstand.

Tabel 1. Melkproductie van tweedekalvs koeien per droogstandslengte voor drie maten voor melkproductie (LSMEANS).

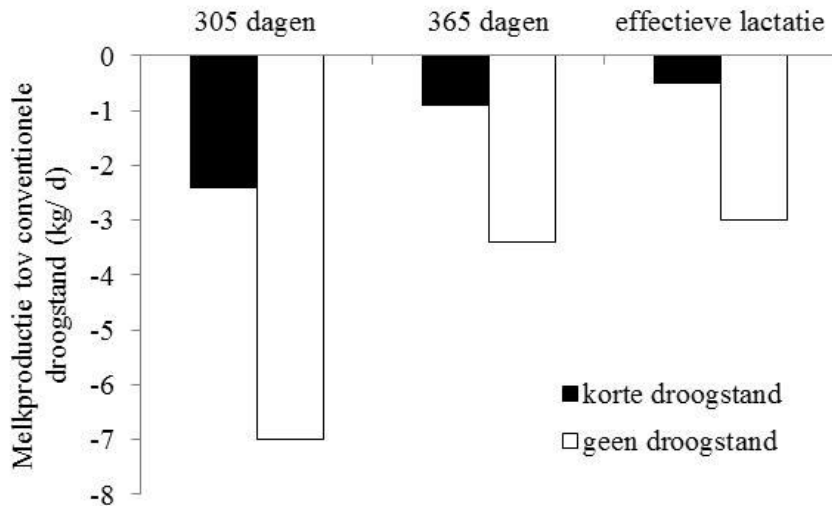
Maat voor melkproductie	Droogstand ^{1,2}				
	Conventioneel meetmelk ³	Kort meetmelk ³	% ⁴	Geen meetmelk ³	% ⁴
305-dagen productie (kg/d)	30,8 ^a	28,4 ^b	-7,6	23,8 ^c	-22,8
365-dagen productie (kg/d)	26,0 ^a	25,1 ^a	-3,4	22,6 ^b	-13,1
Effectieve lactatie (kg/d)	25,4 ^a	24,9 ^a	-2,2	22,4 ^b	-12,0

¹ Conventionele droogstand: 49 tot 90 dagen; Korte droogstand: 20 tot 40 dagen;

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

³ Gestandaardiseerde melk met 4,0% vet en 3,3% eiwit;

⁴ % = percentage verschil in melkproductie met een conventionele droogstand.



Figuur 1. Verschil in melkproductie (t.o.v. conventionele droogstand, 49 tot 90 dagen) van koeien met een korte (20 tot 40 dagen) of geen droogstand, wanneer de koeien vergeleken worden met de 305-dagen productie, 365-dagen productie of effectieve lactatie.

Conclusie

Zowel met de 365-dagen-productie als de effectieve lactatieproductie is het mogelijk om koeien met een verschillende droogstandslengte te vergelijken. Beide maten houden rekening met extra melk voor afkalven. De effectieve lactatieproductie corrigeert daarbij ook nog voor verschillen tussen koeien in tussenkalftijd. Dit is met name van belang wanneer koeien met grote verschillen in tussenkalftijd vergeleken worden.

Referenties

- Ashton, E.D. 1956. Milk and butterfat recording: a world survey. Commonwealth bureau of dairy science and technology, Farnham Royal, UK.
- Gumen, A., R.R. Rastani, R.R. Grummer en M.C. Wiltbank. 2005. Reduced dry periods and varying prepartum diets alter postpartum ovulation and reproductive measures. *J. Dairy Sci.* 88: 2401-2411.
- Inchaisri, C., R. Jorritsma, P.L.A.M. Vos, G.C. van der Weijden, en H. Hogeveen. 2010. Economic consequences of reproductive performance in dairy cattle. *Theriogenology* 74: 835-846.
- Kok, A., C.E. van Middelaar, B. Engel, A.T.M. van Knegsel, H. Hogeveen, B. Kemp, en I.J.M. de Boer. 2016. Effective lactation yield: a measure to compare milk yield between cows with different dry period lengths. *J. Dairy Sci.* 98: 7911-7916.
- Rastani, R.R., R.R. Grummer, S.J. Bertics, A. Gumen, M.C. Wiltbank, D.G. Mashek en 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.
- Santschi, D.E., D.M. Lefebvre, R.I. Cue, C.L. Girard en 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.
- Van Knegsel, A.T.M., S.G.A. van der Drift, J. Čermáková en 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 Middelaar, C.E., P.B.M. Berentsen, J. Dijkstra, J.A.M. van Arendonk, en I.J.M. de Boer. 2014. Methods to determine the relative value of genetic traits in dairy cows to reduce greenhouse gas emissions along the chain. *J. Dairy Sci.* 97: 5191-5205.

Windig, J.J., M.P.L. Calus, B. Beerda, en R. F. Veerkamp. 2006. Genetic correlations between milk production and health and fertility depending on herd environment. *J. Dairy Sci.* 89: 1765-1775.

5.2 Effect van droogstandslengte op de melkproductie gedurende meerdere opeenvolgende lactaties

A. Kok^{1,2}, A.T.M. van Knegsel¹, C.E. van Middelaar², B. Engel³, H. Hogeveen⁴, B. Kemp¹ en I.J.M. de Boer²

¹ Adaptation Physiology Group, Wageningen University and Research, the Netherlands

² Animal Production Systems Group, Wageningen University and Research, the Netherlands

³ Biometris, Wageningen University and Research, the Netherlands

⁴ Business Economics Group, Wageningen University and Research, the Netherlands

Inleiding

Verkorten of weglaten van de droogstand resulteert in minder melk in de volgende lactatie wat wel gedeeltelijk gecompenseerd wordt door extra melk voor afkalven (Santschi et al., 2011a; Steeneveld et al., 2013). Resultaten van het WHYDRY project lieten zien dat na een tweede verkorte of weggelaten droogstand, de reductie in melkgift in de volgende lactatie minder is (Chen et al., 2016; Van Knegsel et al., 2014). Tot nu toe is er echter zeer weinig bekend over de gevolgen van het verkorten of weglaten van de droogstand over meerdere lactaties in de praktijk.

Het is bekend dat individuele koe-eigenschappen, zoals bv. pariteit of productieniveau, invloed hebben op de melkproductie, maar ook de uiergezondheid van koeien na een bepaalde droogstandslengte (Hoofdstuk 3.1 en 3.2; Pezeshki et al., 2007). Het is te verwachten dat de voorspelling van de melkproductie na verschillende droogstandslengtes verbeterd kan worden door extra koekenmerken in het model op te nemen.

Het doel van deze studie was ten eerste om het effect te bepalen van het verkorten of weglaten van de droogstand op de melkproductie, wanneer deze managementstrategie gedurende meerdere lactaties op praktijkbedrijven wordt toegepast. Ten tweede of de voorspelling van melkproductie verbeterd kan worden door individuele koe-eigenschappen mee te nemen.

Toepassing in de praktijk?

In het WHYDRY project zijn koeien willekeurig verdeeld over 3 droogstandslengtes (0, 30 of 60 dagen) en vervolgens gedurende twee opeenvolgende lactaties gevolgd. Wetenschappelijk is dit de meest verantwoorde aanpak. In de praktijk is dit waarschijnlijk niet wat veehouders doen: de verwachting is dat veehouders doelbewust sommige koeien wel of juist niet toewijzen aan een bepaalde droogstandslengte, en hun management (zoals rantsoen of inseminatiestrategie) hierop aanpassen.

Materiaal en methode

De materiaal en methode van dit experiment staat uitgebreid beschreven in het bijbehorende wetenschappelijk artikel (Kok et al., 2017). In het kort, zijn voor deze studie melkproductiegegevens (MPR) en droogzetdata verzameld op 16 Nederlandse praktijkbedrijven. Al deze bedrijven werkten bewust met een managementsysteem met een verkorte droogstand of zonder droogstand. De uiteindelijke dataset bestond uit 4- tot 6-wekelijkse MPR gegevens van 8174 lactaties. Voor elke lactatie werd een totale melkproductie per koe per lactatie geschat. Hiermee werden de volgende lactatiekenmerken berekend: extra melk in de laatste 60 dagen voor afkalven, 305-dagen productie, en effectieve lactatie-productie voor vet, eiwit, lactose, melk en meetmelk (gestandaardiseerde melk met 4,0% vet en 3,3% eiwit) (Hoofdstuk 5.1). De effectieve lactatieproductie is de gemiddelde dagelijkse melkproductie van 60 dagen voor afkalven tot 60 dagen voor het volgende afkalfmoment.

Lactaties zijn ingedeeld in categorieën per droogstandslengte: geen (0 tot 2 weken; 19%; hiervan had 89% een droogstand van 0 dagen), kort (3 tot 5 weken; 21%), standaard (6 tot 8 weken; 47%) of lang (9 tot 12 weken; 13%).

Zowel het effect van de huidige droogstandslengte, als het effect van de vorige droogstandslengte, op de extra melk in de laatste 60 dagen voor afkalven, 305-dagen productie, en effectieve lactatie is geanalyseerd met behulp van een mixed model (PROC MIXED of SAS version 9.1; SAS Institute, Inc., Cary, NC) met daarin ook pariteit, 305-dagen productie als vaars, en bedrijf opgenomen (basismodel).

Om te onderzoeken of de voorspelling van melkproductie verbeterd kan worden door individuele koe-eigenschappen toe te voegen, zijn er 6 variabelen aan bovengenoemd basismodel toegevoegd: melkproductie bij laatste MPR 70 dagen voor droogzetten, celgetal bij laatste MPR 70 dagen voor droogzetten, celgetalverhoging bij laatste MPR 70 dagen voor droogzetten (>250.000 cellen/ml), verandering in melkgift tussen laatste 2 MPR voor droogzetten (persistentie), 305-dagen productie in voorgaande lactatie en aantal open dagen in voorgaande lactatie. Dit uitgebreide model is geanalyseerd met een backward eliminatie procedure met behulp van een mixed model.

Resultaten

Effect van droogstandslengte op de melkproductie gedurende meerdere lactaties.

Extra melk voor afkalven: Het weglaten van de droogstand resulteerde in de hoogste melkproductie in de 60 dagen voor kalven, met een gemiddelde productie van 857 kg meetmelk voor tweedekalvs koeien (voor afkalven) en 791 kg meetmelk voor oudere koeien. Een korte droogstand resulteerde in 501 kg meetmelk, en een standaard droogstand in 187 kg meetmelk. Koeien die geen droogstand hadden gehad in de vorige lactatie, hadden een lagere productie in de huidige 60 dagen voor kalven (figuur 1). Deze verlaagde productie aan het eind van de lactatie wordt verklaard door de lagere melkproductie na de eerste keer doormelken.

305-dagen productie: Het weglaten van de droogstand resulteerde in de laagste 305-dagen productie per koe per dag (28,8 kg meetmelk), gevolgd door een korte droogstand (30,9 kg meetmelk). Een standaard droogstand (32,7 kg meetmelk) of lange droogstand (33,1 kg meetmelk) resulteerde in de hoogste 305-dagen productie per koe per dag. De melkproductie van koeien die geen droogstand kregen, was afhankelijk van de vorige droogstand: koeien die voor de tweede keer op rij geen droogstand kregen hadden een hogere 305-dagen productie (560 kg meetmelk) dan koeien die de vorige keer een standaard droogstand hadden gehad. Eenzelfde verschil werd gevonden bij koeien die de vorige keer een korte droogstand kregen. Deze koeien hadden na het weglaten van de droogstand een productie die vergelijkbaar was met de productie van koeien die voor de tweede keer geen droogstand kregen.

Effectieve lactatieproductie: Een standaard droogstand resulteerde in de hoogste effectieve lactatieproductie (27,6 kg meetmelk per koe per dag); de productie was 0,6 kg lager bij een lange droogstand, 1,0 kg lager bij een korte droogstand, en 2,0 kg lager bij geen droogstand. De vorige droogstand had geen effect op de effectieve lactatieproductie.

Analyse van extra koekenmerken in het model om effectieve lactatie te schatten.

Niet de uiergezondheidskenmerken, maar wel de extra koekenmerken gerelateerd aan melkproductie in de vorige lactatie (persistentie, productie op laatste MPR, 305-dagen productie) en het aantal open dagen in de vorige lactatie hadden een significante relatie met de melkproductie na verschillende droogstandslengtes. Alhoewel deze effecten significant waren, voegden ze weinig toe aan de nauwkeurigheid van de voorspelling van de effectieve lactatieproductie bij verschillende droogstandslengtes.

