

## Maternale en omgevingsfactoren die significant geassocieerd zijn met het geboortegewicht van holsteinkalveren

### *Maternal and environmental factors associated with the birth weight of Holstein calves*

E. Depreester, M. M. Kamal, M. Van Eetvelde, M. Hostens, G. Opsomer

Vakgroep Voortplanting, Verloskunde en Bedrijfsdiergeneeskunde  
Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent, Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke

elke.depreester@ugent.be

## SAMENVATTING

In deze studie werden de factoren onderzocht die significant geassocieerd zijn met het geboortegewicht van een holsteinkalf. De hier beschreven retrospectieve dwarsdoorsnedestudie bij 1594 holstein-friesiankalveren en hun moederdieren werd van 2011 tot 2013 uitgevoerd op vier melkveebedrijven in België en één in Duitsland.

Bij de primipare moederdieren hadden het geslacht van het kalf, de drachtduur, het afkalfseizoen, de afkalfleeftijd en de grootte van het moederdier bij het afkalven (borstomtrek, schofthoogte, diagonale lengte) een significante invloed op het geboortegewicht (GG). Het GG was significant lager bij vaarzen die op zeer oude leeftijd afkalfden (25,5-37,3 maanden) ( $P < 0,001$ ). Bij het afkalven tussen 22 en 23,5 maanden was het GG hoger dan bij vaarzen die tussen 20,3 en 22 maanden of tussen 23,3 en 25,5 maanden afkalfden ( $P < 0,001$ ). Bij de multipare moederdieren hadden het geslacht, het afkalfseizoen, de drachtduur, de pariteit, de lengte van de droogstand en de melkproductie tijdens de dracht (MDRACHT) een significante invloed op het GG ( $P < 0,001$ ). Het GG van kalveren was respectievelijk 0,97 en 1,11 kg zwaarder bij koeien met een lage (1.400 tot < 5.400 kg) en een hoge (6.500 tot < 7.200 kg) MDRACHT dan bij koeien met een zeer hoge (7.200 tot < 11.600 kg) MDRACHT. De negatieve invloed van een vroege of late eerste partus bij vaarzen en van de zeer hoge melkproductie tijdens de dracht bij koeien op het geboortegewicht kan de basis zijn voor verder onderzoek naar de invloed van nutritionele en andere maatregelen tijdens de dracht op de productie en gezondheid van de nakomelingen op lange termijn.

## ABSTRACT

The objective of the present study was to determine factors that are associated with the birth size of Holstein calves. A retrospective cross-sectional study was set up, and data of 1594 calf births from four dairy herds in Belgium and one in Germany were analyzed. Of the variables offered to the offspring birth weight (BW) model in heifers, calf gender, gestation length, season of calving, age at calving and heart girth, wither height and diagonal length of the dam were retained as significant. The BW was significantly lower in heifers that calved at a very old age (25.5 to 37.3 months) ( $P < 0.001$ ). Calves born out of young (20.3 to < 22 months) and old (23.3 to 25.5 months) heifers were lighter than calves born out of intermediately aged (22 to < 23.5 months) heifers. Of the variables offered to the offspring BW model in cows, calf gender, season of calving, gestation length, parity, length of the dry period and the milk production during gestation (MGEST) were significant. For cows having the same heart girth, the BW of the calves was 0.97 and 1.11 kg higher in cows with low (1,400 to < 5,400 kg) and high (6,500 to < 7,200) MGEST, respectively, than in cows with very high MGEST (7,200 to 11,600 kg) ( $P < 0.05$ ). The negative effects of young and older age at calving in heifers and of very high milk production levels during gestation in cows on the BW of their calves, provide a basis for further research in nutritional and managerial interventions to improve the long-term health and productivity of the offspring.

## INLEIDING

De lichaamsgrootte van het neonatale holstein-friesiankalf heeft een directe invloed op het voorkomen van dystokie en perinatale sterfte (Johanson en Berger, 2003; McCorquodale et al., 2013) en zou daarnaast ook de verdere groei en het metabolisme van het opgroeiende kalf beïnvloeden, met mogelijk zelfs een invloed op de gezondheid en de productie eens deze nakomelingen zelf in lactatie komen (Heinrichs et al, 2005; González-Recio et al., 2012).

Te zware kalveren worden geassocieerd met een verhoogd risico op dystokie (Johanson en Berger, 2003) en te lichte kalveren zijn dan weer gevoeliger voor neonatale sterfte (McCorquodale et al., 2013). Daarnaast kan de grootte van het pasgeboren kalf ook belangrijke implicaties hebben voor het latere leven van dat dier. Uit epidemiologische studies bij mens en dier is bekend dat individuen met een laag geboortegewicht gevoeliger zijn voor metabole aandoeningen tijdens het volwassen leven (Vuguin, 2007; Symonds et al., 2010). Hieruit blijkt het belang van de kennis van de factoren die geassocieerd zijn met de grootte van het pasgeboren kalf om die vervolgens te kunnen aanwenden in de jongveeopfok en het management van de lacterende en tegelijkertijd drachtige koeien.

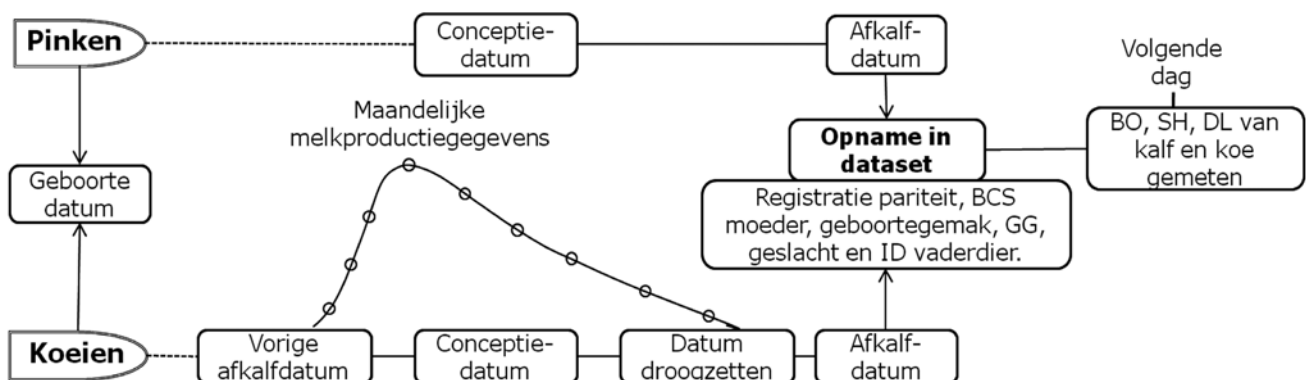
De lichaamsafmetingen bij de geboorte worden bepaald door een complex geheel van genetische en omgevingsfactoren, waarbij de intra-uteriene omgeving belangrijker blijkt te zijn dan de genetische invloed van de ouderdieren (Swali en Wathes, 2006b; Sharma et al., 2012). In het huidige productiesysteem bij holstein-friesianmelkvee zijn de meeste pinken al drachtig terwijl ze zelf nog volop aan het groeien zijn en leveren de koeien vaak een hoge melkproductie terwijl ze al opnieuw drachtig zijn. De aldus ontstane competitie tussen de intra-uteriene groei van het kalf en de groei of melkproductie van het moederdier kan een belangrijke invloed hebben op de grootte van het kalf bij de geboorte en daaropvolgend op zijn gezondheidsstatus, productieniveau en levensduur. Een jonge afkalfleeftijd bij vaarzen of een zeer hoge melkproductie tijdens de dracht bij koeien is geassocieerd met een verminderde productie en een kortere levensduur van de nakomelingen (Banos et al. 2007; Berry et al.

