

EEN PRELIMINAIR ONDERZOEK NAAR HET VERBAND TUSSEN DE LEEFTIJD BIJ EERSTE KALVING EN DE LANGLEEFBAARHEID BIJ MODERNE MELKKOEIEN

Aantal woorden: 9 703

Birgen Agten

Studentennummer: 01707851

Promotor: Prof. dr. Geert Opsomer

Promotor: Dr. Mieke Van Eetvelde

Onderdeel van de Masterproef voorgelegd voor het behalen van de graad master in de diergeneeskunde

Academiejaar: 2022 – 2023

Universiteit Gent, haar werknemers of studenten bieden geen enkele garantie met betrekking tot de juistheid of volledigheid van de gegevens vervat in deze masterproef, noch dat de inhoud van deze masterproef geen inbreuk uitmaakt op of aanleiding kan geven tot inbreuken op de rechten van derden.

Universiteit Gent, haar werknemers of studenten aanvaarden geen aansprakelijkheid of verantwoordelijkheid voor enig gebruik dat door iemand anders wordt gemaakt van de inhoud van de masterproef, noch voor enig vertrouwen dat wordt gesteld in een advies of informatie vervat in de masterproef.

Voorwoord

Bij deze zou ik graag een aantal personen willen bedanken om me te begeleiden en ondersteunen gedurende het samenstellen van mijn masterproef.

Ten eerste wil ik mijn promotoren bedanken voor het helpen met de statistische analyses en het steeds grondig nalezen van de tussentijdse versies van deze masterproef. Ook wil ik graag mijn ouders, zus en vrienden bedanken om me de nodige ondersteuning en ontspanning te bezorgen.

Inhoud

1	Samenvatting	5
2	Inleiding	6
3	Literatuurstudie	8
3.1	Het leven van een moderne melkkoe	8
3.2	Leeftijd bij eerste kalving	9
3.2.1	Opfok van jongvee	10
3.2.2	Invloed van pre- en postnatale factoren	12
3.3	Langleefbaarheid bij melkvee	13
3.3.1	Oorzaken van het afvoeren van melkkoeien	15
4	Onderzoek	16
4.1	Materiaal en methoden	16
4.1.1	Dataverzameling en berekende data	16
4.1.2	Statistiek	17
4.2	Resultaten	17
4.2.1	Descriptieve analyse	17
4.2.2	Lineaire regressiemodellen	18
4.3	Discussie	20
4.3.1	Levensduur	20
4.3.2	Dagelijkse melk- en levensproductie	20
4.3.3	Ideale leeftijd bij eerste afkalving	20
5	Algemene conclusie	22
6	Literatuurlijst	23

1 Samenvatting

In de maatschappij van vandaag is de term duurzaamheid een algemeen bekend begrip geworden. Ook in de moderne melkveehouderij wordt er steeds meer aandacht gevestigd op een duurzamere productie door een hogere langleeftbaarheid na te streven. Wanneer het voor de veehouder mogelijk is om een melkkoe langer aan te houden, zal deze melkkoe een langer productief leven kennen en bovendien een totale levensproductie kunnen bereiken waartoe ze genetisch in staat zou moeten zijn. Het behalen van deze verwachte levensproductie is een weinig voorkomend gegeven voor een melkkoe in Vlaanderen, daar ze meestal afgevoerd wordt alvorens ze deze kan bereiken. Economisch gezien is het streven naar een hogere langleeftbaarheid voordelig voor de melkveehouder aangezien er meer koeien in top lactatie aanwezig zijn op het bedrijf (inkomsten voor het bedrijf) en er minder vaarzen opgefokt moeten worden om de koeien te vervangen (kosten voor het bedrijf). Wanneer men kijkt vanuit het oog van de consumenten en vanuit een dierenwelzijnsstandpunt, is een langere levensduur van een melkkoe een absolute meerwaarde.

Een andere doelstelling voor melkveehouders is een kortere opfokperiode van hun vaarzen, aangezien dit de kostelijkste periode is uit het leven van een melkkoe. Met andere woorden wordt er gestreefd naar een steeds jongere leeftijd bij eerste kalving. Het is algemeen aanvaard dat de ideale leeftijd bij eerste afkalving 24 maanden bedraagt. Toch probeert men deze leeftijd nog verder te reduceren, met mogelijks nadelige effecten op het verdere leven van de melkkoe tot gevolg.

De vraag is of het streven naar zowel langleeftbaarheid als een reductie van leeftijd bij eerste afkalving hand in hand gaan.

Het doel van dit beperkt onderzoek was om na te gaan welk verband er bestaat tussen de leeftijd bij eerste afkalving en de langleeftbaarheid van de moderne Vlaamse melkkoe. De veronderstelling was dat een reductie in leeftijd bij eerste afkalving de langleeftbaarheid van een melkkoe negatief beïnvloedt, met andere woorden, hoe jonger een vaars is op het moment dat ze voor het eerst kalft, hoe minder lang ze aanwezig zal blijven op het bedrijf. In totaal zijn er 614 koeien afkomstig van 7 melkveebedrijven opgenomen in het onderzoek. Deze bedrijven staan onder bedrijfsbegeleiding bij de faculteit Diergeneeskunde van de Universiteit Gent. De data werden vergaard via de CRV-gegevens van de 7 melkveehouders. De relatie tussen de leeftijd bij eerste afkalving en de langleeftbaarheid van deze koeien werd onderzocht op basis van lineaire regressiemodellen.

De gemiddelde leeftijd waarmee een vaars afkalft was 25 maanden, alhoewel de gemiddelde leeftijd waarop een koe afgevoerd werd 62 (5 jaar en 2 maanden) maanden bedroeg. Met andere woorden blijft de gemiddelde melkkoe slechts 3 jaar na haar eerste afkalving op een bedrijf aanwezig alvorens ze afgevoerd wordt. Wanneer een vaars afkalft op een leeftijd ouder dan 26 maanden, heeft ze een significant hogere totale levensduur, melkproductie per lactatiedag en melkproductie per productieve levensdag ten opzichte van vaarzen die afkalven op een leeftijd onder de 23 maanden of tussen de 24 en 26 maanden. Er kan geen significant verschil aangetoond worden tussen een afkalfleeftijd tussen 23 en 24 maanden en een afkalfleeftijd ouder dan 26 maanden voor deze parameters van langleeftbaarheid.

Op basis van de resultaten van dit beperkt onderzoek kan men concluderen dat om langleeftbaarheid (duurzaamheid) bij melkkoeien te realiseren, men een afkalfleeftijd van ouder dan 26 maanden na moet streven. Daar dit gepaard zou gaan met hogere opfokkosten en er geen significant verschil aangetoond kan worden met een afkalfleeftijd tussen de 23 tot 24 maanden, kan men ervan uitgaan dat een afkalfleeftijd tussen de 23 en 24 maanden het interessant is voor de veehouder. Aangezien de dataset eerder beperkt was, is er echter meer onderzoek nodig om deze resultaten te bevestigen.

2 Inleiding

De leeftijd bij eerste kalving is een cruciale factor in de moderne melkveehouderij. Hoe jonger een vaars is bij haar eerste kalving, hoe vroeger het einde van haar opfokperiode en hoe vroeger de opstart van haar melkproductieperiode. De opfokperiode gaat gepaard met grote kosten voor de veehouder. Aangezien de vaars nog geen melk produceert tijdens deze periode, brengt ze de veehouder niks op. Verschillende studies hebben aangetoond dat economisch gezien de optimale leeftijd bij eerste kalving maximum 24 maanden bedraagt. Aangezien de dracht van een koe 9 maanden duurt, moet het jongvee geïnsemineerd én drachtig zijn op een leeftijd van 15 maanden. Om een hoge melkproductie te garanderen, moeten de vaarsen op het moment van inseminatie 350-375 kg wegen (Van Eetvelde en Opsomer, 2020).

Om de optimale afkalfleeftijd te behalen, is de opfok van het jongvee van groot belang op een melkveebedrijf. Het is immers niet de leeftijd, wel het gewicht van het dier dat de aanvang van de puberteit bepaalt. Het gemiddelde gewicht waarbij de opstart van de puberteit plaatsvindt bij Holstein Friesian vaarsen ligt tussen de 250 en 280 kg. Wanneer ze dit gewicht bereiken zijn de vaarsen ongeveer 9 tot 11 maanden oud (Sejrsen en Purup, 1997). Er bestaat een omgekeerd evenredig verband tussen de groeisnelheid van het jongvee en de leeftijd bij aanvang van de puberteit. Om de afkalfleeftijd te reduceren, is het dus voornamelijk dat het rantsoen en management tijdens de opfok een hoge groeisnelheid bij de vaarsen bewerkstelligen (Sejrsen en Purup, 1997).

Vandaag de dag worden veehouders aangespoord om een snelle opfok oftewel “accelerated growth” na te streven. De basis hiervoor wordt al gelegd bij de kalveren aan de hand van een toegenomen hoeveelheid melk tijdens het vroege leven, ook wel “enhanced liquid feeding” genoemd (Van Eetvelde en Opsomer, 2017). Zoals eerder besproken resulteert een hogere groeisnelheid in een vroegere opstart van de puberteit. Daarenboven zorgt het voor een jongere leeftijd bij eerste kalving, het verkorten van de niet-productieve periode van de vaars en zo een reductie van de opfokkosten (Ettema en Santos, 2004). Het vervroegd afkalven (voor de leeftijd van 24 maanden) is een indicator voor een versnelde jeugdgroei. Echter, het hedendaagse managementsysteem in de melkveehouderij zou nadelige gevolgen kunnen hebben op langere termijn, aangezien het een mismatch tussen pre- en postnatale omgeving kan veroorzaken (Van Eetvelde en Opsomer, 2017).

Melkkoeien zijn uitzonderlijk in die zin dat zij steeds hun dracht combineren met hoge melkgif, wat beide fysiologische processen zijn die veel energie en nutriënten van het dier vragen.

In de melkveehouderij selecteert men naar een hoog aantal kg melk per koe per dag in combinatie met een lange lactatie (en dus een korte droogstand). Bij het drachtige moederdier resulteert dit in een hoge en lange nutriëntentoevoer richting de uier en mogelijk lagere toevoer richting de baarmoeder. Dit kan intra-uterien (pre-nataal) een suboptimale omgeving voor de ontwikkeling van de foetus (het toekomstige kalf) creëren. Het mogelijk gevolg hiervan is een vertraging van de ontwikkeling van de foetus, ook wel “intra-uterine growth retardation” (IUGR) genoemd. Bovendien heeft de duur van de negatieve energiebalans bij de hoogproductieve melkkoe vermoedelijk een effect op de intra-uteriene groei van de foetus. Mogelijke gevolgen hiervan zijn een lager geboortegewicht en een gewijzigd glucose-insuline metabolisme van de nakomeling (Kamal et al., 2015). De gevolgen op het metabolisme in het latere leven van de kalveren zijn nog weinig gekend. Een laag geboortegewicht wordt niet enkel veroorzaakt door een hoge melkproductie, de leeftijd van het moederdier speelt ook een rol. De nakomelingen van vaarsen die zeer vroeg afkalven (voor de leeftijd van 22 maanden), hebben eveneens vaker een lager geboortegewicht. Aangezien deze vaarsen tijdens de dracht zelf nog in groei zijn, is er competitie voor de nutriëntentoevoer tussen de groei en ontwikkeling van de foetus in de baarmoeder en de groei van het moederdier zelf (Van Eetvelde en Opsomer, 2017).

Zoals eerder aangehaald legt de melkveehouder postnataal de nadruk op de “accelerated growth” van de kalveren. Aangezien de kalveren prenataal een IUGR ondervinden, resulteert een hoog postnataal voederniveau in een compensatoire groei, in de humane geneeskunde ook wel “catch-up growth” genoemd. Op kortere termijn heeft de “accelerated growth” als voordeel dat dit kan zorgen voor een verhoogde melkproductie tijdens de eerste lactatie van de vaars. In de ogen van de veehouder is dit een belangrijk pluspunt van de versnelde opfok (Van Eetvelde en Opsomer, 2017). Humane studies demonstreren echter dat deze catch-up growth een negatieve invloed kan hebben op langere termijn.