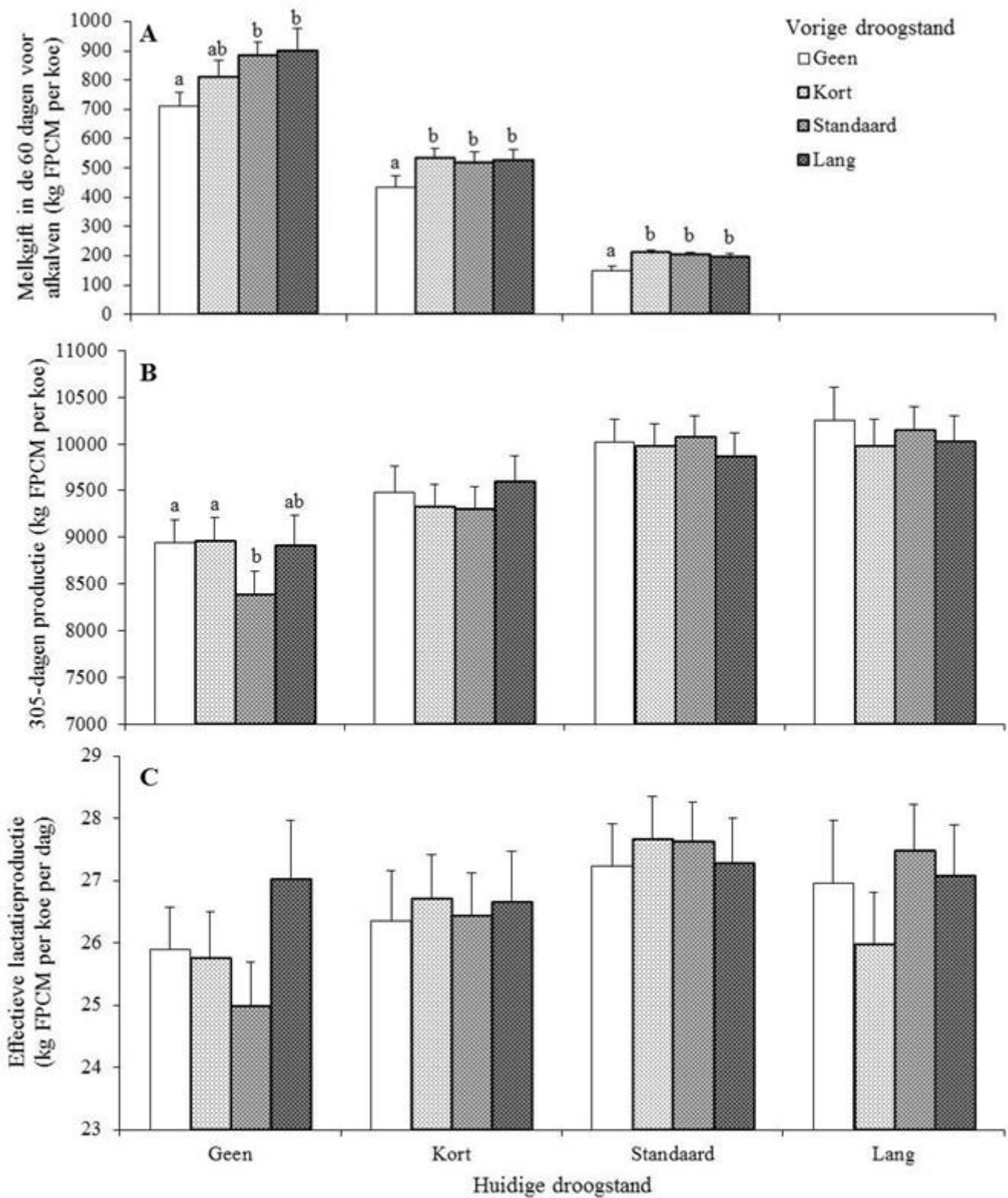
Conclusie

Het effect van verkorten of weglaten van de droogstand op de effectieve lactatieproductie is gelijk wanneer deze managementstrategie gedurende meerdere lactaties toegepast wordt. De verdeling van de melkproductie in de tijd (lactatiecurve) is echter wel verschillend. Wanneer de droogstand voor een tweede keer verkort of weggelaten wordt resulteert dit in minder melk voor afkalven, maar meer melk na afkalven, in vergelijking met de eerste keer dat de droogstand verkort of weggelaten wordt.

De melkproductie na verschillende droogstandslengtes kan voorspeld worden met een model wat rekening houdt met droogstandslengte, pariteit en 305-dagen productie als vaars. Het toevoegen van individuele koe-eigenschappen resulteerde niet in een verbetering van de voorspelling. Deze eigenschappen kunnen echter wel relevant zijn om een praktische beslissing te nemen over de optimale droogstand van een koe. Bij een lage dagproductie voor droogzetten of hoog celgetal is een droogstand bijvoorbeeld wenselijk, maar deze kenmerken zeggen niks over de voorspelde effectieve lactatieproductie.

Referenties

- Chen J., A. Kok, G.J. Rummelink, J.J. Gross, R.M. Bruckmaier, B. Kemp en A.T.M. van Knegsel. 2016. Effects of dry period length on lactation curve characteristics over 2 subsequent lactations. *J. Dairy Sci.* 99: 1-13.
- Kok, A., A.T.M. van Knegsel, C.E. van Middelaar, B. Engel, H. Hogeveen, B. Kemp, en I.J.M. de Boer. 2017. Effect of dry period length on milk yield over multiple lactations. *J. Dairy Sci.* 100: 739-749.
- Pezeshki, A., J. Mehrzad, G.R. Ghorbani, H.R. Rahmani, R.J. Collier en C. Burvenich. 2007. Effects of short dry periods on performance and metabolic status in Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90: 5531-5541.
- Santschi, D.E., D.M. Lefebvre, R.I. Cue, C.L. Girard en 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.
- Steenefeld, W., Y.H. Schukken, A.T.M. Van Knegsel en 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.
- Van Knegsel, A.T.M., S.G.A. van der Drift, J. Čermáková en 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.



Figuur 1. Effect van vorige droogstand op de melkgifft in de laatste 60 dagen voor afkalven (a), 305-dagen productie (b) en effectieve lactatieproductie (c) voor koeien met geen, korte, standaard of lange droogstand. Waarden in hetzelfde blok zijn significant verschillend ($P < 0.05$) indien ze een ander superscript hebben.

5.3 Effecten van droogstandslengte op melkproductie, inkomen en broeikasgasemissies van melkvee.

A. Kok^{1,2}, C.E. van Middelaar², P.F. Mostert², A.T.M. van Knegsel¹, B. Kemp¹, I.J.M. de Boer², H. Hogeveen³

¹ Adaptation Physiology Group, Wageningen University and Research, the Netherlands

² Animal Production Systems Group, Wageningen University and Research, the Netherlands

³ Business Economics Group, Wageningen University and Research, the Netherlands

Inleiding

Het verkorten of weglaten van de droogstand verbetert de energiebalans van koeien in vroege lactatie (Van Knegsel et al., 2014). De verbeterde energiebalans komt voort uit een gelijke voeropname en een lagere melkproductie na afkalven. Het toepassen van geen of korte droogstand in de praktijk hangt af van het effect van deze strategieën op totale melkproductie en bedrijfsinkomen.

Het effect van droogstandslengte op melkproductie op bedrijfsniveau is moeilijk te overzien op basis van individuele melkverliezen. Voor vaarzen verandert de melkproductie niet, maar leidt een kortere droogstand tot meer productiedagen aan het eind van de lactatie. Tweedekalfs koeien hebben juist een sterkere productiedaling na weglaten van de droogstand dan oudere koeien; en oudere koeien hebben minder melkverlies na een tweede dan na de eerste keer weglaten van de droogstand (Hoofdstuk 5.2). Daarnaast wordt een deel van het melkverlies bij korte en geen droogstand gecompenseerd door de extra lactatiedagen en kortere tussenkalftijd.

Het bedrijfsinkomen wordt bepaald door meer dan de totale melkproductie. Het verkorten of weglaten van de droogstand resulteert in een verhoogd eiwitgehalte in de melk, waardoor die meer oplevert. Ook verbeteren de energiebalans, stofwisseling en de vruchtbaarheid van koeien, waardoor het afvoerpercentage, en daarmee de kosten t.a.v. jongvee opfok, verlaagd zou kunnen zijn. Verder zijn voerkosten, verkoop van kalveren, afvoer van koeien, en jongvee opfok belangrijk. Verandering in deze stromen kan ook de impact van melkproductie op klimaatverandering beïnvloeden. Klimaatverandering via de uitstoot van broeikasgassen is een belangrijk milieuprobleem, waarop ook binnen de melkveehouderij steeds meer aandacht wordt gevestigd.

In deze studie zijn de effecten van het verkorten of weglaten van de droogstand op melkproductie, inkomen en broeikasgasemissies van melkvee geëvalueerd. Hiervoor is een computermodel ontwikkeld dat lactaties van individuele koeien nabootst, en resultaten berekent op bedrijfsniveau.

Toepassing in de praktijk?

Op basis van de melkverliezen na afkalven, lijkt het verkorten of weglaten van de droogstand om koegezondheid te verbeteren economisch niet haalbaar. Daarnaast wil de melkveehouderij de uitstoot van broeikasgassen terugdringen vanwege hun bijdrage aan klimaatverandering (Duurzame Zuivelketen). Kennis over de verwachte melkproductie en geldstromen op bedrijfsniveau en de geassocieerde uitstoot van broeikasgassen geeft veehouders inzicht in de productie en gevolgen van verkorten of weglaten van de droogstand, waardoor zij een weloverwogen beslissing kunnen nemen.

Materiaal en methode

Model

De methode voor deze studie staat beschreven in het bijbehorende wetenschappelijke manuscript (Kok et al., 2017). Samengevat, is er een computermodel ontwikkeld in het programma R, om lactaties van koeien na te bootsen. Per droogstandslengte, van 56, 28, of 0 dagen, werden 50 bedrijven van 100 koeien gesimuleerd voor een periode van 5 jaar, na een referentieperiode (jaar 0) waarin alle koeien een standaard droogstand van 56 dagen kregen. De melkproductie (inclusief gehalten) en tussenkalftijd in het model zijn gebaseerd op de melkproductieregistratie van 16 praktijkbedrijven van 2007 – 2015. Voor 2010/2011 hadden deze bedrijven een standaard droogstand, erna werd de droogstand bewust verkort of weggelaten. Op basis van de gegevens van deze 16 praktijkbedrijven zijn aannames voor het model gedaan. Aangenomen werd dat verkorten en weglaten van de droogstand zorgden voor een lagere melkproductie, kortere tussenkalftijd, en lagere afvoer om vruchtbaarheidsredenen (tabel 1). Verder werd een algemeen afvoerpercentage (anders dan t.g.v. vruchtbaarheidsproblemen) van 22% per lactatie aangenomen voor alle droogstandslengtes.

Tabel 1. Gemiddelde 305-dagen productie, tussenkalftijd (TKT; mediaan), en % lactaties niet drachtig bij verschillende pariteiten en droogstandslengtes*.

Pariteit	Dagen	305-d productie (kg/ d)	Gemiddelde TKT	% niet drachtig
	droog			
1 (30%)	-	23.9	384	8.0
2 (21%)	56	28.9	391	7.5
	28	25.9	380	5.2
	0	22.1	370	3.9
>2 (49%)	56	30.5	395	7.8
	28	27.7	388	7.4
	0	24.4 / 27.0**	381	3.7

*305-d productie en gemiddelde TKT is gebaseerd op gegevens van de 16 praktijkbedrijven welke bewust werkten met een verkorte of weggelaten droogstand; % niet drachtig is gebaseerd op % koeien met TKT>518 dgn, omdat deze koeien in een economisch optimale situatie zouden zijn afgevoerd vanwege vruchtbaarheid;

**In geval van 0 dagen droog bij pariteit >2, is productie de 1^e keer na weglaten van de droogstand lager dan de latere keren (Hoofdstuk 5.2).