2008; González-Recio et al. 2012). Daarnaast kunnen ook de lichaamsmaten van het moederdier zelf een invloed hebben op de geboorteaftmetingen van het kalf (Kertz et al., 1997; Lundborg et al., 2003; Swali en Wathes, 2006b). Het doel van de hier beschreven studie was om de factoren te bepalen die significant geassocieerd zijn met het geboortegewicht van holsteinkalveren, met speciale aandacht voor de invloed van de afkalfleeftijd van pinken en de melkproductie tijdens de dracht bij koeien.

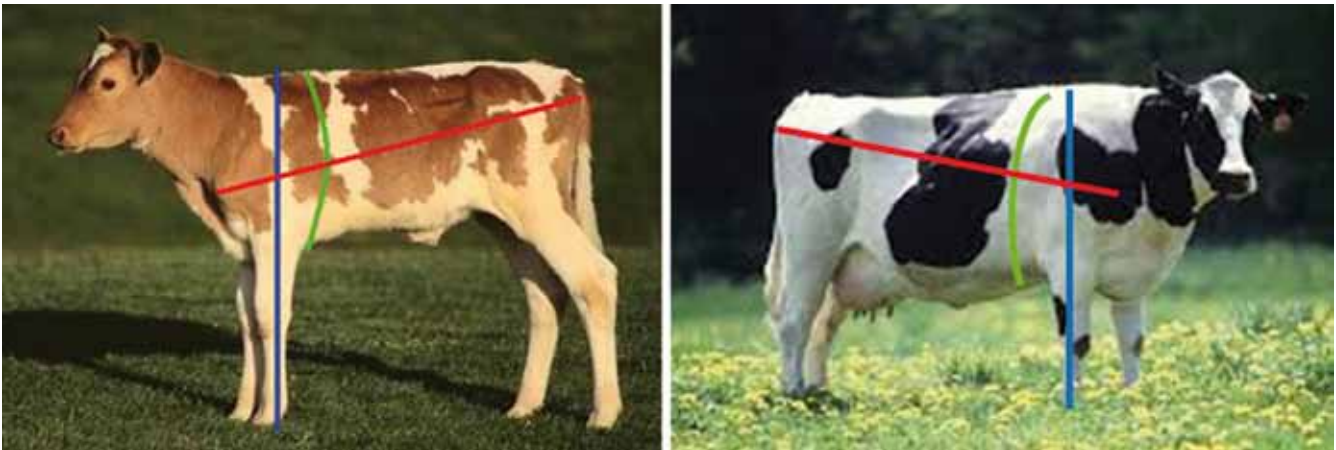
## MATERIAAL EN METHODEN

### Metingen en berekeningen

Een retrospectieve cross-sectionele studie werd uitgevoerd waarbij enerzijds de afmetingen van het kalf en het moederdier bij de geboorte werden opgenomen en anderzijds de maternale en omgevingsfactoren, waaraan het kalf tijdens de dracht heeft blootgestaan, werden in kaart gebracht. Alle data werden verzameld tussen augustus 2011 en april 2013 op kleine melkveebedrijven (40-80 lacterende dieren) in België en één groot bedrijf (2000 lacterende dieren) in Noordoost-Duitsland (53,98°NB, 11,97°OL). Op elk van deze bedrijven werd kunstmatige inseminatie toegepast en werden op regelmatige basis officiële melkcontroles uitgevoerd. Het totaal gemengd rantsoen (TMR) tijdens de lactatie bestond uit hoogkwalitatief ruwvoer (maiskuil, graskuil, bietenperspulp, voederbieten) dat op basis van de maandelijkse melkproductiegegevens individueel werd bijgestuurd met eiwitrijk krachtvoer en evenwichtig krachtvoer via de krachtvoerautomaat. De totale dagelijkse opname van VEM en DVE voldeed aan de behoeften voor het onderhoud en de productie op elk bedrijf op basis van een regelmatig uitgevoerde rantsoenberekening. Tijdens de droogstand werd een TMR bestaande uit maiskuil, stro en droogstandsmineralen gevoederd. Dit TMR leverde tijdens de eerste vier weken van de droogstand gemiddeld 7.000 VEM aan en tijdens de laatste twee weken gemiddeld 9.000 VEM, met lichte schommelingen tussen de verschillende bedrijven. 's Winters werd op de Belgische bedrijven aan de niet-lacterende vaarzen het restvoer van de lacterende dieren gevoederd,



**Figuur 1.** Chronologisch overzicht van de uitgevoerde metingen en verzameling van de gegevens voor elk kalf en moederdier.



**Figuur 2.** De in deze studie gemeten lichaamsmaten van de kalveren (links) en de moederdieren (rechts): borstomtrek (BO, groen), schofthoogte (SH, blauw) en diagonale lengte (DL, rood).

samen met ongeveer 1 kg krachtvoer per dier per dag. 's Zomers werden de dieren uitgeweid zonder supplementatie van krachtvoer. Op het melkveebedrijf in Duitsland werden de niet-lacterende vaarzen echter het hele jaar door op stal gehouden, op een TMR bestaande uit voordroogkuil van goede kwaliteit, een beperkte hoeveelheid maaskuil en extra krachtvoer.

De gegevens verzameld tijdens het verloop van de dracht en de lactatie en op het moment van de geboorte worden schematisch weergegeven in Figuur 1. Bij de partus werd een score gegeven voor het gemak waarmee de geboorte was verlopen: 0 = alleen gekalfd, 1 = lichte hulp van veehouder, 2 = verlossing met zware trekkracht en 3 = zeer moeilijk partusverloop, hulp nodig van dierenarts (al of niet via keizersnede). Het geslacht van het kalf en de identificatie van het vaderdier werden genoteerd. Elk pasgeboren kalf werd op een digitale weegschaal gewogen vóór de eerste biestopname door de veehouders. Binnen de 24 uur na de partus werd ook de borstomtrek (BO), de schofthoogte (SH) en de diagonale lengte (DL) bepaald bij het kalf en het moederdier. Ook de conditie van de koe, de body condition score (BCS), werd genoteerd (Edmondson et al., 1989). Dit gebeurde door verscheidene personen die vooraf grondig werden aangeleerd hoe de metingen op een zeer gestandaardiseerde manier uit te voeren. Alle parameters werden bepaald op het dier in vierkante stand, op vlakke bodem, met de kop naar voor gestrekt. Alle afmetingen worden schematisch weergegeven in Figuur 2. De borstomtrek werd gemeten met een lintmeter, net caudaal van de elleboog. De schofthoogte werd bepaald vanop de bodem tot op het hoogste punt van de schoft en de diagonale lengte werd gedefinieerd als de afstand in rechte lijn van de craniale rand van het tuberculum majus humeri tot aan de caudale rand van het tuberculum ischiadicum van het zitbeen. De conditie-index (BCI) van de kalveren werd berekend als  $GG/(SH \times DL)$ . De conditiescore van het moederdier (BCS) werd beoordeeld aan de hand van de mate van aftekening van de spinale- en transversaaluitsteeksels, de buikvulling en de vet- en spierafzetting tussen spinale- en dwarsuit-

steeksels, heup- en zitbeen, heupbeen en wervelkolom en in de holte tussen de staartwortel en zitbeenderen (Edmondson et al., 1989). De score ging van 1 tot 5, met de mogelijkheid tot het geven van kwart- en halve scores.