Ook bij melkvee zou er dus een nadelige impact kunnen zijn op de vruchtbaarheid, het metabolisme en de levensduur.

Naast jongvee opfok is een tweede belangrijk aandachtspunt voor de melkveehouderij van vandaag duurzaamheid. In Vlaanderen is de gemiddelde levensduur van een melkkoe 1911 dagen¹, wat overeenkomt met een leeftijd van iets meer dan 5 jaar. Dit komt overeen met twee tot drie lactaties. Nochtans wordt de topproductie pas bereikt vanaf de derde lactatie (Anthonissen et al., 2016). Vanuit een economisch standpunt kan de veehouder er dus baat bij hebben om zijn melkkoeien langer aan te houden. Als gevolg hiervan wordt steeds meer waarde gehecht aan de langleeftbaarheid. Langleeftbaarheid kan gedefinieerd worden als de tijd waarin een koe zich kan handhaven in een kudde, kortweg de periode tussen de geboorte en het afvoeren (door natuurlijke sterfte of opruiming) van een melkkoe (De Vries, 2013). Aangezien de erfelijkheidsgraad van langleeftbaarheid laag is, wordt het in grote mate bepaald door het afvoerbeleid van de veehouder. Men spreekt van vrijwillige afvoer als de melkkoe opgeruimd wordt omwille van een lage melkproductie. Een onvrijwillige afvoer betekent dat de opruiming van de melkkoe een andere onderliggende reden heeft, zoals problemen met vruchtbaarheid, uiergezondheid en klauw-of pootproblemen (Dallago et al., 2021). Zoals eerder vermeld wordt de totale levensduur van een melkkoe opgedeeld in de opfokperiode en de productieperiode. Een verhoogde langleeftbaarheid resulteert in een langer productief leven en een lager vervangingspercentage. Dit is doorslaggevend voor het inkomen van de veehouder, vermits de opfokkosten van vaarzen pas terug verdiend worden als ze de tweede lactatie bereiken (Boulton et al., 2017)

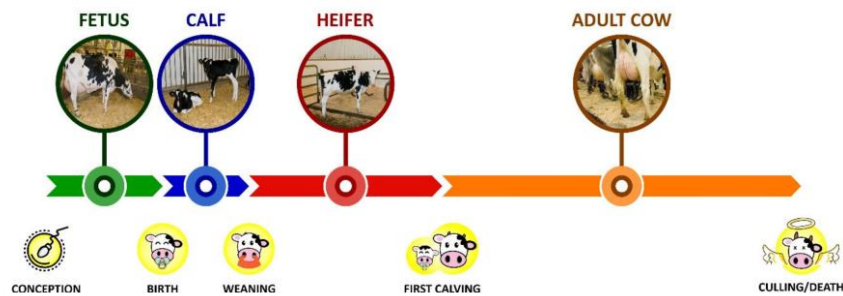
Omwille van het huidige managementsysteem treedt er een mogelijke contradictie op in de melkveehouderij. Enerzijds streeft men naar een snelle opfok van het jongvee, anderzijds naar een hogere langleeftbaarheid van de melkkoeien. Op korte termijn heeft de “accelerated growth” belangrijke voordelen, namelijk het vroeger in productie komen van de vaars en een hogere melkproductie tijdens de 1^e lactatie. Op lange termijn zou het echter voor een reductie van de levensduur van de melkkoe kunnen zorgen, wat tegenstrijdig is aan het streven naar de hogere langleeftbaarheid. Wanneer men de melkkoe langer aanhoudt, heeft ze een langer productief leven en bereikt ze haar toplactatie. Met andere woorden: hoe hoger de langleeftbaarheid, hoe hoger de levensproductie van de melkkoe.

¹ <https://www.cooperatie-crv.nl/wp-content/uploads/2023/02/Jaarstatistieken-2022-VL.pdf> (laatst geconsulteerd op 25/04/2023)

3 Literatuurstudie

3.1 Het leven van een moderne melkkoe

Het leven van een moderne melkkoe kan opgedeeld worden in twee grote fases: de opfokperiode (oftewel het niet-productieve stadium) en haar productieve leven. Het keerpunt is het moment waarop ze als vaars voor het eerst afkalft (figuur 1). Sedert deze gebeurtenis produceert ze namelijk melk en begint ze dus aan haar productieve leven. In de hedendaagse melkveehouderij wordt algemeen aanvaard dat het streefdoel voor de leeftijd bij eerste kalving 24 maanden bedraagt.



Figuur 1: Tijdslijn van het leven van een moderne melkkoe (Uit: Dallago et al., 2021).

De opfokperiode is het tijdsverloop tussen de geboorte van het vaarskalf en het moment dat ze voor het eerst afkalft. Bijgevolg duurt de opfok van een vaars idealiter twee jaar. Aangezien het dier in dit stadium van haar leven nog geen melk produceert, levert ze de veehouder geen winst op. Integendeel, ze kost de veehouder geld. Toch is deze opfokperiode van uiterst belang voor het inkomen van de veehouder. Een goede opfok heeft namelijk een positieve nasleep op het verdere leven van de melkkoe. Bij een optimale opfok kan de vaars tijdig geïnsemineerd worden (op een leeftijd van 15 maanden) en zal ze op het juiste moment haar melkproductieperiode starten (door af te kalven op een leeftijd van 24 maanden). Hoe jonger de vaars afkalft, hoe korter de kostelijke opfokperiode en hoe vroeger ze melk produceert ten verdisse van de veehouder.

Economisch gezien is de belangrijkste periode uit het leven van een melkkoe haar productieve leven. Vanaf het moment dat ze voor de eerste maal afkalft, draagt ze namelijk bij aan het inkomen van de veehouder. In Vlaanderen produceerden de afgevoerde koeien 30,5 kg melk per dag volgens de jaarstatistieken van de melkproductieregistratie (MPR) van het CRV in het boekjaar 2021-2022.² Uit de gegevens van de Belgische Confederatie van de Zuivelindustrie (BCZ) kan men afleiden dat de gemiddelde melkprijs (prijs die de veehouder ontvangt per 100 liter geleverde melk) opgeklimmen is van 37,32 euro in 2021 naar 54,81 euro in 2022.³ Het arbeidsloon van de veehouder wordt bepaald door enerzijds zijn/haar opbrengsten en anderzijds zijn/haar kosten. De opbrengst is gebaseerd op de totale melkproductie (kg melk) van de koeien om het melkveebedrijf, de kwaliteit van de melk (eiwit- en vetgehalte) en de verwachte tussenkalftijd. Hoe korter de tussenkalftijd, hoe meer pieklactaties een koe in haar leven kan bereiken, hoe groter haar economische waarde voor het bedrijf. Belangrijke kosten op een melkveebedrijf zijn onder andere de voerkosten en de opfok van het jongvee. De voorbije decennia is er in de melkveehouderij hard geselecteerd naar hoogproductief melkvee, koeien die een zeer grote hoeveelheid melk geven per lactatie. Een belangrijk aandachtspunt voor de melkveehouderij van vandaag is echter niet om enkel te focussen op een hoge productie per lactatie per koe, maar om ervoor te zorgen dat koeien langer aanwezig blijven op het bedrijf. De huidige maatschappij streeft

² <https://crv4all.be/be/news/levensproductie-vlaamse-koeien-stijgt-tot-boven-de-30-000-kg-melk> (laatst geconsulteerd op 28/02/2023)

³ https://bcz-cbl.be/media/386285/reele_sector_melkprijs_2022_12_nl.pdf. (laatst geconsulteerd op 28/02/2023)

echter naar meer duurzaamheid. Hier is waar de term langleeftbaarheid van melkvee geïntroduceerd moet worden. Langleeftbaarheid kan gedefinieerd worden als de tijd waarin een melkkoe zich staande kan houden in een kudde (De Vries, 2013). Desalniettemin heeft het vaak enkel betrekking tot het productieve leven van een melkkoe. Wanneer een melkkoe zich langer kan handhaven in een kudde, heeft ze meer kans haar maximale potentie te bereiken (Essl, 1998). Volgens de data verzameld in de jaarstatistieken in het boekjaar 2022 door het CRV bedraagt de gemiddelde totale levensduur van een melkkoe op een Vlaams melkveebedrijf 1911 dagen, met een productieve levensduur van 1109 dagen.⁴ Dit komt overeen met ongeveer 5 jaar. Vlaamse melkkoeien bereiken dus gemiddeld amper hun derde lactatie.⁵ Vlaamse melkkoeien slagen er met andere woorden niet in op hun topproductie te behalen, deze wordt namelijk bereikt vanaf hun derde lactatie (Anthonissen et al., 2016). Wanneer een veehouder zijn/haar koeien langer kan aanhouden, kan dit niet enkel positieve gevolgen hebben voor economische prestaties van zijn bedrijf, het draagt ook bij tot het verkleinen van de economische voetprint van de melkveesector, het verbeteren van het dierenwelzijn en bijdragen tot een meer duurzame melkvee-industrie (Dallago et al., 2021).

De natuurlijke levensduur van een koe ligt rond de 20 jaar (Hu, 2021). De levensverwachting van de Vlaamse hoogproductieve melkkoeien ligt met 5 jaar zodoende een stuk lager. Het productieve leven van een melkkoe eindigt door haar eliminatie uit de kudde. De achterliggende reden voor deze eliminatie is oftewel de beslissing van de veehouder om het dier op te ruimen, oftewel door de natuurlijke dood van het dier. Een melkkoe wordt opgeruimd wanneer de veehouder verwacht om meer profijt te halen uit de vervanging van de melkkoe door een jonger dier (Beaudeau et al., 2000). Gezonde koeien met een goede vruchtbaarheid en uiergezondheid, hoge melkproductie en een goed paar poten/klauwen hebben een hoge kans om in de kudde te blijven (Dallago et al., 2021).

3.2 Leeftijd bij eerste kalving

Zoals eerder vermeld is het in de huidige Vlaamse melkveesector algemeen geweten dat de ideale leeftijd bij eerste afkalving van een vaars 24 maanden bedraagt. Om een maximale levensproductie te bereiken hebben de vaarzen op het moment van afkalven een gewicht van minimum 560 kg (Zavadilová en Štípková, 2013). Aangezien de drachtduur bij koeien 9 maanden omvat, betekent dit dat een vaars geïnsemineerd of gedekt én drachtig moet zijn op een leeftijd van 15 maanden. Op het moment van inseminatie weegt een vaars best tussen de 350-375 kg (Van Eetvelde en Opsomer, 2020). Om dit te kunnen bereiken, moeten de vaarzen tijdig in hun puberteit komen. De beginpunt van de puberteit wordt gezien als het moment waarop een vaars de eerste bronstsymptomen vertonen (Dobbelaere, 2016). De aanvang van de puberteit is gecorreleerd aan het lichaamsgewicht van de vaars, minder aan de leeftijd van het dier. Bij Holstein Friesian vaarzen gaat de puberteit van start mits ze een gewicht van ongeveer 250 – 280 kg wegen, dit komt overeen met een leeftijd van 9 à 11 maanden (Sejrsen en Purup, 1997). Vermits de aanvang van de puberteit voornamelijk gewichtafhankelijk is, is een goede opfok van het jongvee cruciaal. Wanneer de veehouder wil investeren in een betere opfok van zijn jongvee, zal dit wel degelijk op lange termijn vruchten met zich meebrengen. De genetische achtergrond van een vaars speelt ook een rol in het op gang komen van haar cyclus. De erfelijkheidsgraad van de start van de reproductieve cyclus is echter 0,40 (Martin et al., 1992). Er kan dus wel degelijk geselecteerd worden op een vroege puberteit.

