

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

R.J. van Hoeij, J. Dijkstra, R.M. Bruckmaier, J.J. Gross, T.J.G.M. Lam, G.J. Remmelink, B. Kemp, en A.T.M. van Knegsel

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. 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., Submitted).

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 onbepakt verstrekt. Het basisrantsoen voor droogstaande koeien bestond uit graskuil, maiskuil, raapzaadschroot, tarwestro en vitaminen en mineralen in de verhouding 47:18:8:24:2 (DS basis) (5.4 MJ netto energie (NE)/kg DS; 780 VEM/kg DS). Het basisrantsoen voor lacterende koeien bestond uit graskuil, maiskuil, sojaschroot, suikerbietenpulp, tarwestro, ureum en vitaminen 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., Submitted).

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, $3000 \times g$) 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 ± 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 tweedekalfs en oudere (pariteit ≥ 3) koeien met een droogstand van 0 of 30 dagen (LSMEANS \pm SEM).

| | Droogstandslengte | | | Pariteit | | | P-waarden | | | | |
|---|-------------------|-------------------|------|----------|----------|------|-------------------------|----------|-------------------|----------------------------|--------------|
| | 0 | 30 ² | SEM | 2 | ≥ 3 | SEM | Droogstand ² | Pariteit | Tijd ³ | DP \times T ² | P \times 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 (μ U/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 \pm SEM).

| | Droogstandsbehandeling ² | | | | Pariteit | | | <i>P</i> -waarden | | | | | |
|---|-------------------------------------|--------------------|-------------------|------|----------|----------|------|-------------------|----------|-------------------|--------------|--------------|--------------|
| | 0-d (laag) | 0-d (STD) | 30-d (STD) | SEM | 2 | ≥ 3 | SEM | Droogstand | Pariteit | Tijd ³ | D \times P | D \times T | P \times 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 (μ U/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;

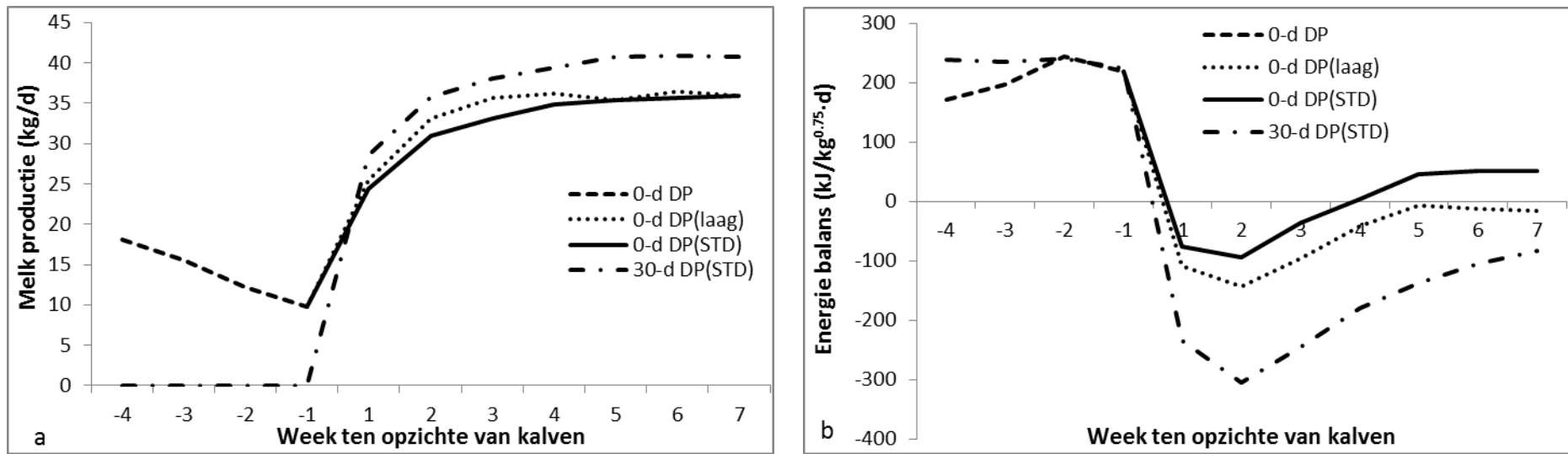
⁵ Energiebalans; berekend met het VEM systeem (Van Es, 1975);

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. 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. Submitted.
- 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.