Van de moederdieren werden de vorige kalftdatum, de laatste conceptiedatum en de gegevens van de officiële melkcontroles verzameld uit het datasysteem van het bedrijf. De leeftijd van de vaarzen bij het afkalven werd op basis van de verdeling onder de studiepopulatie ingedeeld in vier klassen: 20,3 tot < 22 maanden (jong), 22 tot < 23,5 maanden (middelmatige leeftijd), 23 tot < 25,5 maanden (oud) en 25,5 tot 37,3 maanden (zeer oud). Voor de multipare dieren werden de drachtduur (DD), het partus-conceptie-interval (PC), de lactatielengte (LL), de lengte van droogstand (DS) en de tussenkalftijd (TKT) berekend. Om een mogelijk seizoenseffect te kunnen onderzoeken, werden de kalveren in twee groepen ingedeeld naargelang de geboortemaand: 1. Zomer en herfst (van 21 juni tot 20 december). Deze kalveren hadden het laatste trimester van de dracht tijdens de lente en zomer doorgemaakt. 2. Winter en lente (van 21 december tot 20 juni). Deze kalveren hadden het laatste trimester van de dracht tijdens de herfst en winter doorgemaakt. Van het vaderdier kon de fokwaarde voor het geboortegemak gevonden worden in het datasysteem van de KI-organisatie, maar de fokwaarde voor het geboortegewicht kon voor de meeste stieren niet achterhaald worden.

### **Beschrijving van de lactatiecurve aan de hand van het Milkbot®-model**

De maandelijkse melkproductiegegevens van de officiële melkcontroles op de verschillende bedrijven werden met behulp van het Milkbot® model (Dairy-sight LLC, Argyle, NY) omgezet in een continue lactatiecurve voor elk individueel dier (Ehrlich, 2011). In dit model wordt de dagelijkse melkproductie  $Y$  beschreven in functie van het aantal dagen in lactatie  $t$  aan de hand van vier parameters:  $a$  (scale),  $b$  (ramp),  $c$

(offset) en  $d$  (decay) en een constante  $e$  (het getal van Euler).  $Y(t)=a(1-(e/2)^{(c-t)/b})e^{-dt}$

De 'scale' ( $a$ ) is een algemene parameter die een idee geeft over het productieniveau van een dier over alle fasen van de lactatie (kg/dag). Een hoge scale wijst op een hoogproductief dier. Deze waarde is altijd positief en wordt theoretisch bereikt als ramp ( $b$ ) en offset ( $c$ ) gelijk zijn aan 0 of bij oneindige persistentie ( $d=0$ ). De 'ramp' ( $b$ ) (dagen) beschrijft hoe snel de piek in de lactatiecurve wordt bereikt. Ook deze waarde is altijd een positief getal. Hoe lager de ramp, hoe steiler de stijging van de melkproductie in het begin van de lactatie. 'Offset' ( $c$ ) staat voor de tijd (dagen) tussen de partus en de start van de lactatie (gedefinieerd als 'het moment van maximale toename van de productiecapaciteit'). Deze waarde kan positief, negatief of 0 zijn, maar blijkt van ondergeschikt belang te zijn in het beschrijven van de lactatiecurve omdat de normale variatie in deze parameter zeer laag en praktisch niet detecteerbaar is zonder dagelijkse melkmetingen tijdens de eerste lactatiedagen. Daarom werd deze op 0 vastgesteld in deze studie. De 'decay' ( $d$ ) bepaalt hoe snel de melkproductie daalt na de pieklactatie (dagen<sup>-1</sup>) en is omgekeerd evenredig met de persistentie van het dier. Hoe lager  $d$ , hoe minder steil de afname van de productie is, dus hoe hoger de persistentie. De persistentie kan berekend worden als 0,693/ $d$  en werd in dit model gedefinieerd als de halfwaardetijd van de melkproductie na de piekproductie.

Naast scale ( $a$ ), ramp ( $b$ ) en persistentie werden ook enkele andere via het Milkbot<sup>®</sup>-model afgeleide variabelen opgenomen in de statistische modellen: de cumulatieve 305-dagenproductie (M305), de cumulatieve melkproductie van conceptie tot op het moment van het droogzetten (MDRACHT), de piekmelkproductie (MPIEK), de cumulatieve melkproductie van 15 dagen vóór tot 15 dagen na de conceptie (MCONC), het aantal dagen tot het bereiken van de piekmelkproductie (TPIEK) en tot het bereiken van de helft van de piekmelkproductie (THALF). De MDRACHT werd ingedeeld in vier klassen: 1.400 tot < 5.400 kg (laag), 5.400 tot < 6.500 kg (gemiddeld), 6.500 tot < 7.200 kg (hoog) en 7.200 tot < 11.600 kg (zeer hoog).

### Dataset en statistische analyse

Voor het analyseren van de volledige dataset van 1594 kalveren en hun moederdieren werd gebruik gemaakt van SAS Enterprise Guide<sup>®</sup>, versie 5.0 (SAS Institute Inc, Cary, North Carolina, USA).

Enkele exclusiecriteria werden gebruikt voor het selecteren van de data. Enkel 100% HF-kalveren werden meegenomen in het onderzoek en achteraf werden de tweelingkalveren en de kalveren geboren na een drachtduur van minder dan 265 of meer dan 295 dagen uitgesloten. Vooraleer de statistische modellen uit te werken, werden Pearsons correlatiecoëfficiënten tussen de verschillende variabelen onderling berekend. De correlaties tussen de verschillende lichaamsafmetingen worden weergegeven in Tabel 1. Als die hoger was dan 0,60 werden de desbetreffende parameters niet samen gebruikt in één model, teneinde multicollineariteit uit te sluiten. Aangezien het GG algemeen aanzien wordt als de belangrijkste parameter om de lichaamsgrootte van een pasgeboren kalf te beschrijven (Koçak et al., 2007; Swali et al., 2008), wordt in het vervolg van deze studie enkel nog gefocust op factoren die een invloed hebben op het GG. Met behulp van een t-test werden de resultaten van de primipare en de multipare dieren met elkaar vergeleken. Vervolgens werden twee lineaire gemengde modellen opgesteld, één voor kalveren van primipare en één voor kalveren van multipare moederdieren, steeds met het GG van het kalf als afhankelijke variabele. Het bedrijf werd als randomfactor opgenomen in de statistische analyse. Het model voor de vaarzen omvatte het geslacht van het kalf, het afkalfseizoen, DD, BO, SH, DL, BCS en de afkalfleeftijd als vaste invloeden. Het model voor de koeien omvatte het geslacht van het kalf, het afkalfseizoen, DD, BO, SH, DL, BCS, de pariteit, PC, LL, TKT, ramp  $b$ , persistentie, TPIEK, THALF, MDRACHT en DS. In beide modellen werd het bedrijf als randomeffect opgenomen. Het opnemen van de fokwaarden van het vaderdier voor het geboortegemak gaf geen significante verbetering van de modellen. Ze werden bijgevolg niet weerhouden voor de statistische analyses.

### RESULTATEN

De gemiddelden van de verschillende parameters van de moederdieren en de kalveren bij primipare versus multipare moederdieren worden weergegeven in Tabel 2. De kalveren geboren uit de vaarzen hadden een significant lager GG, BO, SH, DL en BCI dan de kalveren van de multipare dieren ( $P < 0,001$ ). De vaarzen hadden een DD die 1,9 dagen korter was dan de koeien ( $P < 0,001$ ). De DD was 1,3 dagen langer bij de mannelijke dan bij de vrouwelijke kalveren ( $P < 0,001$ ).