Economie en milieu

Per bedrijf is per jaar berekend hoeveel melk er geproduceerd werd, hoeveel kalveren er geboren werden en hoeveel koeien er werden afgevoerd. Uit de bijbehorende energiebehoefte werd de totale voerbehoefte van alle koeien op het bedrijf berekend, en uit het afvoerpercentage de hoeveelheid vaarskalveren die werd aangehouden voor de jongvee opfok. Er werd gerekend met een gemiddeld nederlands rantsoen van vers gras, graskuil, maiskuil, krachtvoer, en 4-5% bijproducten (bierborstel, aardappelschillen en pulp). In een extra analyse werd het krachtvoergift verlaagd voor koeien met een droogstand van 28 of 0 dagen (vergelijkbaar met het experiment van Droogstand op Maat, Hoofdstuk 2.1), vanwege de lagere melkproductie in vroege lactatie.

Voor een schatting van de economische effecten van droogstandslengte zijn de geldstromen van melkopbrengsten, afgevoerde koeien, verkochte kalveren, voerkosten en jongveeopfok per bedrijf per jaar berekend. Hiervoor zijn de gemiddelde prijs voor vet, eiwit en lactose van Campina van 2008 tot en met 2016, en gemiddelde prijzen van Wageningen Economic Research (LEI) en het handboek Kwantitatieve Informatie Veehouderij gebruikt.

De broeikasgasemissies ten gevolge van melkproductie zijn berekend met behulp van een zgn. 'levenscyclusanalyse'. Emissies bij alle stappen in het productieproces, bv. het verbouwen van het

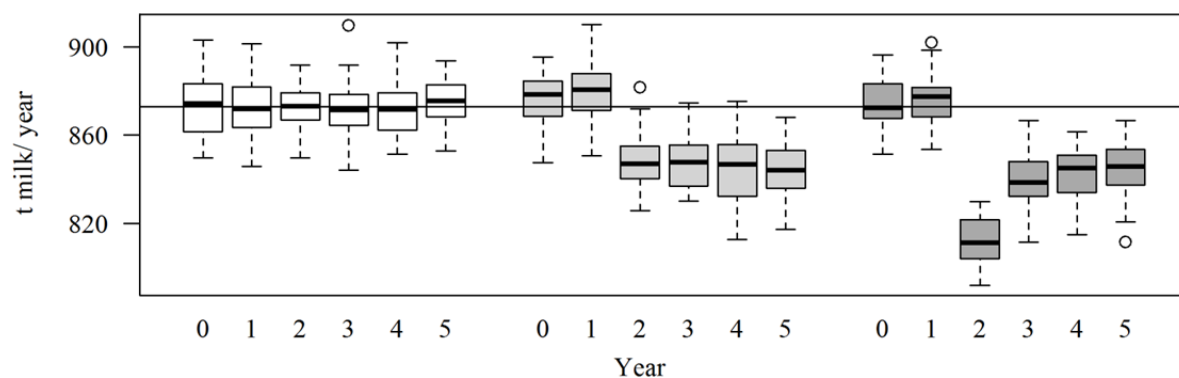
gewas, het herkauwen van de koe, en de mestopslag, zijn bij elkaar opgeteld en uitgedrukt in kg CO₂ equivalenten per ton vet-en-eiwit-gecorrigeerde melk (FPCM). Emissies zijn berekend tot het moment dat de melk het bedrijf verlaat, exclusief energiegebruik op het bedrijf zelf en emissies gerelateerd aan transport, verwerking en verpakking van de melk. Door middel van zgn. systeemuitbreiding is rekening gehouden met het vlees dat geproduceerd wordt wanneer koeien geslacht worden en kalveren opgefokt worden in de witvleesindustrie. Deze productie resulteert in extra emissies, maar vervangt de productie (en bijbehorende emissies) van ander vlees, en de totale emissies zijn hiervoor gecorrigeerd.

Resultaten

Melkproductie per bedrijf per jaar

Koppels met een droogstandslengte van 56 dagen hadden een gemiddelde productie van 873,000 kg melk per jaar (8730 kg per koeplaats). In het eerste jaar dat een droogstand van 28 of 0 dagen werd toegepast, was de productie gemiddeld 0.6% hoger dan bij een droogstand van 56 dagen. Deze hogere melkproductie in het eerste jaar wordt verklaard doordat koeien dan in een lactatie zitten na een gewone droogstand, en ze vervolgens aan het eind van diezelfde lactatie meer lactatiedagen hadden doordat de droogstand werd verkort of weggelaten. Een deel van de koeien begon in dit eerste jaar ook al aan de volgende lactatie, met een lagere melkproductie, maar dit werd nog gecompenseerd door de extra melk voor afkalven. Vanaf jaar 2 hebben alle koeien lactaties na een verkorte of geen droogstand. Voor bedrijven met een droogstand van 28 dagen daalde de productie naar gemiddeld 3.0% onder de productie van bedrijven met een droogstand van 56 dagen. Bedrijven met een droogstand van 0 dagen hadden in het tweede jaar een gemiddeld melkverlies van 6.9%, en vanaf jaar 3 een melkverlies van gemiddeld 3.5% ten opzichte van bedrijven met een droogstand van 56 dagen. Het verschil tussen jaar 2 en latere jaren komt voort uit de aanname dat een eerste keer weglaten van de droogstand een groter effect heeft op productie dan een tweede keer weglaten van de droogstand (Chen et al., 2016; Hoofdstuk 5.2). Vanaf jaar 3 hebben vrijwel alle oudere koeien ook geen droogstand in hun vorige lactatie, en is hun melkproductie weer iets verhoogd.

Deze schatting van verlaging in melkproductie is minder extreem dan eerdere onderzoeken, waarin melkproductie in de volgende lactatie 4.5% of 19% lager was na het verkorten of weglaten van de droogstand (van Knegsel et al., 2013). In dit onderzoek wordt gekeken naar een bedrijf, die voor 30% bestaat uit vaarzen. Vaarzen hebben geen melkverliezen van het verkorten of weglaten van de droogstand, maar krijgen enkel meer lactatiedagen door het weglaten of verkorten van de droogstand. Verder houdt dit model rekening met afgevoerde koeien. Wanneer een koe op 80 dagen in melk wordt afgevoerd, heeft zij sinds het gewone moment van droogstand (56 dagen voor afkalven) meer melk gerealiseerd bij een droogstand van 0 dagen dan met een droogstand van 56 dagen.



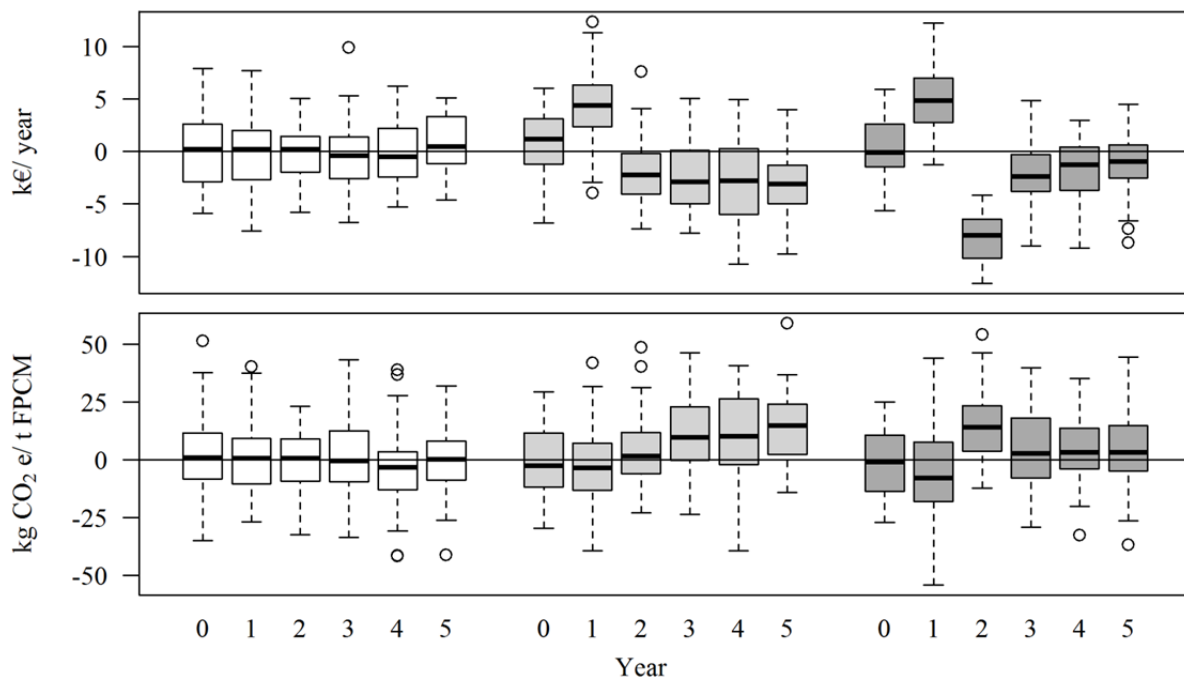
Figuur 1. Totale melkproductie (ton) per bedrijf van 100 koeien per jaar, bij een droogstand van 56 dagen (links), 28 dagen (midden), of 0 dagen (rechts). In jaar 0 hadden alle koppels een droogstandslengte van 56 dagen. Droogstandslengte verschilde vanaf jaar 1.

Geldstromen en broeikasgasemissies

Een droogstand van 28 of 0 dagen resulteerde in een toename in geldstromen op bedrijfsniveau in het eerste jaar dat de droogstandslengte werd toegepast (figuur 2). Vanaf jaar 2 kostten beide strategieën geld ten opzichte van een droogstand van 56 dagen. Een droogstand van 28 dagen resulteerde in jaar 2 tot en met 5 gemiddeld in een verlies van €2,608 per bedrijf per jaar (€26 per koe per jaar). Een droogstand van 0 dagen resulteerde in jaar 2 in een verlies van gemiddeld €8,138 per bedrijf (€81 per koe per jaar), en in jaar 3 tot en met 5 gemiddeld in een verlies van €1,705 per bedrijf per jaar (€17 per koe per jaar).

Bij een droogstand van 56 dagen waren de broeikasgasemissies gemiddeld 943 kg CO₂-equivalenten per ton FPCM. Gemiddeld over jaar 1 tot en met 5, resulteerde een droogstand van 28 dagen in een toename van 8 kg CO₂-equivalenten per ton FPCM, en een droogstand van 0 dagen in een toename van 5 kg CO₂-equivalenten per ton FPCM (figuur 2). Deze toename is gering in vergelijking met de individuele spreiding tussen de verschillende gesimuleerde bedrijven.

Een verlaging van het krachtvoergif bij een droogstand van 28 of 0 dagen, verlaagde de kosten van het rantsoen met €132 per jaar (€1 per koeplek per jaar), en verlaagde de broeikasgasemissies met 4 kg CO₂-equivalenten per ton FPCM (-0.4%).



Figuur 2. Boven: Gemiddelde resultaat van geldstromen per bedrijf van 100 koeien per jaar, ten opzichte van een droogstand van 56 dagen, voor droogstandslengtes van 56 (links), 28 dagen (midden), en 0 dagen (rechts). Onder: Gemiddelde verschil in broeikasgasemissies per ton vet-en-eiwit-gecorrigeerde melk, ten opzichte van een droogstand van 56 dagen, voor droogstandslengtes van 56 (links), 28 dagen (midden), en 0 dagen (rechts). NB: In jaar 0 hadden alle bedrijven een droogstandslengte van 56 dagen. Droogstandslengte verschilde vanaf jaar 1.

Effect van aannames voor de resultaten

Met een zgn. 'gevoeligheidsanalyse' is gekeken hoe bepalend de aannames over de gevolgen van droogstand en het afvoerpercentage waren voor de resultaten. Hieruit bleek dat het voor de totale melkproductie van koeien met een droogstand van 0 dagen erg belangrijk is dat de tussenkalf tijd wordt verkort. Voor zowel een droogstand van 28 als 0 dagen is het aangenomen melkverlies per dag sterk bepalend voor de conclusie. Als de melkverliezen 1 kg per lacterende dag minder zijn, is

de melkproductie van het koppel vergelijkbaar met de productie van koppels met een droogstand van 56 dagen.

Ook voor de economische gevolgen is de tussenkalftijd bij koeien met een 0 dagen droogstand, en het melkverlies bij 28 en 0 dagen droogstand sterk bepalend voor de resultaten.

Broeikasgasemissies veranderen minder dan 1% ten gevolge van een droogstand van 28 of 0 in plaats van 56 dagen. De resultaten hangen wel sterk af van het afvoerpercentage in het koppel. Als het afvoerpercentage daalt door de betere metabole status bij geen of korte droogstand, zouden broeikasgasemissies van melkproductie juist lager uitkomen dan bij een droogstand van 56 dagen.