Als een veehouder erin slaagt om een vaars op een correcte leeftijd te laten afkalven, is dit economisch zeer gunstig. Hoe vroeger een vaars afkalft, hoe korter haar kostelijke opfokperiode, hoe eerder ze begint aan haar productieve leven en hoe eerder ze de melkveehouder geld opbrengt. De investeringen die de boer gemaakt heeft in zijn opfokprogramma, worden sneller terugverdiend (“return of investment”). De opfokkosten op een melkveebedrijf worden bepaald door twee componenten: enerzijds de leeftijd waarop de vaarzen voor het eerst afkalven en anderzijds het vervangingspercentage. Het vervangingspercentage van een bedrijf wijst op het percentage melkkoeien dat opgeruimd en vervangen

⁴ <https://www.cooperatie-crv.nl/wp-content/uploads/2023/02/Jaarstatistieken-2022-VL.pdf> (laatst geconsulteerd op 25/04/2023)

⁵ [\(https://www.cooperatie-crv.nl/downloads/stamboek/bedrijven-en-koeien-in-cijfers-vlaanderen/#:~:text=De%20levensproductie%20van%20de%20Vlaamse,vorig%20boekjaar%20\(toen%2019\)\)](https://www.cooperatie-crv.nl/downloads/stamboek/bedrijven-en-koeien-in-cijfers-vlaanderen/#:~:text=De%20levensproductie%20van%20de%20Vlaamse,vorig%20boekjaar%20(toen%2019)) (laatst geconsulteerd op 28/02/2023)

wordt door vaarzen op dat bedrijf. Om dit percentage te reduceren, is het nodig dat de koeien op het bedrijf langer in productie blijven. Men moet een hogere gemiddelde productieve levensduur per melkkoe nastreven (Volckaert, 2011). De reductie van de opfokkosten bij een jongere afkalfleeftijd is een gevolg van de verminderde voederkost, minder arbeid, minder ruimte-inname op het bedrijf en vroegere "return of investment" (Sung et al., 2016).

Als men vertrekt uit het standpunt 'het verlagen van de opfokkosten', kan men bedenken dat men moet trachten om de leeftijd bij eerste kalving nog verder te doen afnemen. Toch is het voornamelijk om niet te ver af te wijken van het streefdoel (24 maanden). Het is echter bewezen dat als vaarzen te vroeg afkalven, dit een negatief effect heeft op de productieparameters tijdens de eerste lactatie. Vaarzen die afkalven op een leeftijd van 22 tot 23 maanden, hebben een lagere melkproductie tijdens hun eerste lactatie en de melk heeft een lager vetpercentage (Van Eetvelde et al., 2020). Het eiwitpercentage van de melk daarentegen stijgt wanneer er een dalende trend is in de afkalfleeftijd van vaarzen (Pirlo et al., 2000). Een mogelijke uitleg voor de tegenstrijdige relaties tussen de concentratie van melkvet en melkeiwit, is het verschil in competentie tussen jongere en oudere vaarzen om ruwvoerders en krachtvoerders te verteren (Pirlo et al., 2000). De negatieve correlatie tussen de leeftijd van afkalven en de melkproductie tijdens eerste lactatie kan verklaard worden door oftewel het lage lichaamsgewicht van de vaars bij afkalven oftewel door de te snelle gewichtsaanzet vóór de puberteit (Pirlo et al., 2000). Wanneer een vaars kalft voordat ze de leeftijd van 22 maanden bereikt heeft, zal dit de partus bemoeilijken en leiden tot dystocie (Pirlo et al., 2000). De dystocie wordt veroorzaakt door de fysieke disproportie tussen vaars en kalf (Volckaert, 2011). Uit onderzoek op Holstein-Friesian vaarzen in Korea is gebleken dat het afkalven van vaarzen op een leeftijd jonger dan 24 maanden, toch een voordeel kan hebben. Ze kwamen tot de conclusie dat wanneer vaarzen afkalven op de leeftijd van 22,5-23,5 maanden, ze de maximale "lifetime profit" behalen (Do et al., 2013). Een reductie in leeftijd bij afkalven van de vaarzen resulteert ook in genetische vooruitgang, daar het genetisch interval kleiner wordt en de resultaten van de nakomelingen van de fokstieren eerder bekend raken (Pirlo et al., 2000). Een volgend argument dat men kan gebruiken om een reductie van leeftijd te verantwoorden, is dat wanneer een vaars vroeg afkalft, ze tijdens haar leven meer kalveren op de wereld kan zetten. Dit kan men weerleggen doordat de mogelijke partusproblemen kunnen leiden tot verminderde leefbaarheid van de kalveren en kalveren die gevoeliger zijn aan infecties door verminderde opname immunoglobulines (Pirlo et al., 2000).

Kalven op een leeftijd ouder dan 24 maanden heeft geen meerwaarde voor de melkgift, reproductieresultaten of gezondheid van het dier (Ettema en Santos, 2004). Integendeel, vaarzen die later afkalven hebben over het algemeen een lagere melkproductie en lagere vruchtbaarheid. Aangezien verminderde vruchtbaarheid en melkproductie doorslaggevende factoren zijn in het afvoerbeleid van de veehouder, worden deze vaarzen vaak vroegtijdig opgeruimd (Sung et al., 2016). Te laat kalven (>27 maanden) kan ook leiden tot dystocie (Pirlo et al., 2000). Uit resultaten van een onderzoek blijkt echter wel dat vaarzen die afkalven op een leeftijd ouder dan 3 jaar, langer aanwezig blijven op een bedrijf (Haworth et al., 2008). Economisch gezien is dit niet gunstig, door de hogere opfokkosten en kortere productieve levensduur van de koeien ten opzichte van de totale levensduur (Haworth et al., 2008).

3.2.1 Opfok van jongvee

Zoals eerder vermeld is het voornamelijk dat het jongvee op een melkveebedrijf op een geschikt moment een correct gewicht bereikt, daar de opstart van de cycliciteit van een vaars, en bijgevolg de mogelijkheid om drachtig te worden, gecorreleerd is aan haar lichaamsgewicht. Een consequentie hiervan is dat de leeftijd bij eerste kalving van een vaars een belangrijke indicator is voor de snelheid oftewel efficiëntie waarmee het jongvee op een bedrijf opgefokt wordt. In de moderne melkveehouderij hebben de veehouders de neiging om de dagelijkse groei van hun vaarskalveren tot een maximum te drijven om zo een versnelde opfok te realiseren (Wuyts, 2020). Het uiteindelijke doel van deze versnelde opfok is een reductie van de opfokkosten. Als men de totale kosten van een bedrijf bekijkt, gaat 20% hiervan naar de opfok van jongvee.

Eerder in dit werk is al vernoemd dat vaarskalveren op drie belangrijke momenten in de opfokperiode het correcte lichaamsgewicht moeten bereiken, namelijk voor de opstart van de puberteit (9 tot 11 maanden leeftijd), op het moment van inseminatie (15 maanden leeftijd) en op het moment van afkalven

(rond de 24 maanden leeftijd). Op deze momenten moeten ze respectievelijk een gewicht bereiken van 250-280 kg (Sejrsen en Purup, 1997), 350-375 kg (Van Eetvelde en Opsomer, 2020) en 560 kg (Zavadilová en Štípková, 2013). Zowel het gewicht bij conceptie (met andere woorden op het moment van inseminatie) als de groeisnelheid hebben een invloed op het gewicht op het moment van afkalven (Cooke et al., 2013). Het is voornamelijk om het groeiproces van een vaars te verstaan, aangezien deze zowel leeftijd bij eerste dekking of inseminatie als leeftijd en gewicht bij eerste afkalving bepaald (Place et al., 1998). Wanneer een vaarskalf tijdens de opfok een ondermaatse groeicurve heeft, omwille van ondervoeding en/of ziekte, zal dit leiden tot een opschorting van de eerste inseminatie en eerste afkalving (Cooke et al., 2013). Macdonalds et al. (2005) kwamen in hun studie tot een soortgelijke conclusie, namelijk dat een lagere dagelijkse groei van kalveren vóór de puberteit de leeftijd bij eerste afkalving opvoeren. Bovendien zal een lagere groeisnelheid resulteren in vaarzen die te vet zijn bij de eerste afkalving, wat aanleiding kan geven tot dystocie en moeilijkheden bij afkalven (Le Cozler et al., 2008). Een hogere groeisnelheid van kalveren vóór de puberteit leidt tot een grotere verhouding van vaarzen die cyclisch zijn op het moment dat ze verwacht worden te starten met voortplanten (Macdonald et al., 2005). De groeisnelheid varieert niet enkel tussen vaarzen van verschillende melkveebedrijven, maar ook tussen vaarzen van hetzelfde bedrijf, daar de voederopname per vaars van variëren omwille van hiërarchie in de groep (Cooke et al., 2013). Echter, de oorzaak van een lagere groeisnelheid van een kalf is doorgaans het gevolg van het oplopen van een ziekte, zoals diarree, respiratoire aandoeningen of septicemie (Cooke et al., 2013).

Het succes van de opfok valt of staat bij het management dat doorgevoerd wordt op het melkveebedrijf door de veehouder. De opfokperiode kan onderverdeeld worden in twee grote fases: van geboorte tot speenleeftijd en van speenleeftijd tot moment van afkalven. Gedurende de ontwikkeling van een pasgeboren kalf tot een vaars speelt voeding een doorslaggevende rol. Voeding zorgt er namelijk voor dat een vaars op het juiste moment het juiste gewicht bereikt (Bhatti et al. (2007).

De opname van colostrum door een kalf kort na de geboorte is essentieel voor de overleving van de neonaat. Colostrum bevat naast voornamelijk nutriënten ook maternale antistoffen. Het is voornamelijk dat het gehalte aan colostrale immunoglobulines in het serum van een kalf hoog is, daar het de gezondheid en groei in de eerste levensweken verbetert (Furman-Fratczak et al., 2011). Bovendien heeft het gehalte aan gamma globulines in het serum van het kalf kort na geboorte ook een effect op iets langere termijn. Zo heeft Robison et al. (1988) bemerkt dat er een significante correlatie bestaat tussen de serum IgG concentratie van een kalf en de gemiddelde dagelijkse groei van dit kalf tot een leeftijd van 180 dagen. Overigens zorgt een gehalte aan gamma-globulines in het serum van een kalf hoger dan 10 g/l volgens Furman-Fratczak et al. (2011) ervoor dat vaarzen eerder het gepaste lichaamsgewicht bereiken voor inseminatie.

Daar jonge kalveren tijdens hun eerste levensweken nog monogastrische dieren zijn, kunnen ze enkel de lebmaag en dunne darmen aanwenden voor de vertering van melk. De hoeveelheid melk gedronken door de kalveren bepaalt voor grote mate hun groei en ontwikkeling in de periode voor het spenen. Tevens speelt het type melk een belangrijke rol in de groei van het kalf. Uit onderzoek is gebleken dat kalveren die volle melk aangeboden krijgen in de periode voor het spenen gemiddeld een hogere dagelijkse groei hadden én op jongere leeftijd de puberteit bereikte ten opzichte van kalveren die kunstmelk krijgen (Moallem, 2010; Shamey et al. 2005). Rincker et al. (2011) voerde een studie uit over de relatie tussen de groeisnelheid van vaarskalveren vóór het spenen en de leeftijd én lichaamsgewicht waarop ze de puberteit bereiken. Men concludeerde dat kalveren die op een intensiever voederprogramma (hogere opname van energie en eiwit) staan, op een jongere leeftijd én met een lager lichaamsgewicht de puberteit bereiken. Men zag eveneens dat deze vaarzen jonger waren bij bevruchting en afkalving. Volgens Bhatti et al. (2007) zijn zowel energie als eiwit de nutriënten die het meest doorslaggevend zijn op het gewicht en bijgevolg de leeftijd waarop een vaars de puberteit bereikt.