**Tabel 1. Correlaties tussen de verschillende lichaamsmaten van het kalf.**

	Schofthoogte	Borstomtrek	Diagonale lengte
Gewicht	0,62**	0,76**	0,64**
Schofthoogte		0,60**	0,55**
Borstomtrek			0,55**

\*\*  $P < 0,001$



**Tabel 2. Karakteristieken van kalf en moederdier, telkens weergegeven als gemiddelde  $\pm$  standaarddeviatie.**

Parameter	Primipare dieren (n = 540)	Multipare dieren (n = 1054)
<b>Moederdieren</b>		
Borstomtrek (cm)	201,1 $\pm$ 6,82 <sup>a</sup>	214,0 $\pm$ 9,52 <sup>b</sup>
Schofthoogte (cm)	140,0 $\pm$ 4,39 <sup>a</sup>	144,5 $\pm$ 5,45 <sup>b</sup>
Diagonale lengte (cm)	159,4 $\pm$ 6,33 <sup>a</sup>	170,3 $\pm$ 7,15 <sup>b</sup>
Afkalfleeftijd (mnd)	24,0 $\pm$ 2,18 <sup>a</sup>	51,6 $\pm$ 16,87 <sup>b</sup>
Drachtduur (d)	278,1 $\pm$ 4,36 <sup>a</sup>	280,0 $\pm$ 4,66 <sup>b</sup>
Scale * (kg)	---	45,7 $\pm$ 10,43
Ramp * (d)	---	24,4 $\pm$ 7,85
Persistentie (d)	---	375,3 $\pm$ 241,91
M305 * (kg)	---	9409,1 $\pm$ 1639,15
MDRACHT * (kg)	---	6193,1 $\pm$ 1352,79
MPIEK * (kg)	---	38,6 $\pm$ 8,32
MCONC * (kg)	---	1045,1 $\pm$ 222,65
Tussenkalftijd (d)	---	108,7 $\pm$ 55,53
Lactatielengte (d)	---	332,4 $\pm$ 51,25
Lengte droogstand (d)	---	56,2 $\pm$ 21,12
<b>Kalveren</b>		
Geboortegewicht (kg)	40,6 $\pm$ 4,90 <sup>a</sup>	45,2 $\pm$ 5,58 <sup>b</sup>
Borstomtrek (cm)	79,2 $\pm$ 3,63 <sup>a</sup>	81,9 $\pm$ 3,60 <sup>b</sup>
Schofthoogte (cm)	74,6 $\pm$ 3,70 <sup>a</sup>	76,2 $\pm$ 3,66 <sup>b</sup>
Diagonale lengte (cm)	68,6 $\pm$ 3,99 <sup>a</sup>	70,9 $\pm$ 3,92 <sup>b</sup>
Conditie-index (BCI *)	79,3 $\pm$ 7,60 <sup>a</sup>	83,5 $\pm$ 8,63 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Waarden in dezelfde rij met verschillende superscripten zijn significant verschillend.

\*M305: cumulatieve 305 dagen-productie; MDRACHT: cumulatieve melkproductie vanaf de conceptie tot op het moment van het droogzetten; MPIEK: piekmelkproductie tijdens de voorafgaande lactatie; MCONC: cumulatieve melkproductie vanaf 15d vóór tot 15d na conceptie; BCI: geboortegewicht/(schofthoogte\*diagonale lengte). Scale (a): Maat voor het algemeen productieniveau van een dier doorheen de volledige lactatie. Ramp (b): Beschrijft hoe snel de piekmelkproductie bereikt wordt; hoe hoger b, hoe steiler de stijging van de melkproductie in het begin van de lactatie is.

### Factoren met invloed op het geboortegewicht bij primipare moederdieren

Het gemiddelde geboortegewicht van de kalveren van de primipare moederdieren was 40,6  $\pm$  4 kg. Het geslacht van het kalf, het afkalfseizoen, DD, de grootte van het moederdier (BO, SH, DL) en de afkalfleeftijd hadden alle een significante invloed op het GG in dit model ( $P < 0,001$ ) (Tabel 3). De mannelijke kalveren waren 2,57 kg zwaarder dan de vrouwelijke kalveren. De kalveren geboren in de zomer en de herfst waren 2,23 kg lichter dan de kalveren geboren in de winter en de lente ( $P < 0,001$ ). De kalveren geboren na een korte (265-275 dagen) en een gemiddelde (276-285 dagen) DD hadden een lager GG (respectievelijk 5,01 en 2,18 kg) dan de kalveren geboren na een DD van 286 tot 295 dagen ( $P < 0,001$ ). Het GG was 0,52, 0,54 en 0,73 kg zwaarder bij een toename van respectievelijk de BO, SH en DL met 1 cm ( $P < 0,01$ ). Het GG was significant lager bij de vaarzen die afkalfden op de leeftijd van 25,5 tot 37,3 maanden ( $P < 0,001$ ). De kalveren van vaarzen van 22 tot <23,5 maanden hadden een hoger GG dan de kalveren van jonge (20,3 tot < 22 maanden) en oude (23,3 tot 25,5 maanden) vaarzen.

### Factoren met invloed op het geboortegewicht bij multipare moederdieren

Het gemiddelde geboortegewicht van de kalveren geboren uit de multipare moederdieren was 45,2  $\pm$  5,58 kg. Het geslacht van het kalf, het afkalfseizoen, DD, de pariteit, DS en MDRACHT waren significant geassocieerd met het geboortegewicht in dit model ( $P < 0,001$ ) (Tabel 4). De mannelijke kalveren waren 3,51 kg zwaarder dan de vrouwelijke kalveren. De kalveren geboren in de zomer en de herfst waren 1,12 kg lichter dan de kalveren geboren in de winter en de lente ( $P < 0,001$ ). De kalveren geboren na een korte (265-275 dagen) of een gemiddeld lange (276-285 dagen) DD waren respectievelijk 4,96 en 2,52 kg lichter dan de kalveren geboren na een lange (286-295 dagen) DD ( $P < 0,001$ ). De koeien in tweede en derde pariteit hadden zwaardere kalveren (+ 1,02 kg) dan de koeien in latere pariteiten ( $P < 0,001$ ). Voor eenzelfde BO was het GG van de kalveren 0,97 en 1,11 kg hoger bij respectievelijk de koeien met een lage (1.400 tot < 5.400 kg) en een hoge (6.500 tot < 7.200 kg) MDRACHT dan bij de koeien met een MDRACHT van 7.200 tot 11.600 kg. Het GG van de kalveren was 1,14 en 1,60 kg hoger bij respectievelijk de koeien

**Tabel 3. Factoren met een significante invloed op het geboortegewicht bij primipare moederdieren. De geschatte invloed wordt weergegeven als verschil ten opzichte van het referentieniveau bij de categorische variabelen of als verschil in geboortegewicht per toename van de factor met één eenheid bij de continue variabelen. De bijbehorende P-waarde wordt telkens weergegeven in de rechterkolom.**

Factor	Categorie	N	Geschatte invloed	P-waarde
Geslacht van het kalf	Stierkalf	264	2,57	< 0,001
	Vaarskalf	276	Referentie	
Afkalfseizoen	Zomer en herfst (21 juni tot 20 december)	325	- 2,23	< 0,001
	Winter en lente (21 december tot 20 juni)	215	Referentie	
Drachtduur (d)	Kort (265 - 275)	136	- 5,01	< 0,001
	Gemiddeld (276 - 285)	379	- 2,18	0,011
	Lang (286 - 295)	25	Referentie	
Borstomtrek (cm)	---	540	0,52	0,016
Schofthoogte (cm)	---	540	0,54	0,007
Diagonale lengte (cm)	---	540	0,73	< 0,001
Afkalfleeftijd (mnd)	Jong (20,3 tot < 22)	98	2,75	< 0,001
	Midden (22 tot < 23,5)	145	3,29	< 0,001
	Oud (23,5 tot < 25,5)	198	2,35	< 0,001
	Zeer oud (25,5 tot 37,3)	99	Referentie	

met een lange (55-275 dagen) en de koeien met een gemiddelde (45-54 dagen) DS dan bij de koeien met een korte (< 45 dagen) DS ( $P < 0,01$ ).