Conclusie

Het verkorten van de droogstand naar 28 dagen verlaagde de melkproductie op bedrijfsniveau met 3% vanaf het tweede jaar dat de strategie werd toegepast, ten opzichte van een droogstand van 56 dagen. Het weglaten van de droogstand verlaagde de melkproductie op bedrijfsniveau met 3.5% vanaf het derde jaar, na een sterker melkverlies van gemiddeld 6.9% in jaar 2. Gemiddeld over 5 jaar, verminderden een korte en geen droogstand de geldstromen met €1,249 en €1,632 per kudde per jaar (€12 en €16 per koe per jaar), en werden broeikasgasemissies met 0.8% en 0.5% verhoogd. Een verlaging in ziektekosten per koe en het afvoerpercentage kan deze effecten compenseren.

Referenties

Chen, J., A. Kok, G.J. Remmelink, J.J. Gross, R.M. Bruckmaier, B. Kemp, and A.T.M. van Knegsel. 2016. Effects of dry period length and dietary energy source on lactation curve characteristics over 2 subsequent lactations. *J. Dairy Sci.* 99:1–13.

Van Knegsel, A.T.M., S.G.A. van der Drift, J. Cermáková, and 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.* 198:707–13.

Van Knegsel, A.T.M., G.J. Remmelink, S. Jorjong, V. Fievez, and B. Kemp. 2014. 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.

Kok, A., C.E. van Middelaar, P.F. Mostert, A.T.M. van Knegsel, B. Kemp, I.J.M. de Boer and H. Hogeveen. 2017. Effects of dry period length on production, cash flows and greenhouse gas emissions of the dairy herd: A dynamic stochastic simulation model. *PLoS One* 12:e0187101.

6 Samenvatting en Discussie

Droogstand op Maat – Samenvatting en discussie

Inleiding

Uit eerdere studies is bekend dat het verkorten of weglaten van de droogstand een positief effect heeft op de energiebalans, stofwisseling, en vruchtbaarheid van koeien na afkalven, vergeleken met een conventionele droogstandslengte van 6 tot 8 weken (eerdere rapportage *WHY DRY*: van Knegsel, 2014). Daarmee is het verkorten of weglaten van de droogstand potentieel een interessante strategie om gezondheid en welzijn van melkvee te managen en resulteert het mogelijk ook in een verlenging van de levensduur. Er zijn echter een aantal onduidelijkheden ten aanzien van het verkorten of weglaten van de droogstand welke toepassing in de praktijk kunnen remmen.

Ten eerste, zijn effecten van droogstandslengte op persistentie van de melkproductie in de volgende lactatie tot nu toe onduidelijk (Mantovani et al., 2010; Atashi et al., 2013; Chen et al., 2016a). Bovendien kan verondersteld worden dat aanpassingen in het rantsoen de persistentie van koeien met een verkorte of geen droogstand kunnen verbeteren. Een verbeterde lactatiepersistentie zou de verliezen in melkproductie na een verkorte of geen droogstand kunnen beperken.

Ten tweede, bleek uit een eerdere studie dat koeien zonder droogstand de neiging hadden te vervetten in de daaropvolgende lactatie (Chen et al., 2016b). De vraag is of aanpassing van het rantsoen van koeien na een verkorte of geen droogstand vervetting van koeien midden en eind lactatie kan verminderen, en lactatiepersistentie kan verbeteren.

Ten derde, alle bestaande studies welke het effect van droogstandslengte op uiergezondheid rapporteerden, vergeleken het weglaten van de droogstand met een controlegroep waar de koeien niet alleen een droogstand hadden, maar ook droog gegaan zijn met antibiotica (zgn. droogzetter) (Annen et al., 2004; Klusmeyer et al., 2009; Santschi et al., 2011a). In Nederland is het sinds 2013 echter niet meer toegestaan om koeien preventief met antibiotica te behandelen bij het droogzetten. Onduidelijk is wat het effect van droogstandslengte is op uiergezondheid, wanneer de koeien met een droogstand niet meer worden behandeld met antibiotica bij droogzetten.

Ten vierde, meerdere studies laten zien dat energiebalans en metabole status van koeien verbetert na het verkorten of weglaten van de droogstand, wat gunstig kan zijn voor het welzijn van koeien in begin lactatie (Andersen et al., 2005; Chen et al., 2015). De droogstand wordt echter ook gezien als een rustperiode voor de koe. Het verkorten of weglaten van de droogstand beperkt of verhindert een dergelijke rustperiode. Onduidelijk is wat het effect van het weglaten van de droogstand is op het welzijn van koeien. Naast diergezondheid is echter ook gedrag van dieren een indicator voor dierenwelzijn. Het gedrag van koeien met en zonder droogstand gedurende de periode voor en na afkalven kan inzicht geven in het effect van het wel of niet hebben van een droogstand op het welzijn van koeien.

Ten vijfde, enkele studies rapporteerden de gevolgen van het verkorten of weglaten van de droogstand over twee opeenvolgende lactaties (Rémond and Bonnefoy, 1997; Rémond et al., 1997; Chen et al., 2016a). Het is onduidelijk wat de gevolgen in de praktijk zijn van het verkorten of weglaten van de droogstand over meerdere lactaties.

Ten zesde, een optimale toepassing van het verkorten of weglaten van de droogstand in de praktijk vereist niet alleen inzicht in de gevolgen voor het individuele dier, maar ook het bedrijf (winstgevendheid) en de keten (milieu). Een recente Canadese studie heeft de economische consequenties van specifiek het verkorten van de droogstand in beeld gebracht (Santschi et al., 2011b). De vraag is wat de gevolgen zijn van het verkorten of weglaten van de droogstand voor economie en milieu onder Nederlandse omstandigheden, met inachtneming van effecten van het verkorten of weglaten van de droogstand over meerdere lactaties.

Als laatste, blijken er tussen koeien met een verkorte droogstand grote individuele verschillen te bestaan ten aanzien van melkproductie- en gezondheidseffecten. Deze verschillen kunnen gedeeltelijk toegewezen worden aan koekenmerken zoals leeftijd (Annen et al., 2004; Pezeshki et al., 2007) en genotype (Van Knegsel et al., 2013). Dit zou impliceren dat de optimale droogstandsstrategie verschillend is voor individuele koeien. De vraag is welke koekenmerken melkproductie en diergezondheid bepalen na een verkorte of geen droogstand. Deze koekenmerken kunnen gebruikt worden in een beslisboom voor de optimale droogstandsstrategie voor individuele koeien.

Het doel van 'Droogstand op Maat' was antwoord te geven op bovenstaande vragen ten aanzien van melkproductie, conditie, uiergezondheid, dierenwelzijn, lange-termijn effecten, en gevolgen voor de veehouder en de keten, en hiermee de (verkorte) droogstandsstrategie te optimaliseren en toepasbaar te maken voor de Nederlandse melkveehouderij door middel van een benadering afgestemd op de individuele koe en de ontwikkeling van een beslisboom.

Opzet Droogstand op Maat

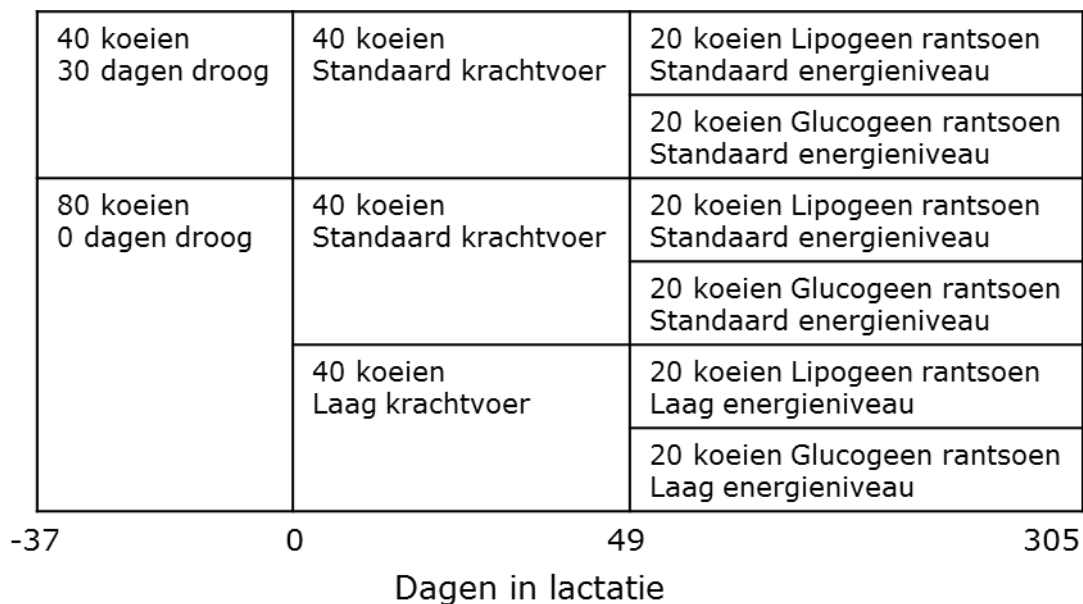
De aanpak van Droogstand op Maat bestaat uit 2 fasen: 1. Verdieping van de kennis t.a.v. het optimale management van een (verkorte of geen) droogstand; en 2. Ontwikkelen, testen en evalueren van een beslisboom voor een droogstandsstrategie gebaseerd op individuele koekenmerken. Voor fase 2 wordt informatie gebruikt uit de onderzoeksprojecten WHYDRY, Selectief droogzetten en fase 1 van 'Droogstand op Maat'.

Deze discussie betreft de resultaten uit fase 1 van Droogstand op Maat. Fase 1 bestond uit twee delen: 1. Experiment onder gecontroleerde omstandigheden op Dairy Campus in Lelystad; en 2. Netwerk met 16 Nederlandse melkveehouders welke doelbewust de droogstand verkorten of weglaten voor ten minste een gedeelte van hun koeien. Het experiment ging in op onderzoeksvragen met betrekking tot rantsoenoptimalisatie voor koeien met een verkorte droogstand in relatie tot persistentie en vervetting, interactie tussen droogstand en gebruik van de droogzetter, uiergezondheid, energiebalans en metabole gezondheid, en gedrag van koeien met een verkorte of geen droogstand. Ten aanzien van de rantsoenoptimalisatie is onderzocht of een verlaging van het energieniveau en een aanpassing van de energiesoort in het rantsoen (meer lipogene, minder glucogene energie) resulteerden in een betere persistentie en minder vervetting. Informatie uit het netwerk veehouders heeft bijgedragen aan het beantwoorden van onderzoeksvragen gerelateerd aan effecten van droogstandslengte op melkproductie over meerdere lactaties en evaluatie van de consequenties van een verkorte of geen droogstand voor economie en milieu. Beide delen in fase 1 gaven informatie over individuele koekenmerken welke de respons van een koe op een verkorte of geen droogstand voorspellen. Relevante individuele koekenmerken worden gebruikt voor de ontwikkeling van de beslisboom in fase 2.

Opzet experiment Droogstand op Maat

Voor het experiment in fase 1 van 'Droogstand op Maat' werden Holstein-Friesian melkkoeien geselecteerd op Dairy Campus in Lelystad. De koeien ingedeeld in blokken van 6 koeien op basis van pariteit, verwachte kalfdatum, en melkproductie en celgetal in de voorgaande lactatie. Binnen een blok werden vervolgens de koeien willekeurig verdeeld over de 6 proefbehandelingen. Behandelingen bestonden uit een verkorte droogstandslengte van 30 dagen (1/3 van de koeien) of geen droogstand (0 dagen; 2/3 van de koeien) (Figuur 13.1). Koeien zonder droogstand kregen een energieniveau voor hun verwachte melkproductie (laag energieniveau groep), of het standaard energieniveau voor de verwachte melkproductie van koeien met een verkorte droogstand. Koeien met een verkorte droogstand kregen het standaard energieniveau. Vanaf 8 weken in lactatie kregen koeien een lipogeen of glucogeen basisrantsoen met deze energieniveaus. Koeien waren gehuisvest in een loopstal met een roostervloer en ligboxen. Tijdens de lactatie werden koeien tweemaal daags gemolken. Koeien met een verkorte droogstand kregen vanaf 7 dagen voor droogzetten een droogstandsrantsoen en werden vanaf 4 dagen voor droogzetten eenmaal daags gemolken. Op de

dag van droogzetten werden deze koeien niet behandeld met droogzetantibiotica. Koeien zonder droogstand werden gemolken tot afkalven en werden niet behandeld met droogzetantibiotica.