Preferentieel worden vaarzen gespeend op een leeftijd van 2 tot 2,5 maanden. Het is essentieel dat de kalveren op het moment van spenen 1 tot 2 kg krachtvoer per dag opnemen (Heinrichs en Zanton, 2003). Met ingang van het moment dat ze gespeend zijn kunnen ze enkel hun nodige nutriënten halen uit vast voeder, namelijk uit ruwvoeder en krachtvoeder. Voor de vertering van dit vast voeder, is een goed functionerende pens vereist. Bijgevolg moet de pens voldoende functioneel zijn wanneer een kalf de speenleeftijd bereikt (Laarman et al., 2012). Aangezien de mature ruminale functionaliteit behaald

wordt twee tot drie weken na de eerste opname van ruwvoeder, is het van belang dat een kalf reeds vast voeder krijgt in het periode vóór het spenen (Terré et al., 2007). Dit houdt in dat het rantsoen van een kalf in de periode tussen geboorte tot spenen bestaat uit melk, krachtvoeder én ruwvoeder. Tussen deze verschillende bronnen van nutriënten bestaat er competitie voor de opname door het kalf. Mits een kalf een groot volume melk drinkt, zal het minder de neiging hebben om nog ruwvoeder op te nemen en omgekeerd. Anders gezegd zullen kalveren die voor de speenleeftijd een geringe hoeveelheid melk gedronken hebben, meer ruwvoer tot zich genomen hebben met als resultaat een toegenomen verteerbaarheid van ruwvoeder op het moment van spenen (Terré et al., 2007). Dit levert uiteindelijk een hogere gewichtsaanzet op na het spenen (Bach et al., 2013).

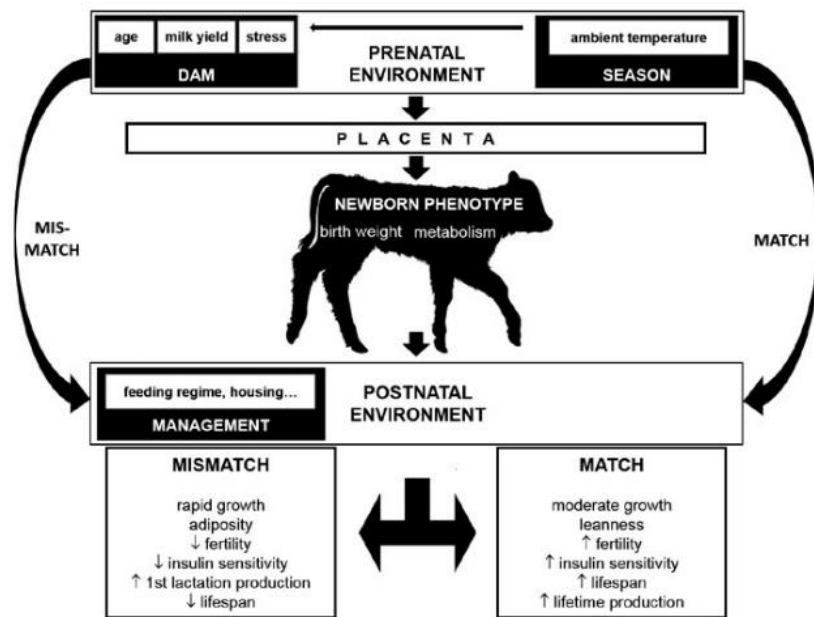
Over het algemeen zorgt het verschaffen van evenwichtige voeding aan de kalveren, een goed management door de veehouder en een lage prevalentie van ziektes tijdens de kalveropfok voor een reductie van leeftijd bij eerste kalving (Heinrich et al, 2005).

3.2.2 Invloed van pre- en postnatale factoren

In de huidige melkveesector streeft men steeds meer en meer naar een versnelde opfok van het jongvee en een korte tussenkalftijd bij de melkkoeien met als hoofddoel het verkrijgen van een verhoogde melkproductie. Het gevolg hiervan is dat de dieren drachtig zijn op het moment dat ze zelf nog volop aan het groeien zijn of wanneer ze grote hoeveelheden melk produceren. Zoals reeds eerder vermeld is het een belangrijk streefdoel in de moderne melkveehouderij om vaarzen op een leeftijd van 15 maanden drachtig te krijgen. Echter, op de leeftijd van 15 maanden hebben vaarzen slechts 55% van hun volwassen gewicht bereikt. Dit houdt in dat een groot aandeel van de gewichtsaanzet van een vaars gebeurt gedurende haar eerste dracht. Als gevolg van het jarenlange selecteren van koeien op hun melkproductie, heeft de melkklier in multipare dieren een zeer grote behoefte aan energie en nutriënten. Daar groei en melkproductie een grote vraag aan nutriënten eisen, speelt dit in het nadeel voor de nutriëntentoevoer richting de drachtige baarmoeder. Dit kan leiden tot ongunstige omstandigheden voor de foetus in ontwikkeling met mogelijks consequenties op lange termijn. Tal van humane studies hebben aangetoond dat ondervoeding van de foetus prenataal resulteert in een lager geboortegewicht en een verhoogde gevoeligheid voor insuline van het kind ten gevolge van een “intrauterine growth restriction” (IUGR) (Hales en Barker, 2001). Verschillende omgevingsfactoren (zoals het seizoen, leeftijd en melkproductie van het moederdier, hittestress tijdens de dracht) hebben een grote impact op de ontwikkeling van het ongeboren kalf in de baarmoeder, voornamelijk tijdens kritische periodes in de vroege ontwikkeling. Dit fenomeen wordt ook wel omschreven als “prenatal programming” of “intrauterine programming” (van Eetvelde en Opsomer, 2020).

De nasleep van “intrauterine programming” op het verdere leven van het kalf wordt bepaald door een eventuele “match” of “mismatch” tussen het intra-uteriene (pre-natale) milieu en het postnatale milieu (figuur 3). Volgens Hales en Barker (2001) zorgt een ondermaats prenataal milieu voor onveranderlijke wijzigingen in het metabolisme en fenotype van de foetus zodat het kalf is klaargestoomd voor gelijkaardige omstandigheden postnataal. Een mismatch kan ongunstige effecten hebben op lange termijn, namelijk op de gezondheid, vruchtbaarheid en levensduur van het dier. Door het management aangehouden in de huidige melkveehouderij ontstaat er dikwijls een dergelijke mismatch tussen de pre- en postnatale omstandigheden waarin het kalf zich ontwikkelt. Prenataal wordt het kalf voorzien van weinig nutriënten door de prioriteit aan de groei en melkproductie van het moederdier wat resulteert in een vertraging van de ontwikkeling van het kalf (IUGR), terwijl postnataal men een grote hoeveelheid melk gaat aanbieden aan de kalveren in hun vroege leven (“enhanced liquid feeding”) om zo een “accelerated growth” oftewel versnelde opfok te bekomen. Als gevolg hiervan ondervinden de kalveren een compensatoire groei, ook wel “catch-up growth” genoemd. Op korte termijn leidt deze verhoogde groeisnelheid tot een snellere opstart van de puberteit, wat resulteert in een jongere leeftijd bij eerste afkalving, en een hoger lichaamsgewicht bij afkalven, wat een groot pluspunt is voor de veehouder.

Belangrijke postnatale factoren die beslissend zijn voor een mogelijke mismatch of match tussen het pre- en postnatale milieu zijn voeding en huisvesting. Met andere woorden spelen de managementstrategieën die de veehouder toepast tijdens de opfok van zijn/haar jongvee een voorname rol. Zoals reeds eerder aangehaald hebben de hoeveelheid opgenomen colostrum en melk, het type melk en de hoeveelheid opgenomen vast voeder een belangrijke invloed op de gewichtsaanzet van de vaars.

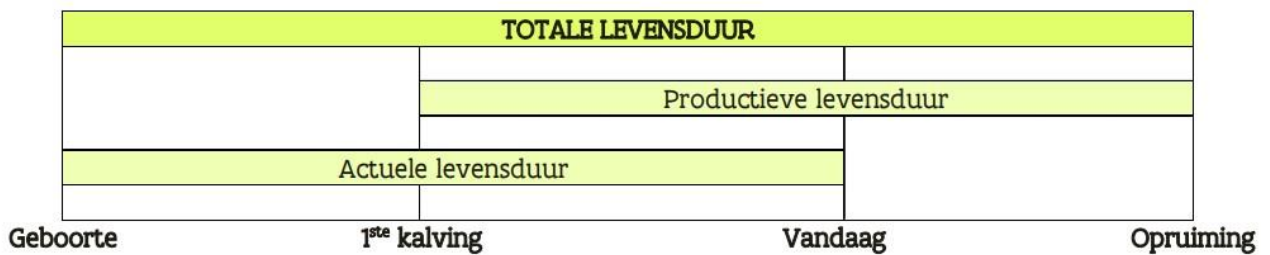


Figuur 3: Invloed van de pre- en postnatale omgeving op het pasgeboren kalf (Uit: Van Eetvelde en Opsomer, 2017).

3.3 Langleefbaarheid bij melkvee

Een definitie voor de langleeftijd van een melkkoe is de periode waarin een koe zich kan handhaven in de kudde (De Vries, 2013). Volgens Dallago et al. (2021), wordt langleeftijd beter omschreven als een koe die op jonge leeftijd voor het eerst afkalft én een lang productief leven heeft met een winstgevende melkproductie. Op deze manier wordt er rekening gehouden met zowel de omstandigheden in het vroege leven, de lengte van het productieve leven, de gezondheid van het dier en de kwaliteit van leven. Wanneer veehouders in staat zijn hun koeien langer aan te houden, helpt dit het economisch succes van de bedrijven, verkleint de economische voetafdruk van de sector en verbetert het welzijn van de dieren (Dallago et al., 2021). Het economisch profijt van een betere langleeftijd is te wijten aan een lagere kost voor de opfok van vervangingsvaarzen en een hoger ratio van koeien in meer winstgevende lactaties (Essl, 1998). Wanneer er een grotere proportie aan volwassen melkkoeien aanwezig is op een bedrijf (omwille van een hogere langleeftijd), zorgt dit voor een vermindering van het aantal vervangingsvaarzen die nodig zijn om dezelfde melkproductie te bereiken, aangezien de oudere melkkoeien relatief gezien een hogere melkproductie hebben dan de vaarzen (Dallago et al., 2021).

Wereldwijd wordt er steeds meer aandacht geschonken aan duurzaamheid. Ook in de melkveesector wordt het een steeds belangrijker gegeven. Duurzaamheid in de melkveesector betekent een goede productie, een betere gezondheid, lagere kosten, maar onmiskenbaar ook een langere levensduur van een melkkoe (Anthonissen et al., 2016). Er bestaan verschillende begrippen om de levensduur van een moderne melkkoe te verwoorden. Dit wordt schematisch voorgesteld in figuur 4. De totale levensduur is de periode tussen de geboorte van het dier als kalf en het moment waarop ze afgevoerd wordt. De totale levensduur omvat met andere woorden de opfokperiode en de productieve periode van een melkkoe. De productieve periode is het tijdsverloop tussen de eerste kalving en de opruiming van een melkkoe. In deze periode draagt ze bij aan het inkomen van de veehouder door haar melkproductie. De levensproductie van een koe is de totale hoeveelheid melk dat ze geproduceerd heeft tijdens haar productieve leven. Met de actuele levensduur bedoelt men de het aantal dagen tussen de geboorte van een nog producerende koe tot op de dag van vandaag. (Anthonissen et al., 2016)



Figuur 4: Schematische voorstelling van de begrippen van levensduur van een moderne melkkoe. (Uit: Anthonissen et al., 2016)

De totale levensduur van een melkkoe wordt bepaald door het moment waarop ze uit de kudde verwijderd wordt oftewel het moment van afvoeren (door natuurlijke dood of opruiming). Met andere woorden wordt de langleefbaarheid van een melkkoe in grote mate bepaald door het afvoerbeleid van de veehouder.