## DISCUSSIE

De afkalfleeftijd van vaarzen en de melkproductie tijdens de dracht van koeien blijken significant geassocieerd te zijn met het GG van een holsteinkalf. Zoals reeds bekend, hebben ook het geslacht van het kalf, de pariteit, het afkalfseizoen, de drachtduur, de grootte van het moederdier en de lengte van de droogstand een significante invloed op de grootte van het kalf bij de geboorte. Dit kon in deze studie nogmaals bevestigd worden, wat de validiteit van het voorliggend onderzoek verder onderbouwt.

### De drachtduur en het geslacht van het kalf

De drachtduur bleek zowel bij de primipare als bij de multipare moederdieren een factor met een belangrijke positieve invloed op het geboortegewicht van het kalf te zijn: de kalveren geboren na een DD van 286 tot 295 dagen waren respectievelijk zo'n 2,5 tot 5 kg zwaarder dan kalveren geboren na een korte of gemiddeld lange drachtduur. Dit bevestigt de positieve correlatie tussen de drachtduur en het geboortegewicht, zoals reeds eerder beschreven door Plum et al. (1965), Fisher en Williams (1978) en Hansen et al. (2004).

In beide modellen kwam ook het geslacht naar voor als een factor met een significante invloed op het GG. Dit is in overeenstemming met vroegere literatuurbevindingen (Kertz et al., 1997; Gutierrez et al., 2012; Dhakal et al., 2013): stierkalveren heb-

ben doorgaans een hoger GG dan vaarskalveren. De DD van mannelijke kalveren is 1,3 dagen langer dan van vrouwelijke kalveren, wat gedeeltelijk hun hoger GG zou kunnen verklaren. Dit wordt bevestigd door vroegere literatuurbevindingen (Olson et al., 2009; Dhakal et al., 2013). Het hogere gehalte androgenen in mannelijke dan in vrouwelijke foeti is een tweede mogelijke oorzaak voor het hogere GG van stierkalveren (Holland en Odde, 1992). Vanaf dag 45 van de dracht produceren de testes van het mannelijke kalf hoge hoeveelheden testosteron (Challis et al., 1974). Vanaf dag 80 wordt ook het verschil in foetaal gewicht tussen stier- en vaarskalveren duidelijk (Eley et al., 1978), dus waarschijnlijk hebben androgenen ook prenataal een belangrijke anabole invloed (Holland en Odde, 1992).

### Afkalfseizoen

Kalveren geboren in de zomer en de herfst hebben een lager GG dan kalveren geboren in de winter en de lente (Linden et al., 2009; Tao et al., 2012). Een eerste mogelijke verklaring voor dit seizoenseffect is de omgevingstemperatuur tijdens de dracht: kalveren geboren in de zomer en de herfst hebben het laatste trimester van de dracht doorgemaakt tijdens de lente en de zomer, dus bij een hogere omgevingstemperatuur dan kalveren die geboren worden in de winter en de lente, wat aanleiding geeft tot perifere vasodilatatie en daardoor een verminderde bloedvoorziening van de placenta (Holland en Odde, 1992; Koçak et al., 2007). De invloed van de temperatuur op het geboortegewicht is reeds vrij uitgebreid onderzocht en beschreven bij het schaap: langdurige blootstelling aan hoge omgevingstemperaturen verlaagt

**Tabel 4. Factoren met een significante invloed op het geboortegewicht bij multipare moederdieren. De geschatte invloed wordt weergegeven als verschil ten opzichte van het referentieniveau bij de categorische variabelen of als verschil in geboortegewicht per toename van de factor met één eenheid bij de continue variabelen. De bijbehorende P-waarde wordt telkens weergegeven in de rechterkolom.**

Factor	Categorie	N	Geschatte invloed	P-waarde
Geslacht van het kalf	Stierkalf	520	3,51	< 0,001
	Vaarskalf	534	Referentie	
Afkalfseizoen	Zomer en herfst (21 juni tot 20 december)	570	- 1,12	< 0,001
	Winter en lente (21 december tot 20 juni)	484	Referentie	
Drachtduur (d)	Kort (265 - 275)	173	- 4,96	< 0,001
	Gemiddeld (276 - 285)	765	- 2,52	< 0,001
	Lang (286 - 295)	116	Referentie	
Pariteit van de koe	2 en 3	762	1,02	0,005
	4 tot 9	292	Referentie	
Borstomtrek (cm)	---	1054	0,19	0,633
MDRACHT <sup>a</sup> (kg)	Laag (1.400 tot < 5.400 kg)	270	- 1,16	0,021
	Gemiddeld (5.400 tot < 6.500)	334	- 0,74	0,083
	Hoog (6.500 tot < 7.200)	222	- 0,43	0,337
	Zeer hoog (7.200 tot < 11.600)	228	Referentie	
Borstomtrek* MDRACHT <sup>a</sup>	Laag (1.400 tot < 5.400)	270	0,97	0,039
	Gemiddeld (5.400 tot < 6.500)	334	0,10	0,826
	Hoog (6.500 tot < 7.200)	222	1,11	0,034
	Zeer hoog (7.200 tot < 11.600)	228	Referentie	
Lengte droogstand (d)	Lang (55-275)	336	1,14	0,021
	Standaard (45-54)	469	1,60	< 0,001
	Kort (3-44)	249	Referentie	

<sup>a</sup> MDRACHT: Cumulatieve melkproductie tijdens de dracht, van conceptie tot het moment van het droogzetten.

het geboortegewicht (Yeates, 1958; Shelton, 1964; Shelton en Huston, 1968; Alexander, 1974; Brown et al., 1976). Ooien blootgesteld aan een lagere temperatuur hebben meer kans op zwaardere lammeren bij de geboorte (Thompson et al., 1978; Thompson et al., 1982). Bij runderen daarentegen is daar nog niet zo veel over bekend. In 1978 zetten Collier et al. (1982) een proef op met holstein-friesianrunderen. Ze vergeleken twee groepen holsteinvaarzen en -koeien (i.e. S (shadow) en NS (non-shadow)) na blootstelling aan een verschillende omgevingstemperatuur tijdens het laatste trimester van de dracht. De ene groep had toegang tot schaduw tijdens het laatste derde van de dracht (n=16) (S-groep), de andere groep kon geen verkoeling opzoeken in de schaduw (n=15) (NS-groep). Na de partus werden beide groepen in identieke omstandigheden gehouden. Net zoals bij ooien, was ook bij deze holsteinkalveren het geboortegewicht lager in de NS-groep, dus bij een hogere omgevingstemperatuur (36,6 kg versus 39,7 kg in de S-groep) (P < 0,05). Verder vonden ze ook lagere oestrone-sulfaat (E<sub>1</sub>S)-concentraties bij de NS-groep (P < 0,01), terwijl de concentraties van oes-

tradiol en oestron niet significant verschillend waren tussen de twee groepen. De verklaring voor de daling van het geboortegewicht en de E<sub>1</sub>S-concentraties onder invloed van hogere omgevingstemperaturen ligt waarschijnlijk bij een verlaagde bloedvoorziening van de placenta bij hoge temperatuur (Roman-Ponce et al., 1978). De verminderde doorbloeding van de uterus heeft een negatieve invloed op de werking van de placenta. Minder voedings- en afvalstoffen worden aan- en afgevoerd naar en van de drachtige uterus, waardoor ook de groei en ontwikkeling van de foetus minder goed verlopen, met een lager geboortegewicht tot gevolg. In recente studies (Herzog en Bollwein, 2007; Herzog et al., 2011) werd een positieve correlatie gevonden tussen de sterkte van de uteriene bloedvloed (ultrasonografisch met kleurendoppler bepaald) en het geboortegewicht van het kalf.