Figuur 13.1: Opzet experiment Droogstand op Maat. Koeien hadden ofwel een droogstand van 30 dagen (1/3 van de koeien) of geen droogstand (0 dagen; 2/3 van de koeien). Koeien zonder droogstand kregen een energieniveau voor hun verwachte melkproductie, of een standaard energieniveau voor de verwachte melkproductie van koeien met een verkorte droogstand. Koeien met een verkorte droogstand kregen het standaard energieniveau. Vanaf 8 tot 44 weken in lactatie kregen koeien ofwel een hoofdzakelijk lipogeen of glucogeen rantsoen.

Resultaten: samenvatting en discussie

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

Effecten van verlaging van het energieniveau op persistentie en vervetting

In eerdere studies naar het verkorten of weglaten van de droogstand kregen alle koeien, ongeacht de droogstandslengte die ze kregen, hetzelfde rantsoen. Omdat koeien na een verkorte of geen droogstand minder melk geven dan na een conventionele droogstand hebben deze koeien ook minder energie voor lactatie nodig. In de WHYDRY studie bleek ook dat koeien zonder droogstand meer kans hebben aan het eind van de volgende lactatie te vervetten en zichzelf vervroegd droog te zetten (Chen et al., 2016b). Vervetting in eind lactatie verhoogt het risico op meer vetmobilisatie en eventueel ketose in de volgende lactatie. Om vervetting in laat lactatie tegen te gaan werd in het experiment voor het Droogstand op Maat project al vanaf begin lactatie het energieniveau voor koeien zonder droogstand verlaagd (Hoofdstuk 2.1 en 2.2). Er werd gestreefd naar een 12% lagere energie-inname van koeien zonder droogstand met een laag energieniveau, aangezien in een eerdere studie bleek dat koeien zonder droogstand een 12% lagere vet- en eiwit- gecorrigeerde melkproductie hebben dan koeien met een verkorte droogstand (Van Knegsel et al., 2014). Zowel in vroege lactatie (Figuur 1.1b), als in de totale lactatie was de energiebalans beter voor koeien zonder droogstand met het standaard energieniveau dan koeien zonder droogstand met het lage

energieniveau. De minder positieve energiebalans voor koeien met een laag energieniveau was ook gerelateerd aan een lagere wekelijkse gewichtstoename in week 1 tot 44 van lactatie. Het gemiddelde lichaamsgewicht en de conditiescore tussen week 1 – 44 werden echter niet beïnvloed door energieniveau. Dit zou kunnen komen doordat koeien met een rantsoen met lager energieniveau een grotere drogestofopname van het basisrantsoen hadden, ondanks dat in de rantsoenen wel rekening was gehouden met verzadigingsgraad en energieverdunning van rantsoenen met tarwestro. Dit had als resultaat dat niet een 12% verlaging van de energie-inname werd bereikt, maar slechts een 5% verlaging.

De verwachting was dat wanneer koeien zonder droogstand in laat lactatie minder vervetten, ze ook een persistentere melkgift zouden hebben. Er was echter geen verschil in vervetting of lactatiepersistentie tussen koeien zonder droogstand met een standaard of laag energieniveau (Hoofdstuk 2.2). Het kleinere contrast in energie-inname tussen beide rantsoenen dan gepland, heeft er waarschijnlijk ook voor gezorgd dat er geen verschil was in lactatiepersistentie tussen koeien met een laag en standaard energieniveau. In laat lactatie kan het energieniveau voor koeien zonder droogstand waarschijnlijk nog verder worden verlaagd om zodoende de wekelijkse gewichtstoename te beperken, vervetting te voorkomen, en wellicht lactatie persistentie te verbeteren.

Effecten van een lipogeen of glucogeen rantsoen op persistentie en vervetting

Het is bekend dat in vroeg lactatie een glucogeen rantsoen de energiebalans verbetert, en de insuline en IGF-1 concentratie in het bloed verhoogd, in vergelijking met een meer lipogeen rantsoen (Van Knegsel et al., 2007a; Van Knegsel et al., 2007b). Het kan echter verondersteld worden dat deze verbetering van de energiebalans door een glucogeen rantsoen in mid en eind lactatie niet gunstig is voor de koe, omdat ze dan mogelijk ook zal vervetten. Bovendien werd in een eerdere studie het voeren van een lipogeen, in plaats van een glucogeen, rantsoen, gesuggereerd ter stimulering van lactatiepersistentie (Cannas et al., 2002). In Droogstand op Maat kregen koeien vanaf week 8 in lactatie daarom een lipogeen of glucogeen rantsoen gevoerd (Hoofdstuk 2.1 en 2.2). In tegenstelling tot de verwachtingen werden de energiebalans, het lichaamsgewicht en de lichaamsconditie van de koeien niet beïnvloed door een verschil in energiesoort in het rantsoen. Zoals hierboven reeds beschreven resulteerde het voeren van het lipogeen rantsoen in een lagere drogestofopname, energieopname, en melkgift in week 8 tot 44 van lactatie in vergelijking met een glucogeen rantsoen. Het lipogene en glucogene rantsoen waren isocalorisch geformuleerd en zouden voor een zelfde hoeveelheid melk energie kunnen leveren. De lagere melkproductie van koeien met het lipogene rantsoen kan verklaard worden door de lagere drogestof- en energie-inname van het lipogene rantsoen. Oorzaak voor de lagere energie-inname op het lipogene rantsoen was mogelijk het lagere drogestofgehalte van het lipogene rantsoen vergeleken met het glucogene rantsoen (Zom et al., 2012). Om het drogestofgehalte van het lipogene en glucogene vergelijkbaar te maken werd aan het lipogene rantsoen droge bietenperspulp toegevoegd, maar dit verhoogde de drogestof- en energieopname niet tot het niveau van het glucogene rantsoen.

In lijn met de verwachtingen resulteerde het lipogene rantsoen wel in andere concentraties lactogene hormonen in het bloed van de koeien, welke belangrijk zijn voor de melkproductie en persistentie van de lactatiecurve. Koeien met een lipogeen rantsoen hadden een lagere plasma concentratie van insuline en insulin-like growth factor 1 (**IGF-1**), en er was een tendens voor een hogere concentratie groeihormoon in vergelijking met koeien met een glucogeen rantsoen (Hoofdstuk 2.2). Dit is in lijn met bestaande studies, die lieten zien dat een lipogeen rantsoen bij melkkoeien kan resulteren in een lagere plasma insuline concentratie in vroege (Van Knegsel et al., 2007a; Van Knegsel et al., 2007b; Chen et al., 2016b) en late lactatie (Voelker en Allen, 2003; Mahjoubi et al., 2009), in vergelijking met een meer glucogeen rantsoen. De plasma insuline concentratie heeft een negatieve relatie met de plasma groeihormoon concentratie (Hart et al., 1979). Daarom was de verwachting dat een lagere plasma insuline concentratie na piek melkgift de plasma groeihormoon concentratie zou stimuleren en daarmee lactatiepersistentie kan verhogen. Lactatiepersistentie was echter gelijk voor koeien met een glucogeen of lipogeen rantsoen. Dit zou verklaard kunnen worden doordat het lipogene rantsoen zorgde voor een lagere inname van voer en energie, en daarmee resulteerde in een lagere melkproductie dan het glucogene rantsoen. Mogelijk had een smakelijker lipogeen

rantsoen de voeropname kunnen verhogen en daarmee melkgift en lactatiepersistentie kunnen verbeteren.

Effecten van droogstandslengte en droogzetantibiotica op de uiergezondheid

In de WHYDRY studie hadden koeien zonder droogstand meer chronische uierinfecties voor afkalven dan koeien met een verkorte of conventionele droogstand (50% vs. 8%) (Hoofdstuk 3.1). Bovendien hadden koeien zonder droogstand een hoger celgetal in de volgende lactatie dan koeien na een verkorte of conventionele droogstand. In de WHYDRY studie, net als andere eerder studies, zijn koeien zonder droogstand vergeleken met koeien met een droogstand die ook behandeld werden met droogzetantibiotica bij droogzetten. Het was daarom onduidelijk of de verhoging van het celgetal voor koeien zonder droogstand werd veroorzaakt door het weglaten van de droogstand of het weglaten van de droogzetantibiotica. Daarom is in het experiment van Droogstand op Maat het effect van droogstandslengte zonder gebruik van droogzetantibiotica op uiergezondheid onderzocht (Hoofdstuk 3.2). Uiergezondheid is in dit experiment geëvalueerd ten aanzien van 1. De periode rondom droogzetten en afkalven; 2. Celgetal gedurende de gehele volgende lactatie; 3. Mastitis en celgetalverhogingen (subklinische mastitis) gedurende de gehele volgende lactatie; en 4. Individuele koevariatie.

1. Rondom droogzetten en afkalven. Koeien met een verkorte of geen droogstand hadden een vergelijkbaar aantal uierinfecties tijdens de periode voor afkalven (43% vs. 36% voor respectievelijk koeien met een 0-d of 30-d droogstand; Hoofdstuk 3.2). Koeien met een verkorte droogstand zonder droogzetantibiotica hadden meer chronische uierinfecties (36% vs. 8%) dan wanneer ze waren behandeld met droogzetantibiotica (Hoofdstuk 3.1). Het hogere percentage chronische uierinfecties zonder gebruik van droogzetantibiotica bevestigt, in lijn met een eerdere studie (Scherpenzeel et al., 2014), dat droogzetantibiotica wel degelijk van belang zijn voor koeien met een bestaande uierinfectie. Het aantal koeien zonder uierinfectie of met een nieuwe uierinfectie tijdens de droogstand verschilde niet tussen droogstandslengten, ongeacht of de koeien wel (Hoofdstuk 3.1) of niet (Hoofdstuk 3.2) met droogzetantibiotica waren behandeld bij het droogzetten van koeien met een laag celgetal (<200.000 cellen/ml). Hierdoor kan worden aangenomen dat droogzetantibiotica geen bijkomend voordeel hebben voor koeien zonder bestaande uierinfectie.
2. Celgetal gedurende de gehele volgende lactatie. Het celgetal na afkalven was hoger voor koeien zonder droogstand dan voor koeien met een verkorte droogstand die wel (Hoofdstuk 3.1) of niet (Hoofdstuk 3.2) met droogzetantibiotica waren behandeld bij droogzetten. In hoofdstuk 3.1 en in eerdere studies was echter geen rekening gehouden met de lagere melkproductie van koeien zonder droogstand, in vergelijking met koeien met een droogstand. Wanneer hiervoor werd gecorrigeerd in hoofdstuk 3.2 was er geen verschil meer in celgetal tussen koeien met een verkorte of zonder droogstand. Bij nader inzien bleek in hoofdstuk 3.2 het verschil in celgetal tussen koeien met verschillende droogstandslengten niet in vroege lactatie (week 1 – 7) te bestaan, maar met name in week 8 tot 44 van de lactatie. Een reden hiervoor kan zijn dat in de uier van koeien zonder droogstand minder vervanging van uiercellen plaatsvindt voor afkalven (Capuco et al., 1997), terwijl dat bij koeien met een droogstand in hoge mate gebeurt, en dat oudere uiercellen later in lactatie minder in staat zijn om de barrière tegen binnenkomende pathogenen in stand te houden.
3. Mastitis en celgetalverhogingen gedurende de gehele volgende lactatie. Het percentage koeien dat een verhoging van celgetal of een geval van klinische mastitis had in de volgende lactatie was niet verschillend voor de koeien met een droogstand van 0 dagen of een droogstand van 30 of 60 dagen met droogzetantibiotica (Hoofdstuk 3.1). Het percentage koeien met klinische mastitis in de volgende lactatie bleek hoger te zijn voor koeien zonder droogstand, dan voor koeien na een verkorte droogstand zonder droogzetantibiotica (Hoofdstuk 3.2). In hoofdstuk 3.2 kwam klinische mastitis voor bij 36 van de 128 koeien, wat een laag aantal is om uitspraken te doen over de invloed van droogstandslengte op het

voorkomen van klinische mastitis, en daarom kunnen geen zwaarwegende conclusies worden verbonden aan het verschil in klinische mastitis tussen koeien met een verkorte of geen droogstand. De gevonden effecten moeten eerst nader worden onderzocht in een grotere veldstudie.