Langleefbaarheid kan onderverdeeld worden in functionele of ware langleefbaarheid. Met ware langleefbaarheid bedoelt men het vermogen van een melkkoe om opruiming (omwille van vrijwillige en/of onvrijwillige afvoerredenen) te verletten. Functionele langleefbaarheid is dan weer de capaciteit van een melkkoe om opruiming omwille van onvrijwillige afvoerredenen (melkproductie is niet de onderliggende reden tot afvoer) te vermijden (Dallago et al, 2021).

Wanneer men kijkt naar de hedendaagse fokkerij van melkvee, vestigt men telkens meer aandacht op fokdoelen zoals langleefbaarheid, gezondheid, welzijn, melkproductie, melkqualiteit en duurzaamheid voor het milieu. In veel ontwikkelde landen is langleefbaarheid van het melkvee opgenomen in de fokprogramma's. De fokwaardekenmerken voor langleefbaarheid hebben echter een lage erfelijkheid en zijn in grote mate beïnvloed door de omgeving. Het fokken op deze kenmerken van langleefbaarheid kan ook indirect gebeuren, door kenmerken te selecteren met een sterke genetische correlatie met langleefbaarheid. Dergelijke kenmerken zijn kenmerken voor conformatie, melkproductie, vruchtbaarheid en ziekte (mastitis, ketose). Zo heeft langleefbaarheid een positieve genetische correlatie met de 305-dagen productie van een melkkoe (Jenko et al., 2015). Melkkoeien hebben een langere levensduur en hogere levensproductie wanneer ze tijdens hun eerste melkproductie minder produceren dan 30l/d (Haworth et al., 2008). Volgens Hu et al. (2021), kunnen vruchtbaarheidskenmerken zoals de eerste kalving, de tussenkalftijd, het geboortegemak en de overlevingskansen van het kalf gebruikt worden als indirecte kenmerken voor de selectie naar langleefbaarheid. Tenslotte bestaat er een ongunstige genetische relatie tussen langleefbaarheid en gezondheidskenmerken, met nadruk op de metabolische stoornissen. Metabole stoornissen hebben namelijk een sterk genetische effect op productief leven. Ze geven aanleiding tot onvrijwillige afvoer van melkvee, met kalfziekte de belangrijkste oorzaak, gevolgd door ketose, leververvetting en lebmaagverplaatsing (Hu et al., 2021).

Men is al reeds geruime tijd bezig met een nadruk te leggen op duurzaamheid in de Belgische melkveesector. CRV (Coöperatie RundveeVerbetering) is in de jaren 90 begonnen met het toekennen van certificaten aan veehouders met zogenaamde "hondertonners" op hun bedrijf. Deze honderdtonners zijn koeien waarvan de totale levensproductie de grens van 100 000 kg melk overschrijdt. Om zo een uitermate hoge levensproductie te bereiken, moeten de koeien in staat zijn om een lange levensduur te cumuleren met een hoge melkproductie. Met andere woorden hebben hondertonners het vermogen om zowel een onvrijwillige afvoer (door problemen met vruchtbaarheid en gezondheid) als een vrijwillige afvoer (door een spaak lopende melkproductie) te vermijden. Ingeval dat een veehouder streeft naar een meer duurzame veestapel, zal hij bedacht moeten zijn op de fokwaarden voor melkproductie, vruchtbaarheid en uiergezondheid van zijn vaarzen en op voorname exterieurkenmerken voor uier, beenwerk en klauwen (Van Eetvelde et al., 2021).

3.3.1 Oorzaken van het afvoeren van melkkoeien

Men kan een vrijwillige en onvrijwillige afvoer van elkaar onderscheiden aan de hand van de onderliggende reden van de beslissing tot afvoer (Dallago et al., 2021). Een vrijwillige afvoer is wanneer de veehouder afstand doet van een gezond en vruchtbaar dier omwille van een te lage melkproductie. Bij een onvrijwillige afvoer van een melkkoe is een lage melkproductie niet de reden van afvoer, maar onder andere vruchtbaarheidsproblemen, mastitis en poot- en klauwproblemen. Het overgrote deel van de melkkoeien dat opgeruimd wordt, valt onder de onvrijwillige afvoer. Daarentegen is er tegenwoordig een dalende trend waar te nemen van het aantal koeien dat vrijwillig afgevoerd wordt. Dit is mogelijk te wijten aan de genetische selectie voor hoogproductieve melkkoeien, aangezien het risico op afvoer door een te lage melkproductie afneemt (Dallago et al., 2021). Als men het productieve leven van een melkkoe kan verlengen, zal men een daling zien in onvrijwillige afvoer en een stijging in vrijwillige afvoer van een melkkoe (Hu et al., 2021). Met andere woorden heeft de veehouder meer keuzevrijheid om te kiezen welke dieren hij/zij aanhoudt in zijn kudde, vaak gebaseerd op melkproductie. Bijkomend is een langer productief leven van een melkveestapel meer winstgevend voor de melkveehouder, wordt er steeds meer belang aan gehecht door consumenten, is het beter voor het klimaat en zorgt het voor een beter dierenwelzijn (Hu et al., 2021).

Om een lange tijd in de kudde te verblijven moet een koe voldoen aan volgende eisen: gezond zijn, regelmatig nakomelingen produceren, een goede uier hebben voor een hoge melkproductie en een goed stel benen en klauwen hebben (Dallago et al., 2021). Tijdens het leven van een melkkoe varieert het risico op afvoer. Wanneer een koe opgeruimd wordt aan het begin van haar lactatie, is dit meestal gecorreleerd aan sterfte, ziekte en verwondingen. Terwijl de kans op opruiming vanwege vruchtbaarheidsproblemen of een lage melkproductie toeneemt naarmate de lactatie vordert. De voornaamste reden voor afvoer van koeien in hun eerste en tweede lactatie zijn vruchtbaarheidsproblemen, terwijl dit vanaf de derde lactatie sterfte is.

4 Onderzoek

4.1 Materiaal en methoden

4.1.1 Dataverzameling en berekende data

Voor dit onderzoek werd er gebruik gemaakt van data afkomstig van 7 Vlaamse melkveebedrijven uit het besturingsprogramma CRV Veemanager van de Coöperatie RundveeVerbetering. De deelnemende melkveebedrijven zijn bedrijven die onder bedrijfsbegeleiding staan bij de faculteit Diergeneeskunde. De verzamelde gegevens komen van dieren die afgevoerd zijn op deze bedrijven tussen 1/01/2020 en 1 januari 2023). De beschikbare informatie van een dier is het sanitelnummer, de geboortedatum, datum van 1^e afkalving, datum van afvoer, het aantal afgewerkte lactaties (met andere woorden het aantal lactaties bij afvoer verminderd met 1 oftewel het huidige aantal lactaties indien het dier werd afgevoerd tijdens de droogstand), het totaal dagen in lactatie en de totale levensproductie van het dier (kg melk, kg vet en kg eiwit). Door de interesse in het effect van metabole programmering op het verdere productieve leven van het dier, is van ieder dier ook de pariteit van het moederdier op het moment dat het dier geboren is opgezocht. In totaal werden er gegevens verzameld van 614 melkkoeien.

Met behulp van deze verzamelde gegevens werden volgende parameters voor langleeftijd berekend: de leeftijd bij eerste kalving, de totale levensduur en de productieve levensduur van het dier. Om de gemiddelde melkproductie gedurende het leven van het dier te evalueren werd de totale kg melk bepaald per lactatiedag, per productieve levensdag en per levensdag. In onderstaande tabel is verdere duiding van de betekenis van deze parameters weergegeven.

Als men dieper ingaat op de parameter "leeftijd bij eerste afkalving" kunnen de dieren opgedeeld worden in vier, ongeveer gelijk verdeelde leeftijdsgroepen (of categorieën): <23 m, 23 - 24 m, 24-26 m en tenslotte ≥ 26 m (met m de afkorting voor maanden). Beter gedefinieerd behoren tot de groep <23 m koeien die bij hun eerste kalving jonger waren dan 23.0 maanden. De groepen 23-24 m en 24-26 m bevatten koeien met een afkalfleeftijd respectievelijk tussen de 23.0 en 23.9 en 24.0 tot 25.9 maanden oud. Wanneer een koe deel uitmaakt van de groep ≥ 26 m, betekent dit dat ze 26.0 maanden of ouder was op het moment dat ze voor het eerst afkalfde.

Tabel 1: Definities van de parameters voor langleeftijd, bepaald met de verzamelde gegevens

Parameters	Definitie
Leeftijd bij eerste kalving	Tijdsinterval (in aantal dagen) tussen de geboortedatum en de datum van eerste afkalving van een vaars.
Totale levensduur	Tijdsinterval (in aantal dagen) tussen de geboortedatum en de datum van afvoer.
Productieve levensduur	Tijdsinterval (in aantal dagen) tussen de datum van eerste kalving en de datum van afvoer.
Aantal productieve levensdagen	Aantal dagen tussen de datum van eerste kalving en de datum van afvoer, waarbij ook de droogstaande dagen in rekening gebracht worden.
Aantal lactatiedagen	Werkelijk aantal dagen waarin de koe melk geproduceerd heeft, dus het aantal productieve levensdagen met aftrek van de droogstaande dagen.
Aantal levensdagen	Aantal dagen tussen de geboortedatum en de datum van afvoer.

4.1.2 Statistiek

Alle statistische analyses werden uitgevoerd in R versie 3.4.1. De descriptieve gegevens worden weergegeven als gemiddelde \pm standaardafwijking. Om het verband tussen leeftijd eerste kalving en parameters van langleefbaarheid aan te tonen, werd gebruikt gemaakt van mixed lineaire regressiemodellen. Het bedrijf werd steeds als random effect meegenomen in de modellen, om te corrigeren voor verschillen in afvoermanagement tussen de bedrijven. De uitkomstvariabelen waren de parameters voor langleefbaarheid. De verklarende variabele was de leeftijd bij eerste kalving in de vier leeftijdsgroepen. De resultaten van de modellen zijn weergegeven als LSMean \pm SE. Eventuele statistische significantie en trend werden verklaard bij $P < 0.05$ en $P < 0.10$.

4.2 Resultaten

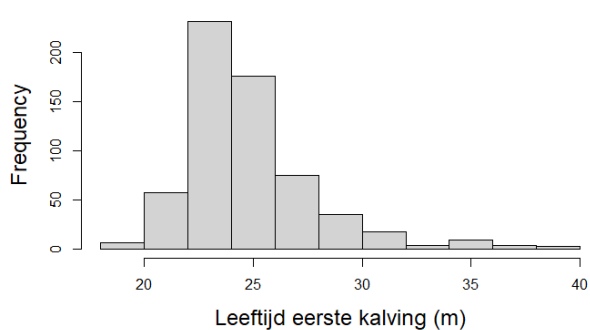
4.2.1 Descriptieve analyse

Initieel werden de gegevens van 614 dieren verzameld op de 7 deelnemende bedrijven. De descriptieve gegevens van al deze melkkoeien staan voorgesteld in tabel 2.