De bevinding van Norman et al. (2009) dat de drachtduur bij geboorte in de zomermaanden korter is dan bij geboorte in de winter, biedt een tweede mogelijk mechanisme voor de invloed van de geboortemaand op het geboortegewicht. Daarnaast zijn er ook seizoensafhankelijke schommelingen in

drogestofopname naargelang de omgevingstemperatuur (Umphrey et al., 2001), die kunnen bijdragen tot een lager geboortegewicht van kalveren geboren in de zomer of de herfst.

### **De invloed van primipariteit, lichaamsgrootte en afkalfleeftijd bij vaarzen**

Kalveren geboren uit primipare moederdieren hebben een significant lager GG en een DD die 1,9 dagen korter is dan kalveren geboren uit multipare moederdieren (Johanson en Berger, 2003; Dhakal et al., 2013). De foetale groei bedraagt gemiddeld 0,5 kg per dag tijdens de laatste week van de dracht, dus het verschil van 1,9 dagen in drachtduur tussen primipare en multipare dieren kan zorgen voor een GG dat 1 kg lager is (Norman et al., 2009; Dhakal et al., 2013). Een andere mogelijke oorzaak van dit verschil in GG bij vaarzen en koeien is dat vaarzen nog groeien tijdens de dracht, wat aanleiding geeft tot de ontwikkeling van kleinere placentae en een competitie voor nutriënten tussen de eigen groei en de groei van hun kalf (Swali en Wathes, 2006a; Symonds et al., 2010).

Uit de voorliggende studie blijkt dat primipare moederdieren met een grotere BO, SH en DL op het moment van het afkalven meer kans hebben op een kalf met een hoger GG, wat bevestigd wordt door Swali en Wathes (2006b) en Linden et al. (2009). De vaarzen die in de voorliggende studie op jonge leeftijd (20,3 tot < 22 maanden) afkalfden, hadden ook meer risico op een lichter kalf bij de geboorte, mogelijk ten gevolge van de grotere competitie voor nutriënten tussen het moederdier en de foetus. De negatieve associatie van hoge leeftijd (23,5 tot 37,3 maanden) bij de eerste partus met het geboortegewicht kan mogelijk verklaard worden door een suboptimale ontwikkeling van het somatotrope systeem bij het moederdier. Wathes et al. (2008) en Brickell et al. (2009) vonden een zeer lage IGF-1-concentratie tijdens de dracht bij vaarzen met een late conceptie. Het somatotrope systeem, meer bepaald IGF, heeft enerzijds een anabole invloed op de groei van de pink vóór de dracht (Taylor et al., 2004) en is anderzijds een belangrijke modulator in de verdeling van nutriënten naar de foetus, wat een mogelijk causaal verband van de lage IGF-1-concentratie in het lagere geboortegewicht van kalveren van oudere vaarzen doet vermoeden (Wathes et al., 2008; Brickell et al., 2009; Gutierrez et al., 2012). Bovendien hebben zowel jonge als oude vaarzen een kortere drachtduur, wat mede het lagere geboortegewicht van hun kalveren kan verklaren (Simmerl et al., 1991).

### **Melkproductie tijdens de dracht en lengte van de droogstand**

De sterk doorgedreven genetische selectie bij holstein-friesianmelkvee heeft geresulteerd in grotere koeien met een hoog melkproductiepotentieel. Deze hoogproductieve koeien vertonen ook een sterkere

stijging van somatotropine tijdens de lactatie dan minder hoogproductieve dieren, wat een fysiologische rol van somatotropine in de verdeling van de nutriënten naar de uier doet vermoeden (Weber et al., 2007). De hypothese dat deze hoge melkproductie tijdens de dracht een negatieve invloed zou hebben op de intra-uteriene groei van het kalf, werd in deze studie bevestigd: zowel MDRACHT als de scale a, M305, MPIEK en MCONC (die alle > 60% gecorrigeerd zijn met MDRACHT), waren in deze studie alle negatief gecorrigeerd met het geboortegewicht, wat de bevindingen van Yamazaki et al. (2011) bevestigt. Bij een zelfde borstomtrek was het geboortegewicht bij de kalveren van de koeien met een productie hoger dan 7.200 kg, respectievelijk 0,97 en 1,11 kg lager dan bij kalveren van laag- (1.400 tot 5.400 kg) en hoogproductieve (6.500 tot 7.200 kg) koeien.

Het verband tussen de melkproductie en het geboortegewicht werd niet bevestigd in de studie van Swali en Wathes (2006b), maar hun bevindingen waren gebaseerd op een studie van slechts 65 kalveren en hun moederdieren en bovendien werd de '305-dagen-productie' in hun model opgenomen in plaats van de MDRACHT.

Bij verschillende species, inclusief de mens, is een negatief effect op de foetale groei vastgesteld bij onvoldoende nutriëntenvoorziening tijdens de dracht (Symonds et al., 2010; Sharma et al., 2012). Waar dit nutriëntentekort bij de zwangere vrouw meestal geassocieerd is met het doormaken van een hongersnood (Stein et al., 2004) of andere ongunstige omgevingsomstandigheden, wordt dit bij hoogproductief melkvee vooral veroorzaakt door de extreem hoge energiebehoefte voor de melkproductie. Op bedrijven met een goed management (huisvesting, voeding, fokkerij) zijn producties van 10.000 kg melk in 305 dagen geen uitzondering meer. Dit kan enkel bereikt worden door de uier absolute prioriteit te geven voor de toevoer van nutriënten, zoals glucose en aminozuren. Tijdens het hoogtepunt van de lactatie worden respectievelijk 97% en 83% van de beschikbare energie en eiwitten gebruikt voor melkproductie (Drackley, 1999). Gedurende de eerste lactatieweken kan de koe zelfs niet voldoende droge stof opnemen om aan de behoefte voor de melkproductie te voldoen en gaat ze dus haar eigen lichaamsreserves (vet- en spierweefsel) mobiliseren. In die periode verkeert het dier in een negatieve energiebalans (NEB), die bij sommige dieren kan uitlopen tot honderd dagen post partum (Coffey et al., 2002; Gross et al., 2011). Daarna wordt de energiebalans meestal weer positief, maar de beschikbare nutriënten worden nog steeds hoofdzakelijk gebruikt ten behoeve van de melkproductie. De concentratie glucose, insuline en IGF-1 bij het moederdier blijkt negatief gecorrigeerd met het melkproductieniveau (Taylor et al., 2004; Ingvarsten en Friggens, 2005), net zoals de conditiescore van de koeien (Yamazaki et al., 2011). Deze adaptaties van het moederdier aan de hoge melkproductie hebben op hun beurt een impact op de beschikbaarheid van glucose, insuline en IGF-1



voor de groei van het embryo en de placenta (Green et al., 2012). Hoewel de nutriëntenbehoeften van het embryo in het begin van de dracht nog relatief laag zijn, heeft de beperkte nutriëntenbeschikbaarheid tijdens deze vroege fase van de ontwikkeling toch al een epigenetische invloed op de organogenese en de daaropvolgende foetale ontwikkeling (Wu et al., 2006; Van Soom et al., 2013). Ingvarstsen en Friggens (2005) toonden echter aan dat deze lage glucose-, insuline- en IGF-1-concentraties ook nog tijdens latere stadia van de dracht kunnen voorkomen, ook al is de energiebalans bij het moederdier op dat moment weer positief. Op dat moment heeft de foetus volop energie en eiwit nodig voor zijn groei, wat de sterk negatieve invloed van een laag glucosegehalte bij het moederdier gedurende de dracht op het geboortegewicht van het kalf kan verklaren (Zhang et al., 2002). Door deze directe relatie tussen het maternale bloedglucosegehalte en de foetale glucoseopname zou de selectie naar hoge melkproductie bij melkvee kunnen leiden tot een verminderde glucosebeschikbaarheid voor de embryonale en foetale groei, met een lager geboortegewicht en mogelijk nefaste gevolgen voor de latere gezondheid en productie van dit kalf (Banos et al., 2007; Berry et al., 2008; Gonzalez-Recio et al., 2012).