4. Individuele koevariatie. Uit de vergelijking van een verkorte of conventionele droogstand met of zonder droogzetantibiotica blijkt dat koeien met een hoog celgetal in eind lactatie, oftewel koeien met een bestaande uierinfectie, baat hebben bij een droogstand waarin droogzetantibiotica worden gebruikt. Wanneer een hoog celgetal pas optreedt tussen 60 en 30 dagen voor de verwachte afkalfdatum en geen droogzetantibiotica kunnen worden gebruikt ter behandeling (i.v.m. een wachttijd), dan hebben koeien na afkalven een lager celgetal wanneer ze een verkorte droogstand zonder droogzetantibiotica hebben gehad dan wanneer ze geen droogstand hebben gehad. Voor koeien met een laag celgetal voor het (eventuele) droogzetten had droogstandslengte, met of zonder droogzetantibiotica, geen effect op het celgetal.

Effecten van droogstandslengte op dierwelzijn

Voor het beoordelen van dierwelzijn is in de huidige studie gekeken naar gedrag en metabole status (Hoofdstuk 4.2). Om gedrag te meten werd gebruik gemaakt van sensoren die voergedrag, ligduur en beweging registreerden. De vraag was of verschillende droogstandslengten ander gedrag teweeg brachten tijdens de droogstand en na afkalven, en of verschillen te relateren waren aan de verschillen in energiebalans en metabole status van koeien met een verschillende droogstandslengte.

Koeien met een droogstand van 30 dagen kregen vanaf 7 dagen voor droogzetten een droogstandsrantsoen en werden vanaf 4 dagen voor droogzetten eenmaal daags gemolken. Ook werden ze verplaatst naar een de groep droge koeien. Koeien moeten zich acuut aanpassen aan deze veranderingen (niet gemolken worden, een ander rantsoen en een andere sociale groep), wat een aantal dagen zorgt voor veranderingen in gedrag en het dierwelzijn zou kunnen verminderen (Zobel et al., 2015). Koeien met een droogstand van 0 dagen bleven in de lacterende groep zonder veranderingen. Op week -4 ten opzichte van afkalven is het gedrag van koeien met een droogstand van 30 of 0 dagen gemeten. Op dit moment werd er geen korte-termijn effect van de veranderingen meer verwacht, omdat de koeien al een halve week droog stonden. Dit moment werd gekozen om te kunnen kijken naar lange-termijn effecten van de droogstand om iets te kunnen zeggen over de algemene aanname dat de droogstand voor koeien een rustperiode zou zijn. Dierwelzijn is in deze studie geëvalueerd zowel ten aanzien van 1. Gedrag en 2. Energiebalans en metabole status van de koeien. Bovendien is de relatie tussen gedrag en metabole status bekeken.

1. Gedrag. De periode voor afkalven bleek voor zowel koeien met een droogstand van 0 dagen als koeien met een droogstand van 30 dagen een rustperiode: de koeien lagen langer in week -4 (12.6 of 13.7 uur per dag voor koeien met 0 of 30 dagen droogstand) dan in week 4 (11.6 of 10.7 uur per dag voor koeien met een 0 of 30 dagen droogstand) ten opzichte van afkalven. Koeien met een droogstand van 0 dagen lagen 1.1 uur minder per dag dan koeien met een droogstand van 30 dagen, wat waarschijnlijk verklaard wordt door de twee melkingen per dag. Deels werd de tijd die hiervoor nodig was gecompenseerd door een kortere vreettijd (209 vs. 240 min per dag). Dit betekent dat het lactatierantsoen wat voor afkalven aan de koeien zonder droogstand werd verstrekt sneller werd gegeten dan het droogstandsrantsoen. Koeien met een droogstand van 0 dagen aten in die kortere tijd meer dan koeien met een droogstand van 30 dagen (41.7 vs. 28.6 kg product) en hadden een positieve energiebalans. Koeien met een droogstand van 30 dagen bewogen ook minder (663 vs. 1130 stappen per dag) dan koeien met een droogstand van 0 dagen droogstand, waarschijnlijk omdat ze niet tweemaal daags door de melkstal gingen en in een kleinere groep met een kleiner oppervlak stonden. De langere ligduur en mindere beweging van koeien met een droogstand van 30 dagen bevestigen dat droogstand in een grotere mate van inactiviteit resulteert dan geen droogstand. Deze inactiviteit zou echter de aanpassing aan een nieuwe lactatie na afkalven kunnen verminderen. Eerder onderzoek liet zien dat

extra beweging tijdens de droogstand bijdroeg aan een verminderd risico op stofwisselingsproblemen zoals slepende melkziekte en leververvetting na afkalven (Goselink et al., 2014). Samengevat, leken koeien met een droogstand van 30 dagen op basis van de lagere voeropname en kortere ligduur na afkalven minder goed aangepast aan de nieuwe lactatie dan koeien met een droogstand van 0 dagen. Er was geen verschil in vreetduur en beweging tussen beide groepen, maar koeien met een verkorte droogstand aten na afkalven langzamer dan koeien zonder droogstand (Hoofdstuk 4.2).

2. *Energiebalans en metabole status.* Koeien met een verkorte droogstand hadden tussen week 1 en 7 na afkalven een meer negatieve energiebalans en een hogere concentratie vrije vetzuren (NEFA), β -hydroxyboterzuur in het bloed (beide een maat voor mobilisatie van lichaamsreserves) en een lagere concentratie glucose, insuline en IGF-1 in het bloed (maten voor de energiebeschikbaarheid in het lichaam), dan koeien zonder droogstand (Hoofdstuk 2.1). Ook in eerdere studies hadden koeien met een hogere NEFA concentratie in het bloed een lagere voeropname (Waterman et al., 1972; Lean et al., 1992) en verminderde bewegingsactiviteit (Adewuyi et al., 2006). In onze studie was energiebalans positief gecorreleerd en de NEFA concentratie negatief gecorreleerd met aantal maaltijden, aantal bezoeken, vreettijd, ligtijd, aantal stappen, en beweging (Hoofdstuk 4.2). Het verschil in gedrag na verschillende droogstandslengten lijkt daarmee geassocieerd met het verschil in metabole status. Inderdaad bleek wanneer we koeien indeelden op metabole status, ongeacht hun droogstandslengte, dat koeien met een slechte metabole status een hogere concentratie NEFA's en lagere concentratie IGF-1 in het bloed hadden dan koeien met een gemiddelde of goede metabole status (Hoofdstuk 4.2). Koeien met een slechte metabole status brachten bovendien minder bezoeken aan de voerbak en de ligtijd was lager dan van koeien met een goede metabole status. De kortere ligduur, lagere vreesnelheid en lagere voeropname van koeien met een verkorte droogstand, in vergelijking met koeien zonder droogstand, komen overeen met de bevindingen bij koeien met een lage metabole status, ongeacht hun droogstandslengte. De kortere ligduur en lagere voeropname zou verklaard kunnen worden door verminderd comfort of vermoeidheid van koeien met een mindere metabole status (Roche et al., 2009). Een andere verklaring voor een kortere ligduur is een verhoogde uierdruk (Bertulat et al., 2017) aangezien koeien met een mindere metabole status vaak een hogere melkgift hebben. Concluderend hadden koeien met een verkorte droogstand over het algemeen een mindere metabole status die gepaard gaat met kortere ligduur, lagere vreesnelheid en lagere voeropname dan koeien zonder droogstand.

Effecten van droogstandslengte op de melkproductie gedurende meerdere lactaties

Om het effect van droogstandslengte op de melkproductie over meerdere lactaties te bestuderen is binnen Droogstand op Maat ten eerste een nieuwe maat voor lactatieproductie ontwikkeld, genaamd 'effectieve lactatie'. Vervolgens is de 'effectieve lactatie' berekend voor koeien met een verkorte of zonder droogstand op de 16 praktijkbedrijven. Daarna is deze informatie vertaald naar de effecten van droogstandslengte op melkproductie op bedrijfsniveau.

Effectieve lactatie. Het effect van droogstandslengte op melkproductie is eerder onderzocht (o.a. De Feu et al., 2009; Rastani et al., 2005; Van Knegsel et al., 2014). In eerdere onderzoeken werd vooral gekeken naar een vaste periode na afkalven, en werd soms de extra melkproductie voor afkalven meegenomen die het melkverlies na afkalven deels compenseerde. Een completer beeld van het effect van droogstandslengte op melkproductie ontstaat wanneer zowel de extra melkproductie voor afkalven, als de complete volgende lactatie wordt meegenomen. Daarin worden ook gevolgen van droogstandslengte op tussenkalftijd zichtbaar. Dit is met name van belang omdat de tussenkalftijd door het verkorten of weglaten van de droogstand sterk werd verkort op sommige netwerkbedrijven in Droogstand op Maat (Hoofdstuk 5.1). Binnen Droogstand op Maat werd daarom een nieuwe maat voor lactatieproductie ontwikkeld, genaamd 'effectieve lactatie' (Hoofdstuk 5.1). De maat 'effectieve lactatie' corrigeert voor de extra melkproductie voor afkalven en de mogelijke verkorting in

tussenkalf tijd. Met deze maat werden melkproducties van tweedekalves koeien met een standaard (49-90 dagen), korte (20-40 dagen), of geen (0 dagen) droogstand van 15 praktijkbedrijven vergeleken. Hoewel een korte en geen droogstand de 305-dagen productie met 8% en 23% verminderden, was de effectieve lactatie slechts 2% en 12% lager, in vergelijking met een conventionele droogstand. Verschillen tussen de 305 dagen productie en 'effectieve lactatie' ten aanzien van het effect van droogstandslengte worden veroorzaakt doordat de 305-dagen productie zowel de melkproductie voor afkalven als de melkproductie op het einde van de lactatie niet meeneemt.

Melkproductie op koe niveau. Binnen WHYDRY werd vastgesteld dat niet elke koe twee lactaties achter elkaar een droogstand van 0 dagen volhoudt (Chen et al., 2016a,b). Effecten van droogstandslengte op melkproductie op lange termijn waren binnen WHYDRY echter verstrengeld met het ouder zijn van de koeien. Niet duidelijk was of het meerdere keren achter elkaar toepassen van een verkorte of geen droogstand resulteerde in een vergelijkbaar effect op melkproductie. In Droogstand op Maat is met gegevens van 16 praktijkbedrijven geanalyseerd hoe de melkproductie van derdekalves en oudere koeien afhangt van de voorgaande twee droogstandslengtes (Hoofdstuk 5.2). Het effect van verkorten of weglaten van de droogstand op de effectieve lactatieproductie was gelijk wanneer deze managementstrategie gedurende meerdere lactaties werd toegepast. Bij het weglaten van de droogstand bleek de verdeling van de melkproductie in de tijd (lactatiecurve) echter wel verschillend. Wanneer de droogstand voor een tweede keer werd weggelaten, resulteerde dit in minder melk vóór afkalven, maar meer melk na afkalven, in vergelijking met de eerste keer weglaten van de droogstand. Een standaard droogstand deed alle gevolgen van de vorige droogstand op melkproductie teniet, en resulteerde in de hoogste effectieve lactatie (33 vs. 31 vs. 29 kg melk per dag bij een standaard, korte, of geen droogstand). Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de droogstand, ongeacht de huidige staat van het uier, zorgt voor de maximale vernieuwing van het uierweefsel.

Melkproductie op bedrijfsniveau. Het effect van droogstandslengte op melkproductie op bedrijfsniveau hangt af van het hele koppel. Met een modelstudie, waarbij de melkproductie en tussenkalf tijden gebaseerd waren op gegevens van de 16 praktijkbedrijven, werden daarom de gevolgen van droogstandslengte op melkproductie op bedrijfsniveau bekeken (Hoofdstuk 5.3). Het verkorten van de droogstand van 56 naar 28 dagen verlaagde de melkproductie op bedrijfsniveau met 3% vanaf het tweede jaar dat de strategie werd toegepast. Het weglaten van de droogstand verlaagde de melkproductie op bedrijfsniveau met 3.5% vanaf het derde jaar, na een sterker melkverlies van gemiddeld 6.9% in jaar 2. Deze reducties in melkproductie zijn lager dan op basis van de productiedaling na een verkorte of geen droogstand van een individuele koe zou worden verwacht. Deels wordt dit effect verklaard door de vaarzen in het koppel (30%), die geen productiedaling hebben door een verkorte droogstand. Verder bleek dat het bij afvoer in vroege lactatie gunstig was om een korte of geen droogstand te hebben, omdat een deel van de melkproductie al voor afkalven was gerealiseerd. Een belangrijke kanttekening hierbij, is dat het effect van droogstandslengte op melkproductie en tussenkalf tijd verschilt tussen verschillende bedrijven.