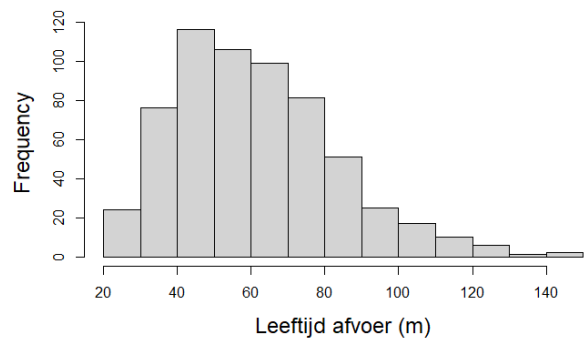
De gemiddelde leeftijd bij eerste kalving van de 614 onderzochte melkkoeien bedroeg $25 \pm 2,9$ maanden. Toch is er een grote variatie in afkalfleeftijd van de vaarzen op de bedrijven waar te nemen. Het verschil tussen de vaarzen die het vroegste en het laatste afkalfden (met een afkalfleeftijd van respectievelijk 19.0 en 39.6 maanden) bedraagt namelijk 20.6 maanden, wat overeenkomt met een verschil van meer dan 1 jaar en 8 maanden. Meer dan 200 van de 614 dieren kalfden voor het eerst af wanneer ze tussen de 22 en 24 maanden oud waren (figuur 5). Een nog groter contrast is waar te nemen als men de parameter leeftijd van afvoer bekijkt. De gemiddelde leeftijd van afvoer telde $62 \pm 21,6$ maanden, met een minimum van 20 maanden leeftijd en een maximum van 148 maanden leeftijd. Deze verspreiding staat grafisch weergegeven in figuur 6. De totale levensduur van een koe op de bedrijven bedroeg gemiddeld $1887 \pm 661,6$ dagen, met een maximum van 4501 d. De productieve levensduur daarentegen lag tussen 31 en 3838 dagen, met een gemiddelde van $1131 \pm 652,6$ dagen. Het aantal afgewerkte lactaties varieerde tussen 0 en 8. Wanneer men kijkt naar de totale levensproductie, wordt dit uitgedrukt in kg melk, kg vet en kg eiwit. De totale levensproductie van de onderzochte melkkoeien bedroeg respectievelijk $31376 \pm 19299,5$ kg, $1319 \pm 802,4$ kg en $1093 \pm 666,4$ kg. Zoals weergegeven op figuur 7 bereikten de meeste koeien een levensproductie tussen de 20 000 en 30 000 kg melk. De gemiddelde melkproductie per lactatiedag (dag dat een melkkoe daadwerkelijk melk produceert) omvatte $31 \pm 5,0$ kg melk, met een minimale productie van 12,8 kg en een maximale productie van 44,3 kg.

Tabel 2: Descriptieve data van 614 afgevoerde Holstein Friesian koeien.

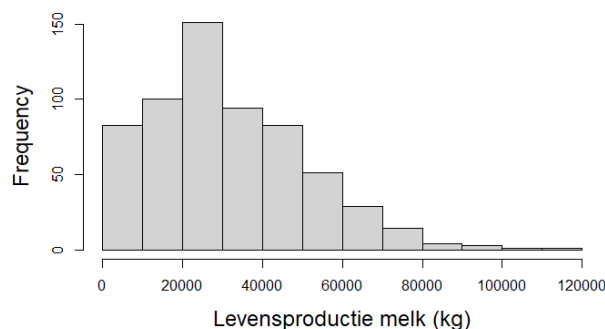
	Gem. \pm SD	Min.	Max.
Leeftijd eerste kalving (m)	25 ± 2.9	19.0	39.6
Leeftijd afvoer (m)	62 ± 21.8	20.0	148.0
Totale levensduur (d)	1887 ± 661.6	705	4501
Productieve levensduur (d)	1131 ± 652.6	31	3838
Geregistreerde lactatiedagen (volgens MPR)	979 ± 562.4	7	3351
Afgewerkte lactaties	2.2 ± 1.62	0	8
Totale levensproductie melk (kg)	31376 ± 19299.5	172	116541
Totale levensproductie vet (kg)	1319 ± 802.4	10	4287
Totale levensproductie eiwit (kg)	1093 ± 666.4	7	3825
Gemiddelde melkproductie/levensdag (kg/d)	15 ± 5.6	0.2	27.7
Gemiddelde melkproductie/productieve dag (kg/d)	27 ± 5.2	3.2	40.1
Gemiddelde melkproductie/lactatiedag (kg/d)	31 ± 5.0	12.8	44.3



Figuur 5: Spreiding van koeien op basis van leeftijd bij eerste kalving



Figuur 6: Spreiding van koeien op basis van leeftijd bij afvoer



Figuur 7: Spreiding van koeien op basis op basis van levensproductie melk (in kg)

4.2.2 Lineaire regressiemodellen

Verschillende dieren werden vrij vroeg in de eerste lactatie afgevoerd of werden, vermoedelijk door onvoldoende melkgift, niet geregistreerd bij de maandelijkse melkcontrole. Aangezien bij deze dieren de geregistreeerde melkgift en lactatiedagen te ver afwijken van de realiteit, werd beslist de statistische analyse enkel uit te voeren op die dieren die een productieve levensduur van minstens 305 dagen hadden doorlopen. Na deze selectie werden 565 dieren behouden voor de finale analyses. De resultaten van de lineaire regressiemodellen zijn weergegeven in tabel 3.

4.2.2.1 Levensduur

Het lineaire regressiemodel onthult dat dieren die jonger waren dan 23 maanden op het moment dat ze afkalfden als vaars een significant kortere levensduur hadden ten opzichte van dieren die ouder waren dan 26 maanden op dat moment ($P < 0,001$). Ze leefden numeriek ook minder lang dan de dieren in de leeftijdscategorieën 23-24 maanden en 24-26 maanden, maar dit verschil is niet statistisch significant. De productieve levensduur van de koeien met een afkalfleeftijd jonger dan 23 maanden was met $1163 \pm 77,5$ numeriek ook korter dan de andere leeftijdscategorieën. De totale levensduur van melkkoeien die afkalven op een leeftijd tussen de 24 en 26 maanden was korter dan koeien die afkalven wanneer ze ouder zijn dan 26 maanden ($P < 0,001$). Als men kijkt naar de productieve levensduur is dezelfde tendens zichtbaar. In deze studie kon geen significant verschil aangetoond worden in levensduur tussen de categorieën 23-24 maanden en ≥ 26 maanden. Numeriek was zowel de totale levensduur als de productieve levensduur van de dieren in de groep 23-24 maanden (respectievelijk $2021 \pm 75,8$ en $1305 \pm 75,1$) iets korter dan deze van de koeien in de groep ≥ 26 maanden (respectievelijk $2192 \pm 74,9$ en $1316 \pm 74,1$), maar dit verschil was niet significant.

4.2.2.2 Totale levensproductie

Zoals weergegeven in tabel 3, kan er geen significant verschil aangetoond worden tussen de verschillende diergroepen voor de parameters levensproductie in kg melk, kg vet en kg eiwit. Toch ziet men dat numeriek de groep ≥ 26 maanden de hoogste levensproductie bereikte qua hoeveelheid melk, vet én eiwit, namelijk 36113 ± 2189 kg melk, 1518 ± 94 kg vet en 1263 ± 77 kg eiwit. Deze wordt voor de melkproductie en eiwitgehalte gevolgd door de groep 23-26 maanden, voor het vetgehalte staat de groep 24-26 maanden op de tweede plaats. De koeien die voor het eerst hebben gekalfd op een leeftijd jonger dan 23 maanden behaalden de laagste levensproductie qua kg melk en kg eiwit, respectievelijk 31547 ± 2291 kg melk en 1103 ± 80 kg eiwit.

4.2.2.3 Melkproductie per dag

De dagelijkse melkproductie is in deze studie op 3 verschillende manieren bepaald, namelijk de melkproductie per levensdag, per productieve levensdag en per lactatiedag. Er kunnen geen significante verschillen aangetoond worden in melkproductie per levensdag bij het melkvee in de verschillende categorieën. Per productieve levensdag produceerden de vaarzen met een afkalfleeftijd ≥ 26 maanden significant meer melk in hun verdere levens als men dit vergelijkt met de vaarzen met een afkalfleeftijd < 23 maanden, namelijk 27.6 ± 1.26 kg melk in vergelijking met 26.1 ± 1.27 . Wanneer men de melkproductie per lactatiedag bekijkt, dus per dag dat de melkkoe daadwerkelijk melk heeft geproduceerd, kan men aan de hand van deze studie een significant verschil ($P=0,002$) aantonen tussen de leeftijdscategorieën < 23 maanden en 24 tot 26 maanden (respectievelijk $30,2 \pm 1,43$ kg melk en $30,9 \pm 1,42$ kg melk) ten opzichte van de leeftijdscategorie ≥ 26 maanden ($32,1 \pm 1,42$). In deze studie is dus aangetoond dat dieren ouder dan 26 maanden significant meer melk produceren per lactatiedag en per productieve levensdag. Ondanks dat deze melkkoeien een langer niet-productief leven hebben, hebben ze geen significant lagere melkproductie per levensdag.

Tabel 3. Resultaten van de lineair regressiemodellen voor het effect van leeftijd bij eerste kalving (4 categorieën) op parameters van levensduur- en productie, met bedrijf als random effect.

	Leeftijd bij eerste kalving				P-value*
	<23m	23-24m	24-26m	$\geq 26m$	
Aantal dieren	140	135	151	139	
Totale levensduur (d)	1836 ± 78.3^a	2021 ± 75.8^a b	1982 ± 72.6^a	2192 ± 74.9^b	<0.001
Productieve levensduur (d)	1163 ± 77.5	1305 ± 75.1	1226 ± 71.8	1316 ± 74.1	0.14
Levensproductie melk (kg)	31547 ± 229 1	35899 ± 221 8	33387 ± 211 9	36113 ± 218 9	0.13
Levensproductie vet (kg)	1336 ± 98	1216 ± 95	1426 ± 91	1518 ± 94	0.15
Levensproductie eiwit (kg)	1103 ± 80	1247 ± 78	1166 ± 74	1263 ± 77	0.13
Melkproductie/lactatiedag (kg)	30.2 ± 1.43^a	31.2 ± 1.42^{ab}	30.9 ± 1.42^a	32.1 ± 1.42^b	0.002
Melkproductie/productieve dag (kg)	26.1 ± 1.27^a	27.0 ± 1.26^{ab}	26.9 ± 1.25^{ab}	27.6 ± 1.26^b	0.03
Melkproductie/levensdag (kg)	16.0 ± 0.77	16.6 ± 0.78	15.7 ± 0.76	15.7 ± 0.77	0.29

*verschillend letters tonen significante verschillen aan tussen de leeftijdsgroepen ($P < 0.05$).

4.3 Discussie

4.3.1 Levensduur

In deze studie is de focus gelegd op het verband tussen de leeftijd bij eerste kalving en de langleefbaarheid bij onze moderne melkkoeien. Uit de resultaten is gebleken dat een gemiddelde vaars afkalft op een leeftijd van 25 maanden en een totale levensduur van 1887 dagen (63 maanden oftewel 5,2 jaar) behaald. Gemiddeld werd een melkkoe afgevoerd nadat ze 2,2 lactaties had afgewerkt. Dit komt overeen met de huidige situatie in Vlaanderen, waar de gemiddelde melkkoe voor het eerst afkalft op een leeftijd van 772 dagen (oftewel 25,7 maanden) en afgevoerd wordt op een leeftijd van 1911 dagen⁶.

Deze studie toont aan dat koeien die als vaars afkalven op een leeftijd ouder dan 26 maanden significant langer leven. Desalniettemin kon er geen significant verschil in productieve levensduur aangetoond worden tussen koeien die afkalfden voor en na 26 maanden. Anders geformuleerd leven koeien die ouder waren dan 26 maand toen ze voor het eerst afkalfden in het algemeen langer, maar ze produceren daarentegen niet langer melk vergeleken met andere koeien. Het verschil in totale levensduur kan onder andere te maken hebben met de langere opfokperiode (niet-productieve periode) bij vaarzen die op een oudere leeftijd afkalven. Volgens Do et al (2013) verhoogd de levensduur van een melkkoe lineair met een stijging van leeftijd bij eerste kalving.