In de voorliggende studie was het geboortegewicht van de kalveren geboren uit de koeien met een lange droogstand hoger dan van de kalveren geboren uit de koeien die een korte droogstand hadden doorgemaakt. Ook Atashi et al. (2013) merkten op dat het gemiddelde geboortegewicht van kalveren hoger is na een lange droogstand dan na een standaard of korte droogstand, wat aanleiding geeft tot een hogere frequentie van dystokie. Immers, hoe langer de droogstand, hoe meer nutriënten er tijdens de laatste maanden van de dracht beschikbaar zijn voor de groei van het kalf, die maximaal is tijdens het laatste trimester van de dracht. Bovendien is de droogstand gemiddeld gezien ook langer bij minder hoogproductieve koeien omdat de dagelijkse melkproductie sneller afneemt nog vóór de normale datum van het droogzetten en de koeien daarom sneller drooggezet worden. In deze studie was de correlatie tussen DS enerzijds en MDRACHT of persistentie anderzijds (alle als continue variabele) respectievelijk - 0,54 en - 0,15 ( $P < 0,001$ ). Dit kan mede een verklaring bieden voor het hogere geboortegewicht van de kalveren geboren uit de koeien met een lagere melkproductie tijdens de dracht.

## CONCLUSIE

Deze studie werd opgezet om de associatie van maternale en omgevingsinvloeden op het geboortegewicht van holsteinkalveren te onderzoeken. Bij vaarzen bleek een vroege of late eerste partus en bij koeien een zeer hoge melkproductie tijdens de dracht een negatieve invloed te hebben op het geboortegewicht. Dit kan een basis vormen voor verder onderzoek naar de invloed van nutritionele en andere maatregelen

tijdens de dracht op de productie en gezondheid van de nakomelingen op lange termijn.

## REFERENTIES

- 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, 3632-3638.
- Banos G., Brotherstone S., Coffey M.P. (2007). Prenatal maternal effects on body condition score, female fertility, and milk yield of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90, 3490-3499.
- Berry D.P., Lonergan P., Butler S.T., Cromie A.R., Fair T., Mossa F., Evans A.C.O. (2008). Negative influence of high maternal milk production before and after conception on offspring survival and milk production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 91, 329-337.
- Brickell J.S., Bourne N., McGowan M.M., Wathes D.C. (2009). Effect of growth and development during the rearing period on the subsequent fertility of nulliparous Holstein-Friesian heifers. *Theriogenology* 72, 408-416.
- Challis J.R.G., Kim C.K., Naftolin F., Judd H.L., Yen S.S.C., Benirschke K. (1974). The concentrations of androgens, oestrogens, progesterone and luteinizing hormone in the serum of foetal calves throughout the course of gestation. *Journal of Endocrinology* 60, 107-115.
- Coffey M.P., Simm G., Brotherstone S. (2002). Energy balance profiles for the first three lactations of dairy cows estimated using random regression. *Journal of Dairy Science* 85, 2669-2678.
- Dhawal K., Maltecca C., Cassady J.P., Baloch G., Williams C.M., Washburn S.P. (2013). Calf birth weight, gestation length, calving ease, and neonatal calf mortality in Holstein, Jersey, and crossbred cows in a pasture system. *Journal of Dairy Science* 96, 690-698.
- Drackley J.K. (1999). Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? *Journal of Dairy Science* 82, 2259-2273.
- Edmondson A.J., Lean I.J., Weaver L.D., Farver T., Webster G. (1989). A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* 72, 68-78.
- Ehrlich J.L. (2011). Quantifying shape of lactation curves, and Benchmark curves for common dairy breeds and parities. *The Bovine Practitioner* 45 (1), 88-96.
- Eley R.M., Thatcher W.W., Bazer F.W., Wilcox C.J., Becker R.B., Head H.H., Adkinson R.W. (1978). Development of the conceptus in the bovine. *Journal of Dairy Science* 61, 467-473.
- Fisher L.J., Williams C.J. (1978). Effect of environmental factors and fetal and maternal genotype on gestation length and birth weight of Holstein calves. *Journal of Dairy Science* 61, 1462-1467.
- Green J.C., Meyer J.P., Williams A.M., Newsom E.M., Keisler D.H., Lucy M.C. (2012). Pregnancy development from day 28 to 42 of gestation in postpartum Holstein cows that were either milked (lactating) or not milked (not lactating) after calving. *Reproduction* 143, 699-711.
- Gross J., Van Dorland H.A., Bruckmaier R.M., Schwarz F.J. (2011). Performance and metabolic profile of dairy cows during a lactational and deliberately induced negative energy balance with subsequent realimentation. *Journal of Dairy Science* 94, 1820-1830.