Effecten van droogstandslengte op het inkomen en de broeikasgas emissies

Totale melkproductie is de belangrijkste bron van inkomsten, maar niet het enige onderdeel dat het bedrijfsresultaat bepaalt. Voor een schatting van de economische gevolgen van droogstandslengte zijn daarom de geldstromen van melkopbrengsten, afgevoerde koeien, verkochte kalveren, voorkosten en jongveeopfok per bedrijf per jaar berekend (Hoofdstuk 5.3).

Gemiddeld over 5 jaar, verlaagden een korte (28d) en geen droogstand de netto opbrengst met €1,249 en €1,632 per bedrijf per jaar ten opzichte van een droogstand van 56 dagen. Dit komt neer op €12 en €16 per koe per jaar. Hierbij zijn ziektekosten niet meegenomen. De verbeterde energiebalans na een verkorte of geen droogstand zou kunnen resulteren in een verbeterde koegezondheid. Eerdere studies laten echter geen eenduidig beeld zien van het effect van droogstandslengte op ziekte incidentie (Van Knegsel et al., 2013).

Naast economische gevolgen voor de veehouder, zijn de milieu gevolgen voor de melkveehouderij belangrijk voor de evaluatie van verschillende droogstandslengtes. Dit wordt onderstreept door de doelstelling van Duurzame Zuivelketen om broeikasgassen door de zuivelketen 20% te reduceren in 2020 ten opzichte van 1990 (<https://www.duurzamezuivelketen.nl/files/gedetailleerde-doelen-duurzame-zuivelketen.pdf>). De broeikasgasemissies ten gevolge van melkproductie bij verschillende droogstandslengtes zijn daarom berekend met behulp van een zgn. 'levenscyclusanalyse'.

Gemiddeld over 5 jaar, werden broeikasgasemissies bij een korte en geen droogstand met 0.8% en 0.5% verhoogd, wanneer het afvoerpercentage gelijk bleef. Een verlaging van 5% in het afvoerpercentage kon deze effecten echter compenseren, en resulteerde in een verlaging van broeikasgasemissies wanneer de droogstand werd verkort of weggelaten.

'Droogstand op Maat': een optimale droogstandsstrategie per koe?

Verschiedende studies laten zien dat het effect van droogstandslengte op de melkproductie, energiebalans, en uiergezondheid, afhangt van individuele koekenmerken zoals leeftijd, uiergezondheidsstatus, melkproductie, genotype, en conditie.

Leeftijd is een belangrijke factor in de keuze voor droogstandslengte aangezien het melkproductie (Hoofdstuk 2.1 en 5.2), energiebalans (Hoofdstuk 2.3) en uiergezondheid (Hoofdstuk 3.2) na afkalven bepaalt. Het weglaten van de droogstand heeft bijvoorbeeld een groter effect op de melkproductie van jonge koeien (geen droogstand aan het eind van de eerste lactatie) dan van oudere koeien (Annen et al., 2004; Hoofdstuk 5.2). Vaarzen hebben na afkalven, ongeacht hun droogstandslengte, een betere energiebalans, betere metabole status en lagere kans op metabole ziekten dan meerderekalfskoeien. Daarom is het gunstiger voor de energiebalans en metabole status van meerderekalfskoeien om een verkorte of geen droogstand te hebben in plaats van een conventionele droogstand, in vergelijking met eerstekalfskoeien (Figuur 13.2). Meerderekalfskoeien hebben echter meestal een hoger celgetal na afkalven dan vaarzen, wat vaak het gevolg is van uierinfecties die zouden moeten worden behandeld met droogzetantibiotica tijdens een droogstand (Hoofdstuk 3.1).

Uiergezondheid in de voorgaande lactatie, zoals verhogingen van celgetal, gemiddeld celgetal en celgetal in laat lactatie voor de droogstand bepalen het celgetal, verhogingen van celgetal en klinische mastitis na afkalven (Hoofdstuk 3.1 en 3.2). Over het algemeen komt het er op neer dat een bestaand uiergezondheidsprobleem voor de droogstand moet worden opgelost tijdens een droogstand met gebruik van droogzetantibiotica (Figuur 13.2). Meerderekalfskoeien met een goede uiergezondheid hebben dus baat bij een verkorte of geen droogstand. Eerstekalfskoeien met een goede uiergezondheid kunnen prima verkort drooggezet worden, maar de droogstand weglaten zorgt voor een (te) sterke reductie in melkproductie na afkalven. Zowel meerderekalfskoeien als eerstekalfskoeien met een verhoogd celgetal lijken baat te hebben bij een behandeling met droogzetantibiotica en dus bij een droogstand. Onderzocht zou moeten worden bij welke afkapwaarde voor een verhoging van het celgetal het gunstiger is voor de koe om haar droog te laten gaan met droogzetantibiotica in vergelijking met het verkorten of weglaten van de droogstand.

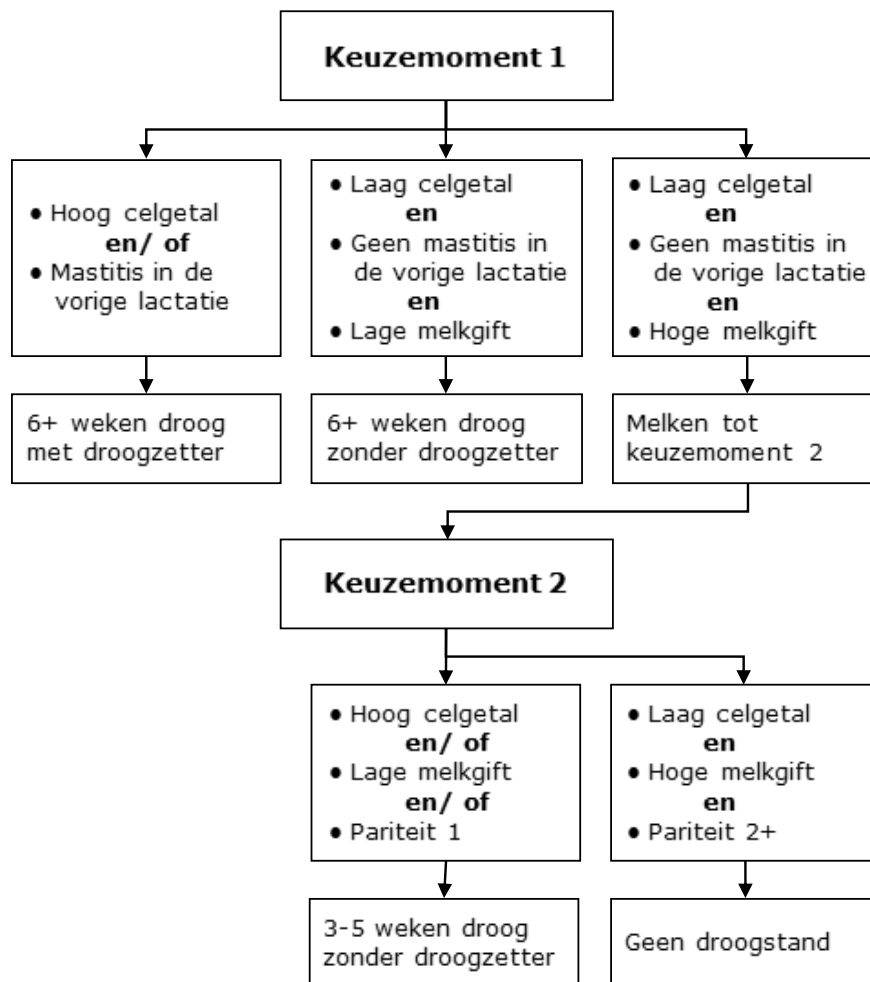
Naast celgetal, zijn ook melkproductieniveau op de laatste dag voor de droogstand en daling van melkproductie eind lactatie ook indicatoren voor uiergezondheid (Hoofdstuk 3.2). Koeien met een grotere daling van melkproductie in laat lactatie hebben vaak een uierinfectie die behandeld dient te worden met droogzetantibiotica tijdens een droogstand. Een persistente melkproductie in eind lactatie kan leiden tot het besluit om een koe een verkorte of geen droogstand te geven, maar koekenmerken voor afkalven konden de melkproductie per effectieve lactatie bij verschillende droogstandslengten slecht voorspellen (Hoofdstuk 5.2).

Uit eerdere studies bleek dat melkproductierespons na een verkorte of weggelaten droogstand gedeeltelijk verklaard kunnen worden door genotype (Van Knegsel et al., 2013). Koeien met een DGAT1 AK genotype hadden een minder sterke daling van melkproductie en minder verbetering van

energiebalans zonder droogstand dan koeien met een DGAT1 AA of KK genotype. Koeien met een DGAT1 AA genotype hadden zonder droogstand echter meer kans op vervetting in de volgende lactatie.

Een ruime lichaamsconditie in de periode voor afkalven leidde tot meer melkproductie en vetmobilisatie na afkalven dan een normale of magere conditie (Chen et al., 2016b). Koeien met een ruime lichaamsconditie voor afkalven zouden baat hebben bij een verkorte of geen droogstand, aangezien deze de melkproductie en negatieve energiebalans na afkalven vermindert. Echter, koeien die vervetten in laat lactatie zijn vaak minder persistent en kunnen al droogstaan voordat de beslissing tot verkort of niet droogzetten kan worden genomen. Daarom blijft het aan te bevelen vervetting in laat lactatie te voorkomen.

Op basis van bovenstaande koe eigenschappen die melkproductie, uiergezondheid en metabole status na afkalven bepalen werd besloten om een beslisboom te ontwerpen met voorspellers voor uiergezondheid en melkproductie na verschillende droogstandslengten applicatie (Figuur 13.2). De beslisboom kan veehouders ondersteunen in het bepalen van droogstandsmanagement voor individuele koeien, inclusief droogstandslengte en het gebruik van droogzetantibiotica. Dit advies wordt gebaseerd op informatie over de koe die beschikbaar is op iedere melkveehouderij zoals pariteit, het laatste celgetal en de laatste melkproductie. De beslisboom wordt in fase 2 van Droogstand op Maat getest op Dairy Campus in Leeuwarden en in een veldexperiment met praktijkbedrijven.



Figuur 13.2: Beslisboom voor droogstandslengte en droogzetantibiotica op basis van koe eigenschappen voor afkalven.

Conclusies

Koeien zonder droogstand hadden een lagere melkproductie na afkalven dan koeien met een verkorte droogstand. Verlagen van het energieniveau van koeien zonder droogstand tot hun behoefte aan energie voor melkproductie had geen invloed op melkproductie, lactatiepersistentie of lactatieproductie, maar verlaagde de positieve energiebalans en zorgde voor een lagere wekelijkse gewichtstoename gedurende de lactatie. Het voeren van een lipogeen rantsoen, in vergelijking met een glucogeen rantsoen, had geen invloed op vervetting, of lactatiepersistentie, ondanks dat de concentratie lactogene hormonen in het bloed wel veranderde. Een mogelijke oorzaak voor de afwezigheid van een verwacht positief effect op lactatiepersistentie van het lipogene rantsoen is dat de koeien op dit rantsoen een lagere voeropname realiseerden. Een smakelijker lipogeen rantsoen zou wellicht de voeropname, melkproductie en lactatiepersistentie kunnen verhogen.

Koeien met een verkorte of conventionele droogstand die behandeld waren met droogzetantibiotica hadden minder chronische uierinfecties gedurende de droogstand dan koeien zonder droogstand. Koeien zonder droogstand hadden een hoger celgetal na afkalven dan koeien met een verkorte droogstand, ongeacht gebruik van droogzetantibiotica, maar dit leidde niet tot meer verhogingen van celgetal of gevallen van klinische mastitis in de volgende lactatie. Koekenmerken zoals leeftijd, productieniveau en uiergezondheid bij droogzetten bepaalden mede de uiergezondheid van koeien na verschillende droogstandslengten.

Koeien zonder droogstand hadden voor afkalven een kortere ligduur en liepen meer per dag dan koeien met een verkorte droogstand. Na afkalven hadden koeien zonder droogstand een grotere voeropname, een langere ligduur, en een betere metabole status dan koeien met een verkorte droogstand.