Koeien die nog erg jong waren toen ze voor het eerst kalfden (jonger dan 23 maanden) hebben een significant kortere levensduur dan koeien die afkalven op een oudere leeftijd. Het is de vraag of dit enkel te wijten is aan de kortere opfokperiode van deze dieren. Hoewel deze koeien een korter productief leven lijken te hebben, kon het verschil in deze studie niet statistisch aangetoond worden. Dit kan mogelijk verklaard worden door het relatief klein aantal onderzochte dieren.

4.3.2 Dagelijkse melk- en levensproductie

Uit deze studie blijkt dat de melkproductie per lactatiedag van koeien die voor het eerst afkalfde op een leeftijd ouder dan 26 maanden significant hoger is ten opzichte van koeien die jonger dan 23 maanden en tussen de 24 en 26 maanden waren. Bovendien is de melkproductie per productieve levensdag significant hoger dan koeien onder de 23 maanden. Met andere woorden, eenmaal koeien met een afkalfleeftijd hoger dan 26 maanden beginnen aan hun productief leven, produceren ze het meeste melk per dag. Berry en Cromie (2009) kwamen in hun studie tot de conclusie dat er een lineair verband bestaat tussen de melkproductie en de leeftijd bij eerste kalving. Dit wil zeggen dat hoe ouder een vaars is op het moment dat ze voor het eerst afkalft, hoe hoger haar latere melkproductie. Of deze koeien gedurende hun leven het meest winstgevend zijn voor het bedrijf is echter dubieus, aangezien de meest kostelijk periode in hun leven, namelijk de opfokperiode, langdurig is. Volgens Pirlo et al. (1998) resulteert een reductie van afkalfleeftijd onder de 26 maanden tot een relatief hogere inkomst per vaars (als men de inkomst beschouwd als het verschil tussen de melkopbrengst en de opfokkosten). Bovendien hebben Nilforooshan en Edriss (2004) geen voordelig effect kunnen waarnemen op de 305-dagen productie tijdens de eerste lactatie van koeien die afkalfden op een leeftijd ouder dan 24 maanden.

De resultaten van deze studie demonstreren dat een versnelde opfok en dus vervroegd afkalven (voor de leeftijd van 23 maanden) van vaarzen negatieve gevolgen kan hebben voor de melkproductie. De melkproductie per lactatiedag én per productieve levensdag van deze dieren is namelijk significant lager. Een voorgaande studie uitgevoerd door Nilfrooshan en Edriss (2004) gaf aan dat het afkalven van vaarzen vóór de leeftijd van 24 maanden ook een negatief effect heeft op de melkproductie tijdens hun eerste lactatie.

4.3.3 Ideale leeftijd bij eerste afkalving

Zoals eerder vermeld wordt volgens de Vlaamse melkveesector 24 maanden als de ideale leeftijd gezien voor het kalven van een vaars. In deze studie had de gemiddelde vaars een afkalfleeftijd van 25 maanden. Een reductie van de afkalfleeftijd is dus wenselijk. Toch mag men hier niet te ver in gaan. Uit deze studie is gebleken dat wanneer koeien voor het eerst een kalf kregen op een leeftijd jonger dan 23 maanden, dit negatieve gevolgen kan hebben op de parameters van langleefbaarheid, namelijk significant op levensduur, melkproductie per lactatiedag en per productieve dag (tabel 3). Volgens Simerl et al. (1991) hadden vaarzen jonger dan 24 maanden frequenter een dystocie tijdens de geboorte

van het kalf. Uit een andere studie is gebleken dat vaarzen die gekalfd hebben op een leeftijd van 22 maanden een langere tussenkalftijd hadden ten opzichte van vaarzen die op een latere leeftijd kalven (Berry en Cromie, 2009). Het is dus de vraag of de reductie van opfokkosten die gepaard gaat met een reductie van afkalfleeftijd voldoende oplevert ten opzichte van de negatieve gevolgen op lange termijn. Op korte termijn, beweert Lormore (2005) alleszins dat het verschil tussen de inkomsten tijdens de eerste melkproductie en de voederkosten voordeliger is wanneer vaarzen afkalven op een leeftijd van 22 maanden ten opzichte van 24 maanden. Do et al. (2013) bestudeerde het onderwerp op Koreaanse Holstein-Friesian koeien. Ze kwamen tot het besluit dat de optimale leeftijd van eerste kalving 22,5 tot 23,5 maanden bedraagt voor een maximale winst op het einde van het leven van een melkkoe.

Volgens deze studie scoren koeien die afkalven op een leeftijd ouder dan 26 maanden het beste voor de meeste parameters van langleefbaarheid, zoals totale levensduur, melkproductie per lactatiedag en per productieve dag (tabel 3). Daar de opfokperiode de kostelijkste periode is in het leven van een hoogproductieve melkkoe en deze verlengd is bij deze dieren, is het economisch voordeel van de betere langleefbaarheid van deze dieren niet duidelijk. Bovendien kan deze studie geen significante verschillen aanduiden tussen de koeien met een afkalfleeftijd ouder dan 26 maanden en de koeien met een afkalfleeftijd tussen de 23 en 24 maanden op vlak van verschillende parameters van langleefbaarheid, namelijk de totale levensduur, de melkproductie per lactatiedag en per productieve levensdag. Nilforooshan en Edriss (2004) constateerden in hun eigen studie dat de optimale leeftijd voor afkalven gebaseerd op de melkproductie 24 maanden bedraagt. Overigens kwam in de studie van Pirlo et al. (2000) aan het licht dat een reductie van de afkalfleeftijd van 26 maanden tot 24 en 23 maanden het meest winstgevend was. Sung et al. (2016) bestudeerde het verband tussen de leeftijd bij eerste kalving en de melkproductie en vruchtbaarheid in melkvee. Ze kwamen daarbij tot de conclusie dat vaarzen die afkalven op een leeftijd tussen de 23 en 25 maanden de beste vruchtbaarheid hadden gedurende de eerste lactatie. Algemeen kwamen ze tot de conclusie dat een afkalfleeftijd tussen de 24 en 28 maanden optimaal is gebaseerd op zowel melkproductie, vruchtbaarheid én voederkosten.

5 Algemene conclusie

Aangezien de dataset van deze studie beperkt is, de verzamelde data zijn afkomstig van slechts 614 koeien op 7 melkveebedrijven gelegen in dezelfde regio, is het betwistbaar dat de resultaten waarheidsgetrouw zijn en te extrapoleren zijn op de gehele Vlaamse melkveesector. Volgens de jaarstatistieken van 2022 opgemaakt door het CRV, zijn er enkel in 2022 in Vlaanderen zo een 24 289 melkkoeien afgevoerd⁶. De selectie van afgevoerde koeien in deze studie is dus gering. Als men met een studie meer significante resultaten wil behalen over dit onderwerp, zal men de populatiegrootte van de studie moeten vergroten, daar de P-waarden in deze studie al vrij laag zijn.

Zoals eerder vernoemd wordt er in de Vlaamse melkveesector er vanuit gegaan dat 24 maanden de ideale afkalfleeftijd is voor vaarzen. Toch streeft men steeds meer naar een reductie van deze afkalfleeftijd daar het kan zorgen voor een reductie van de grootste kost voor de melkveehouder, namelijk de kost voor de opfok van vaarzen. Als men echter de relatie tussen de leeftijd bij eerste afkalving en de langleeftbaarheid van melkvee bekijkt, is een verdere reductie van de afkalfleeftijd onder 23 maanden niet aan te raden. Uit deze studie bleek dat voor verschillende parameters van langleeftbaarheid, namelijk de totale levensduur, de melkproductie per lactatiedag en de melkproductie per productie levensdag, een afkalfleeftijd ouder dan 26 maanden significant hoger scoorden dan een afkalfleeftijd jonger dan 23 maanden. Daar een afkalfleeftijd boven de 26 maanden kostelijk is en niet significant verschillend van een afkalfleeftijd tussen de 23 en 24 maanden voor, kan men er vanuit gaan dat vanuit het standpunt van de veehouder een afkalfleeftijd tussen de 23 en 24 maanden het interessant is. De gemiddelde afkalfleeftijd van een vaars bedroeg 25 maanden en de gemiddelde leeftijd waarop een koe afgevoerd werd 62 maanden. Anders geformuleerd blijft de gemiddelde melkkoe slechts 3 jaar na haar eerste afkalving op een bedrijf aanwezig alvorens ze afgevoerd wordt. Gemiddeld werkte een koe 2,2 lactaties af en heeft ze dus nooit de kans gekregen om haar toplactatie te bereiken aangezien deze meestal bereikt wordt vanaf 3 lactaties. In de Vlaamse melkveesector moeten er dus wel degelijk nog inspanningen gevoerd worden om zowel de ideale leeftijd bij eerste afkalving als een aanvaardbare langleeftbaarheid van het melkvee te bereiken.

Aangezien de dataset eerder beperkt was, is er echter meer onderzoek nodig om deze resultaten te bevestigen.

⁶ <https://www.cooperatie-crv.nl/wp-content/uploads/2023/02/Jaarstatistieken-2022-VL.pdf> (laatst geraadpleegd 4/05/2023)

6 Literatuurlijst

- Abeni, F., Calamari, L., Stefanini, L., Pirlo, G., 2000. Effect of daily gain in pre- and postpubertal replacement dairy heifers on body condition score, body size, metabolic profile and future milk production. *Journal of Dairy Science* 83, 1468-1478.
- Anthonissen, A., Ryckaert, I., Decuyper, E., 2016. Levensproductie bij melkvee, Vlaamse Overheid Departement Landbouw en Visserij, Afdeling Duurzame Landbouwwontwikkeling, België.
- Bach, A., Terré, M., Pinto, T., 2013. Performance and health responses of dairy calves offered different milk replacer allowances. *Journal of Dairy Science* 96, 7790-7797.
- Bascom, S., Young, A. J., 1998. A Summary of the Reasons Why Farmers Cull Cows. *Journal of Dairy Science*, 81(8), 2299–2305.
- Beaudeau, F., Henken, A., Fourichon, C., Frankena, K., & Seegers, H., 1993. Associations between health disorders and culling of dairy cows: a review. *Livestock Production Science*, 35(3–4), 213–236.
- Beaudeau, F., Seegers, H., Ducrocq, V., Fourichon, C., & Bareille, N., 2000. Effect of health disorders on culling in dairy cows: a review and a critical discussion. *Annales de zootechnie* 49 (4), 293-311.
- Berry, D.P., Cromie, A.R., 2009. Associations between age at first calving and subsequent performance in Irish spring calving Holstein-Friesian dairy cows. *Livestock Science* 123, 44-54.
- Bhatti, S. A., Sarwar, M., Khan, M. I., Hussain, S., 2007. REDUCING THE AGE AT FIRST CALVING THROUGH NUTRITIONAL MANIPULATIONS IN DAIRY BUFFALOES AND COWS: A REVIEW. *Pakistan Veterinary Journal* 27, 42–47.
- Boadi, D. A. en Price, M. J., 1996. The effects of catch-up (compensatory) growth on reproductive performance of beef heifers. *Canadian Journal of Animal Science* 76, 523–529.
- Boulton, A.C., Rushton, J., Wathes, D. C., 2017. An empirical analysis of the cost of rearing dairy heifers from birth to first calving and the time taken to repay these costs. *Animal* 11, 1372-1380.
- Brickell, J. S., Bourne, N., McGowan, 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.
- Bruijn, M.R.N., Meijboom, F.L.B., Stassen, E.N., 2013. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 26, 191-205.
- Conneely, M., Berry, D., Murphy, J. B., Lorenz, I., Doherty, M., Kennedy, E., 2014. Effects of milk feeding volume and frequency on body weight and health of dairy heifer calves. *Livestock Science* 161, 90–94.
- Cooke, J. S., Cheng, Z., Bourne, N., Wathes, D. C., 2013. Association between growth rates, age at first calving and subsequent fertility, milk production and survival in Holstein-Friesian heifers. *Open Journal of Animal Sciences* 3, 1–12.
- Dallago, G. M., Wade, K., Cue, R. I., McClure, J., Lacroix, R., Pellerin, D., Vasseur, E., 2021. Keeping dairy Cows for Longer: A Critical Literature Review on Dairy Cow Longevity in High Milk-Producing Countries. *Animals*, 11(3), 808.
- De Vries, A., 2013. Cow longevity economics: the cost benefit of keeping the cow in the herd. *Uit: cow longevity conference 2013*.
- Do, C., Wasana, N., Cho, K., Choi, Y., Choi, T., Park, B., Lee, D., 2013. The effect of age at first calving and calving interval on productive life and lifetime profit in Korean Holsteins. *Asian Australian Journal of Animal Science* 26, 1511-1517.
- Dobbelaere, J., 2016. Factoren die de langleeftbaarheid bij melkvee beïnvloeden. Masterproef, Master of Veterinary Medicine in de Diergeneeskunde, Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent, België.
- Essl, A., 1998. Longevity in dairy cattle breeding: a review. *Livestock Production Science* 57, 78-89.