- González-Recio O., Ugarte E., Bach A. (2012). Trans-generational effect of maternal lactation during pregnancy: a Holstein cow model. *PLoS ONE* 7(12), e51816, p.1-7.
- Gutierrez V., Espasandin A.C., Astessiano A.L., Casal A., Lopez-Mazz C., Carriquiry M. (2012). Calf foetal and early life nutrition on grazing conditions: metabolic and endocrine profiles and body composition during the growing phase. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 97, 720-731.
- Hansen M., Lund M.S., Pedersen J., Christensen L.G. (2004). Gestation length in danish Holsteins has weak genetic associations with stillbirth, calving difficulty, and calf size. *Livestock Production Science* 91, 23-33.
- Heinrichs A.J., Heinrichs B.S., Harel O., Rogers G.W., Place N.T. (2005). A prospective study of calf factors affecting age, body size and body condition score at first calving of Holstein dairy heifers. *Journal of Dairy Science* 88, 2828-2835.
- Herzog K., Koerte J., Flachowsky G., Bollwein H. (2011). Variability of uterine blood flow in lactating cows during the second half of gestation. *Theriogenology* 75, 1688-1694.
- Herzog K., Bollwein H. (2007). Application of Doppler ultrasonography in cattle reproduction. *Reproduction in Domestic Animals* 42, 51-58.
- Holland M.D., Odde K.G. (1992). Factors affecting calf birth weight: a review. *Theriogenology* 38, 769-798.
- Ingvarsen K.L., Friggens N.C. (2005). To what extent do variabilities in hormones, metabolites and energy intake explain variability in milk yield? *Domestic Animal Endocrinology* 29, 294-304.
- Johanson J.M., Berger P.J. (2003). Birth weight as a predictor of calving ease and perinatal mortality in Holstein cattle. *Journal of Dairy Science* 86, 3745-3755.
- Kertz A.F., Reutzel L.F., Barton B.A., Ely R.L. (1997). Body weight, body condition score and wither height of prepartum Holstein cows and birth weight and sex of calves by parity: A database and summary. *Journal of Dairy Science* 80, 525-529.
- Koçak S., Tekerli M., Özbeyaz C., Yüzeer B. (2007). Environmental and genetic effects on birth weight and survival rate in holstein calves. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 31 (4), 241-246.
- Linden T.C., Bicalho R.C., Nydam D.V. (2009). Calf birth weight and its association with calf and cow survivability, disease incidence, reproductive performance, and milk production. *Journal of Dairy Science* 92, 2580-2588.
- Lundborg G.K., Oltenacu P.A., Maizon D.O., Svensson E.C., Liberg P.G.A. (2003). Dam-related effects on heart girth at birth, morbidity and growth rate from birth to 90 days of age in Swedish dairy calves. *Preventive Veterinary Medicine* 60, 175-190.
- McCorquodale C.E., Sewalem A., Miglior F., Kelton D., Robinson A., Koeck A., Leslie K.E. (2013). Short communication: analysis of health and survival in a population of Ontario Holstein heifer calves. *Journal of Dairy Science* 96, 1880-1885.
- Norman H.D., Wright J.R., Kuhn M.T., Hubbard S.M., Cole J.B., Van Raden P.M. (2009). Genetic and environmental factors that affect gestation length in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 92, 2259-2269.
- Olson K.M., Cassell B.G., McAllister A.J., Washburn S.P. (2009). Dystocia, stillbirth, gestation length, and birth weight in Holstein, Jersey, and reciprocal crosses from a planned experiment. *Journal of Dairy Science* 92, 6167-6175.
- Plum M., Andersen H., Swiger L.A. (1965). Heritability estimates of gestation length and birth weight in Holstein-Friesian cattle and their use in selection indexes. *Journal of Dairy Science* 48 (12), 1672-1675.
- Sengul O., Sivaslioglu A.A., Kokanali M.K., Ustuner I., Avsar A.F. (2013). The outcomes of the pregnancies of lactating women. *Turkish Journal of Medical Sciences* 43, 251-254.
- Sharma R.K., Blair H.T., Jenkinson C.M.C., Kenyon P.R., Cockrem J.F., Parkinson T.J. (2012). Uterine environment as a regulator of birth weight and body dimensions of newborn lambs. *Journal of Animal Science* 90, 1338-U1342.
- Simerl N.A., Wilcox C.J., Thatcher W.W., Martin F.G. (1991). Prepartum and peripartum reproductive performance of dairy heifers freshening at young ages. *Journal of Dairy Science* 74, 1724-1729.
- Stein A.D., Zybert P.A., van de Bor M., Lumey L.H. (2004). Intrauterine famine exposure and body proportions at birth: the Dutch Hunger Winter. *International Journal of Epidemiology* 33, 831-836.
- Swali A., Wathes D.C. (2006a). Influence of primiparity on size at birth, growth, the somatotrophic axis and fertility in dairy heifers. *Animal Reproduction Science* 102, 122-136.
- Swali A., Wathes D.C. (2006b). Influence of the dam and sire on size at birth and subsequent growth, milk production and fertility in dairy heifers. *Theriogenology* 66, 1173-1184.
- Swali A., Cheng Z., Bourne N., Wathes D.C. (2008). Metabolic traits affecting growth rates of pre-pubertal calves and their relationship with subsequent survival. *Domestic Animal Endocrinology* 35, 300-313.
- Symonds M.E., Seibert S.P., Budge H. (2010). Nutritional regulation of fetal growth and implications for productive life in ruminants. *Animal* 4, 1075-1083.
- Taylor V.J., Cheng Z., Pushpakumara P.G.A., Beever D.E., Wathes D.C. (2004). Fertility and yield in lactating dairy cows: relationship to plasma IGF-I in the peripartum period. *Veterinary Record* 155, 583-588.
- Van Soom A., Vandaele L., Goossens K., Heras S., Wydooghe E., Rahman M.B., Kamal M.M., Van Eetvelde M., Opsomer G., Peelman L. (2013). Epigenetics and the periconception environment in ruminants. *Proceedings of the Belgian Royal Academies of Medicine* 2, 1-23.
- Vuguin P.M. (2007). Animal models for small for gestational age and fetal programming of adult disease. *Hormone Research* 68, 113-123.
- Tao S., Monteiro A.P., Thompson I.M., Hayen M.J., Dahl G.E. (2012). Effect of late-gestation maternal heat stress on growth and immune function of dairy calves. *Journal of Dairy Science* 95, 7128-7136.
- Umphrey J.E., Moss B.R., Wilcox C.J., Van Horn H.H. (2001). Interrelationships in lactating Holsteins of rectal and skin temperatures, milk yield and composition, dry matter intake, body weight, and feed efficiency in summer in Alabama. *Journal of Dairy Science* 84, 2680-2685.
- Wathes D.C., Brickell J.S., Bourne N.E., Swali A., Cheng Z. (2008). Factors influencing heifer survival and fertility on commercial dairy farms. *Animal* 2, 1135-1143.
- Weber W.J., Wallace C.R., Hansen L.B., Chester-Jones H., Crooker B.A. (2007). Effects of genetic selection for milk yield on somatotropin, insulin-like growth factor-

- I, and placental lactogen in Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 90, 3314-3325.
- Wu G., Bazer F.W., Wallace J.M., Spencer T.E. (2006). Intrauterine growth retardation: implications for the animal sciences. *Journal of Animal Science* 84, 2316-2337.
- Yamazaki T., Takeda H., Nishiura A., Sasai Y., Sugawara N., Togashi K. (2011). Phenotypic relationship between lactation persistency and change in body condition score in first-lactation Holstein cows. *Journal of Animal Science* 24(5), 610-615.
- Zhang W.C., Nakao T., Kida K., Moriyoshi M., Nakada K. (2002). Effect of nutrition during pregnancy on calf birth weights and viability and fetal membrane expulsion in dairy cattle. *Journal of Reproduction and Development* 48, 415-422.

## Uit het verleden

## EXERCITIO IN CATABOLICIS

Zelden hebben dichters poëzie geweven  
 rond het katabolische deelaspect van het leven.  
 Zo toon ik hier met schroom de fecaliën van mijn hond.  
 Een dokter sneed een gistend diverticulum uit zijn kont.

Nu moet ik dagelijks zijn stoelgang controleren,  
 leerde derhalve goed zijn doen te analyseren.  
 Draait hij rond alsof hij in zijn mand zijn gemak niet vindt,  
 weet ik meteen dat de drang tot ontlasting dringt.

Maar wijl hij perst, kaken op elkaar zich klemmen,  
 slaagt het drukwerk er niet in zijn snuffelen af te remmen.  
 De achterpoten gespreid schuift hij, de anus laag  
 door het gras tot eindelijk verschijnt de eerste vlaag.

Een worst, lang en slap, saucijsjes kort afgebeten,  
 een klonter, maar appelspijs mag je vergeten.  
 Even verder herneemt het beest met ernst het proces,  
 soms verder nog een derde keer, maar dan is het welles.

In deze samenleving kan geen mens bogen  
 op uitwerpselen die gespreid zo goed ogen.  
 Ook schart mijn hond milieubewust zijn laatste kaka toe,  
 wat ik wellicht ook beter met dit, mijn opus doe.

Achilles Gautier

De auteur van dit beklemmend dichtwerk werd in 1937 geboren in Wondelgem bij Gent. Opgeleid als geoloog werd hij in het onderzoek vooral actief als archeozoöloog. Prof. UGent. Zijn semi-vulgariserend boek *La domestication: et l'homme créa ses animaux* (1990) werd vertaald als *De gouden kooi. Over het ontstaan van het huisdier* (1998). Daarnaast auteur van toneelwerk, verhalen, poëzie, luister- en poppenkastspelen, vertaler van poëzie uit het Engels en het Italiaans, en ook tekenaar en schilder.