Voor een eerlijke vergelijking van melkproductie tussen koeien met verschillende droogstandslengtes, moet worden gecorrigeerd voor de extra melk voor afkalven bij een verkorte droogstand, en voor de mogelijke verandering in tussenkalftijd. Verschillen in melkproductie tussen koeien met verschillende droogstandslengtes zijn kleiner wanneer gecorrigeerd wordt voor de extra melk voor afkalven en verschillen in tussenkalftijd (zgn. effectieve lactatie productie), dan zonder deze correcties (305 dagen productie). De 305 dagen productie van koeien met een verkorte of geen droogstand was bijvoorbeeld 7.6% en 23% lager dan met een standaard droogstand, terwijl de effectieve lactatie productie slechts 2.2% en 12% lager was.

Op bedrijfsniveau waren de gevolgen van het weglaten van de droogstand kleiner (-3.5% melk) dan op koeniveau. Deels kwam dit doordat vaarzen in de vergelijking worden meegenomen, die niet dalen in melkproductie door het verkorten van de droogstand, en doordat het weglaten van de droogstand minder effect heeft op melkproductie van oudere koeien. De effecten op bedrijfsinkomen van een verkorte of geen droogstand werden geschat op -12 euro en -16 euro per koe per jaar, wanneer alleen effecten op melkproductie en vruchtbaarheid worden meegenomen. Een mogelijke verlaging van ziekte-incidentie, door een betere energiebalans bij een verkorte of geen droogstand, kan deze kosten mogelijk compenseren. Broeikasgas emissies per eenheid melk waren bij een gelijk afvoerpercentage 0.8% en 0.5% verhoogd bij verkorte of geen droogstand; deze toename werd gecompenseerd bij een 5% lager afvoerpercentage.

Concluderend kan gesteld worden dat de gevolgen van het verkorten of weglaten van de droogstand voor economie en milieu relatief klein zijn en gecompenseerd zouden kunnen worden door een verlaging van de ziekte-incidentie of een verlenging van de levensduur van de koeien. Bovendien zijn de gevolgen voor het gedrag van de koeien positief met een verbetering van de voeropname en langere ligduur in vroege lactatie. Aandachtspunt blijft de verhoging in celgetal ten gevolge van het weglaten van de droogstand, ook wanneer dit vergeleken werd met koeien welke een droogstand hadden zonder behandeling met droogzetantibiotica. Advies blijft daarmee om koeien met een verhoogd celgetal of verleden met een periodieke celgetalverhoging een droogstand te geven en te behandelen met droogzetantibiotica. Het is mogelijk om het energieniveau tijdens de lactatie terug te brengen op het niveau dat nodig is voor de gerealiseerde melkproductie, zonder melkproductie

van koeien zonder droogstand verder te verlagen. Mogelijkheden om met een meer lipogeen rantsoen lactatiepersistentie te stimuleren en de melkproductieverliezen ten gevolge van het weglaten van de droogstand te reduceren, lijken beperkt. Wellicht dat een groter contrast tussen rantsoenen in lipogene en glucogene nutriënten meer succesvol is. Koekenmerken zoals leeftijd, productieniveau en uiergezondheid bij droogzetten bepaalden mede de melkproductie en uiergezondheid van koeien na verschillende droogstandslengten en kunnen gebruikt worden voor de ontwikkeling van een beslisboom voor het bepalen van het optimale droogstandsmanagement voor individuele koeien.

Referenties

- Adewuyi, A. A., J. B. Roelofs, E. Gruys, M. J. M. Toussaint, and F. J. C. M. van Eerdenburg. 2006. Relationship of plasma nonesterified fatty acids and walking activity in postpartum dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89:2977-2979.
- Andersen, J. B., Madsen, T. G., Larsen, T., Ingvarsen, K. L., & Nielsen, M. O. (2005). The effects of dry period versus continuous lactation on metabolic status and performance in periparturient cows. *Journal of Dairy Science*, 88(10), 3530-41.
- Annen, E. L., R. J. Collier, M. A. McGuire, J. L. Vicini, J. M. Ballam, and 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. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73513-4](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73513-4)
- Atashi, H., Zamiri, M. J., & Dadpasand, M. (2013). Association between dry period length and lactation performance, lactation curve, calf birth weight, and dystocia in Holstein dairy cows in Iran. *Journal of Dairy Science*, 96(6), 3632-8.
- Bertulat, S., N. Isaka, A. de Prado, A. Lopez, T. Hetreau, and W. Heuwieser. 2017. Effect of a single injection of cabergoline at dry off on udder characteristics in high-yielding dairy cows. *J. Dairy Sci.* 100:3220-3232. <https://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-10220>
- Cannas, A., A. Nudda, and P. G. 2002. Nutritional strategies to improve lactation persistency in dairy ewes. Pages 17 - 59 in Proc. 8th Great Lakes Dairy Sheep Symposium. Spooner Agricultural Research Station Publications, Spooner, WI, USA, Cornell University Ithaca, New York.
- Capuco, A. V., R. M. Akers, and J. J. Smith. 1997. Mammary growth in Holstein cows during the dry period: Quantification of nucleic acids and histology. *J. Dairy Sci.* 80:477-487.
- Chen, J., G. J. Rummelink, J. J. Gross, R. M. Bruckmaier, B. Kemp, and A. T. M. van Knegsel. 2016. Effects of dry period length and dietary energy source on milk yield, energy balance, and metabolic status of dairy cows over 2 consecutive years: Effects in the second lactation. *J. Dairy Sci.* 99:4826-4838. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-10742>
- Chen, J., Gross, J. J., van Dorland, H. A., Rummelink, G. J., Bruckmaier, R. M., Kemp, B., & van Knegsel, A. T. M. (2015). Effects of dry period length and dietary energy source on metabolic status and hepatic gene expression of dairy cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 98(2), 1033-1045.
- Chen, J., Kok, A., Rummelink, G. J., Gross, J. J., Bruckmaier, R. M., Kemp, B., & Knegsel, A. T. M. van. (2016a). Effects of dry period length and dietary energy source on lactation curve characteristics over 2 subsequent lactations. *Journal of Dairy Science*, 99, 1-13.
- Chen, J., Rummelink, G. J., Gross, J. J., Bruckmaier, R. M., Kemp, B., & van Knegsel, A. T. M. (2016b). Effects of dry period length and dietary energy source on milk yield, energy balance, and metabolic status of dairy cows over 2 consecutive years: Effects in the second year. *Journal of Dairy Science*, 99(6), 4826-4838.
- De Feu, M. A., A. C. Evans, P. Lonergan, and 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. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2009-2374>.

Goselink, R.M.A., F.A.J. Lenssinck, M.G.M. de Bree, E.J.B. Bleumer, 2014. Droogstand in beweging; effect van beweging in de droogstand op gezondheid van melkkoeien. Lelystad, Wageningen UR (University & Research centre) Livestock Research, Livestock Research Report 795.

Hart, I. C., J. A. Bines, and S. V. Morant. 1979. Endocrine control of energy metabolism in the cow: correlations of hormones and metabolites in high and low yielding cows for stages of lactation. *J. Dairy Sci.* 62:270-277. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(79\)83235-X](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(79)83235-X)

Klusmeyer, T. H., Fitzgerald, A. C., Fabellar, A. C., Ballam, J. M., Cady, R. A., & Vicini, J. L. (2009). Effect of recombinant bovine somatotropin and a shortened or no dry period on the performance of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92(11), 5503–11.

Lean, I. J., T. B. Farver, H. F. Troutt, M. L. Bruss, J. C. Galland, R. L. Baldwin, C. A. Holmberg, and L. D. Weaver. 1992. Time series cross-correlation analysis of postparturient relationships among serum metabolites and yield variables in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 75:1891-1900. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)77949-1](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77949-1)

Mahjoubi, E., H. Amanlou, D. Zahmatkesh, K. M. G., and N. Aghaziarati. 2009. Use of beet pulp as a replacement for barley grain to manage body condition score in over-conditioned late lactation cows. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 153:60-67. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.06.009>

Mantovani, R., Marinelli, L., Bailoni, L., Gabai, G., & Bittante, G. (2010). Omission of dry period and effects on the subsequent lactation curve and on milk quality around calving in Italian Holstein cows. *Italian Journal of Animal Science*, 9(1987), 101–108.

Pezeshki, A., Mehrzad, J., Ghorbani, G. R., Rahmani, H. R., Collier, R. J., & Burvenich, C. (2007). Effects of short dry periods on performance and metabolic status in Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90(12), 5531–5541. <http://doi.org/10.3168/jds.2007-0359>

Rastani, R. R., R. R. Grummer, S. J. Bertics, A. Gümen, M. C. Wiltbank, D. G. Mashek, and 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. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72768-5](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72768-5)

Rémond, B., & Bonnefoy, J. C. (1997). Performance of a herd of Holstein cows managed without the dry period. *Annales de Zootechnie*, 46(Annual Zootechnology), 3–12.

Rémond, B., Rouel, J., Pinson, N., & Jabet, S. (1997). An attempt to omit the dry period over three consecutive lactations in dairy cows. *Annales de Zootechnie*, 46, 399–408.

Roche, J. R., N. C. Friggens, J. K. Kay, M. W. Fisher, K. J. Stafford, and D. P. Berry. 2009. Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *J. Dairy Sci.* 92:5769-5801. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2009-2431>

Santschi, D. E., Lefebvre, D. M., Cue, R. I., Girard, C. L., & Pellerin, D. (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. *Journal of Dairy Science*, 94(5), 2302–11.

Santschi, D. E., Lefebvre, D. M., Cue, R. I., Girard, C. L., & Pellerin, D. (2011b). Economic effect of short (35-d) compared with conventional (60-d) dry period management in commercial Canadian Holstein herds. *Journal of Dairy Science*, 94(9), 4734–43.

Scherpenzeel, C. G., I. E. den Uijl, G. van Schaik, R. G. Olde Riekerink, J. M. Keurentjes, and T. J. G. M. Lam. 2014. Evaluation of the use of dry cow antibiotics in low somatic cell count cows. *J. Dairy Sci.* 97:3606-3614. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7655>

Van Hoeij, R. J., T. J. Lam, D. B. De Koning, W. Steeneveld, B. Kemp, and A. T. M. Van Knegsel. 2016. Cow characteristics and their association with udder health after different dry period lengths. *J. Dairy Sci.* 99:8330-8340. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2016-10901>

- Van Knegsel, A. T. M., G. J. Remmelink, S. Jorjong, V. Fievez, and B. Kemp. 2014. 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. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7391>
- Van Knegsel, A. T. M., H. Van den Brand, J. Dijkstra, W. M. Van Straalen, R. Jorritsma, S. Tamminga, and B. Kemp. 2007b. Effect of glucogenic vs. lipogenic diets on energy balance, metabolites, and reproduction in primiparous and multiparous dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 90:3397-3409. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2006-837>
- Van Knegsel, A. T. M., M. H. P. W. Visker, G. J. Remmelink, J. A. M. van Arendonk, and B. Kemp. 2013. DGAT1 Genotype affects the response of dairy cows to shortened or no dry period. Pages 36-36 in *Proc. Proceedings of the 15th International Conference on Production Diseases in Farm Animals*, 24-28 June 2013, Uppsala, Sweden.
- Van Knegsel, A. T., H. van den Brand, J. Dijkstra, W. M. van Straalen, M. J. Heetkamp, S. Tamminga, and B. Kemp. 2007a. Dietary energy source in dairy cows in early lactation: energy partitioning and milk composition. *J. Dairy Sci.* 90:1467-1476. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(07\)71632-6](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)71632-6)
- 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.
- Voelker, J. A. and M. S. Allen. 2003. Pelleted beet pulp substituted for high-moisture corn: 1. effects on feed intake, chewing behavior and milk production of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86:3542-3552. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73960-5](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73960-5)
- Waterman, R., J. W. Schwalm, and L. H. Schultz. 1972. Nicotinic acid treatment of bovine ketosis I. Effects on circulatory metabolites and interrelationships. *J. Dairy Sci.* 55:1447-1453. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(72\)85692-3](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(72)85692-3)
- Zobel, G., D.M. Weary, K.E. Leslie, and M.A.G. von Keyserlingk. 2015. Invited review: Cessation of lactation: Effects on animal welfare. *J. Dairy Sci.* 98:8263-8277. doi:10.3168/jds.2015-9617.
- Zom, R. L. G., G. André, and A. M. van Vuuren. 2012. Development of a model for the prediction of feed intake by dairy cows: 1. Prediction of feed intake. *Livest. Sci.* 143:43-57. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2011.08.014>