- Ettema, J.F., Santos, J.E.P., 2004. Impact of age at calving on lactation, reproduction, health and income in first-parity Holsteins on commercial farms. *Journal of Dairy Science* 87, 2730-2742.
- Faber, S.N., Faber, N.E., McCauley, T.C., Ax, R.L., 2005. Case study: Effects of colostrum ingestion on lactational performance. *The Professional Animal Scientist* 21, 420-425.
- Ferrell, C. L., 1982. Effects of Postweaning Rate of Gain on Onset of Puberty and Productive Performance of Heifers of Different Breeds. *Journal of Animal Science* 55, 1272–1283.
- Furman-Fratczak, K., Rzasa, A., Stefaniak, T., 2011. The influence of colostrum immunoglobulin concentration in heifer calves' serum on their health and growth. *Journal of Dairy Science* 94, 5536–5543.
- Hales C. N., Barker D. J., 2001. The thrifty phenotype hypothesis. *British Medical Bulletin* 60, 5-20.
- Haworth, G. M., Tranter, W. P., Chuck, J. N., Cheng, Z., Wathes, D. C., 2008. Relationships between age at first calving and first lactation milk yield, and lifetime productivity and longevity in dairy cows. *Veterinary Record* 162, 633 - 664.
- Heinrichs A.J., Zanton G.I., 2003. The effects of altering matter intake of rumen digestion and turnover in dairy heifers. *Dairy Cows and Heifers. The Pennsylvania State University*, 255.
- 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.
- Hu, H., Mu, T., Ma, Y., Wang, X., Ma, Y., 2021. Analysis of longevity traits in Holstein cattle: a review. *Frontiers in Genetics* 12.
- Jenko, J., Ducrocq, V., Kovac, M., 2013. Comparison of piecewise weibull baseline survival models for estimation of true and functional longevity in brown cattle raised in small herds. *Animal* 7, 1583–1591.
- Kamal, M. M., Van Eetvelde, M., Bogaert, H., Hostens, M., Vandaele, L., Shamsuddin, M., and Opsomer, G. , 2015. Environmental factors and dam characteristics associated with insulin sensitivity and insulin secretion in newborn Holstein calves. *Animal* 9, 1490–1499.
- Kamal, M.M., Van Eetvelde, M., Depreester, E., Hostens, M., Vandaele, L., Opsomer, G., 2014. Age at calving in heifers and level of milk production during gestation in cows are associated with the birth size of Holstein calves. *Journal of Dairy Science* 97, 5448 –5458.
- Laarman, A., Ruiz-Sanchez, A., Sugino, T., Guan, L., Oba, M., 2012. Effects of feeding a calf starter on molecular adaptations in the ruminal epithelium and liver of Holstein dairy calves. *Journal of Dairy Science* 95, 2585-2594.
- Lannoo, F., 2020. Het economisch belang van langleefbaarheid of duurzaamheid bij melkvee: een literatuurstudie. Masterproef, Master of Veterinary Medicine in de Diergeneeskunde, Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent, België.
- Le Cozler, Y., Lollivier, V., Lacasse, P., Disenhaus, C., 2008. Rearing strategy and optimizing first-calving targets in dairy heifers: a review. *Animal* 2, 1393–1404.
- Lormore, M. 2005. The case for a quality dairy replacement program. *Proc. Intermountain Nutrition Conference*, 155 – 163.
- MacDonald, K. F., Penno, J. W., Bryant, A. M., Roche, J., 2005. Effect of Feeding Level Pre- and Post-Puberty and Body Weight at First Calving on Growth, Milk Production, and Fertility in Grazing Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 88, 3363–3375.
- Martin, L.C., Brinks, J.S., Bourdon, R.M., Cundiff, L.V., 1992. Genetic effects on beef heifer puberty and subsequent reproduction. *Journal of Animal Science* 70, 4006-4017.
- Moallem, U., Werner, D., Lehrer, H., Zachut, M., Livshitz, L., Yakoby, S., Shamay, A., 2010. Long-term effects of ad libitum whole milk prior to weaning and prepubertal protein supplementation on skeletal growth rate and first-lactation milk production. *Journal of Dairy Science* 93, 2639-2650.

- Neerhof, H., Madsen, P. O., Ducrocq, V., Vollema, A. R., Jensen, J., Korsgaard, I. R., 2000. Relationships Between Mastitis and Functional Longevity in Danish Black and White Dairy Cattle Estimated Using Survival Analysis. *Journal of Dairy Science*, 83(5), 1064–1071.
- Neerhof, H.J., Madsen, P. O., Ducrocq, V.P., Vollema, A. R., Jensen, J., Korsgaard, I. R., 2000. Relationships Between Mastitis and Functional Longevity in Danish Black and White Dairy Cattle Estimated Using Survival Analysis. *Journal of Dairy Science*, 83(5), 1064–1071.
- Nilforooshan, M.A., Edriss, M.A., 2004. Effect of age at first calving on some productive and longevity traits in Iranian Holsteins of the Isfahan province. *Journal of Dairy Science* 87, 2130–2135.
- Opsomer, G., Van Eetvelde, M., Kamal, M. R., & Van Soom, A., 2017. Epidemiological evidence for metabolic programming in dairy cattle. *Reproduction, Fertility and Development* 29(1), 52-57.
- Pirlo, G., Miglior, F., Speroni, M., 2000. Effect of age at first calving on production traits and on difference between milk yield returns and rearing costs in Italian Holsteins. *Journal of Dairy Science* 83, 603-608.
- Place, N., Heinrichs, A., Erb, H. N., 1998. The Effects of Disease, Management, and Nutrition on Average Daily Gain of Dairy Heifers from Birth to Four Months. *Journal of Dairy Science* 81, 1004–1009.
- Rincker, L. D., VandeHaar, M. J., Wolf, C. R., Liesman, J., Chapin, L., Nielsen, W., 2011. Effect of intensified feeding of heifer calves on growth, pubertal age, calving age, milk yield, and economics. *Journal of Dairy Science* 94, 3554–3567.
- Robison, J.D., Stott, G.H., DeNise, S.K., 1988. Effects of passive immunity on growth and survival in the dairy heifer. *Journal of Dairy Science* 71, 1283-1287.
- Roxström, A., Ducrocq, V., Strangberg, E., 2003. Survival analysis of longevity in dairy cattle on a lactation basis. *Genetics Selection Evolution* 35, 305-318.
- Sawa, A., Siatka, K., Krezel-Czopek, S., 2019. Effect of age at first calving on first lactation milk yield, lifetime milk production and longevity of cows. *Annals of Animal Science* 19, 189-200.
- Sersjes, K., Purup, S., 1997. Influence of prepubertal feeding level on milk yield potential of dairy heifers: a review. *Journal of Animal Science* 75, 828-835.
- Shamay, A., Werner, D., Moallem, U., Barash, H., Bruckental, I., 2005. Effect of nursing management and skeletal size at weaning on puberty, skeletal growth rate, and milk production during first lactation of dairy heifers. *Journal of Dairy Science* 88, 1460–1469.
- Silva, H.M., Wilcox, C.J., Spurlock, A.H., Martin, F.G., Becker, R.B., 1986. Factors affecting age at first parturition, life span, and vital statistics of Florida dairy cows. *Journal of Dairy Science* 69, 470-476.
- Simerl, N. A., C. J. Wilcox, W. W. Thatcher, and F. G. Martin. ,1991. Prepartum and peripartum reproductive performance of dairy heifers freshening at young ages. *Journal of Dairy Science* 74, 1724–1729.
- Stojkov, J., Von Keyserlingk, M., Duffield, T. F., & Fraser, D., 2020. Management of cull dairy cows: Culling decisions, duration of transport, and effect on cow condition. *Journal of Dairy Science*, 103(3), 2636–2649.
- Sung, M., Lee, S., Jeong, J., Choi, I., Moon, S., Kang, H., & Kim, I. W. , 2016. Effect of Age at First Calving on Productive and Reproductive Performance in Dairy Cattle. *Journal of Veterinary Clinics*, 33(2), 93–96.
- Terré, M., Devant, M., Bach, A., 2007. Effect of level of milk replacer fed to Holstein calves on performance during the preweaning period and starter digestibility at weaning. *Livestock Science* 110, 82-88.
- Van De Mierop, R., 2018. Actuele problemen in kalver-/jongveeopfok anno 2016-2017. Masterproef, Master of Veterinary Medicine in de Diergeneeskunde, Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent, België.

- Van Den Abeele, D., 2020. Kengetallen die gebruikt worden om duurzaamheid van melkkoeien weer te geven: een literatuurstudie. Masterproef, Master of Veterinary Medicine in de Diergeneeskunde, Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent, België.
- Van Eetvelde, M., de Jong, G., Verdru, K., van Pelt, M.L., Meesters, M., Opsomer, G., 2020. A large-scale study on the effect of age at first calving, dam parity, and birth and calving month on first-lactation milk yield in Holstein Friesian dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 103, 11515-11523.
- Van Eetvelde, M., Opsomer, G., 2017. Innovative look at dairy heifer rearing: Effect op prenatal en post-natal environment on later performance. *Reproduction in Domestic Animals* 53, 30-36.
- Van Eetvelde, M., Opsomer, G., 2020. Prenatal programming of later performance in dairy cattle. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift* 89, 53–62.
- Van Eetvelde, M., Verdru, K., De Jong, G., Van Pelt, M., Meesters, M., & Opsomer, G. , 2021. Researching 100 t cows: An innovative approach to identify intrinsic cows factors associated with a high lifetime milk production. *Preventive Veterinary Medicine* 193, 105392.
- Van Parys, K., 2020. Een preliminair onderzoek naar de factoren die de langleeftijdscijfers op een melkveebedrijf bepalen. Masterproef, Master of Veterinary Medicine in de Diergeneeskunde, Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent, België.
- Vanderstraeten, D., 2014. Compensatoire groei bij melkvee. Masterproef, Master of Veterinary Medicine in de Diergeneeskunde, Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent, België.
- Vladislav, V., Marinov, I., Angelova, T., 2020. Relationship between age at first calving and longevity and productive life in Holstein cows. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* 68, 867-874.
- Volckaert, T., 2011. De leeftijd bij de eerste kalving bij melkvee. Masterproef, Master of Veterinary Medicine in de Diergeneeskunde, Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent, België.
- Wuyts, J., 2020. Optimalisatie van de jongveeopfok als sleutel voor een duurzame melkveehouderij. Masterproef, Master of Veterinary Medicine in de Diergeneeskunde, Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent, België.
- Zavadilová, L., Štípková, M., 2013. Effect of age at first calving on longevity and fertility traits for Holstein cattle. *Czech Journal of Animal Science* 58, 47-57.