



Vlaanderen
is landbouw & visserij



ILVO Mededeling 185
maart 2015

**Detectie, gevolgen en preventie van
hittestress bij rundvee op de weide**

ILVO

Instituut voor landbouw-
en visserijonderzoek

www.ilvo.vlaanderen.be

Detectie, gevolgen en preventie van hittestress bij rundvee op de weide

ILVO MEDEDELING 185

maart 2015

ISSN 1784-3197

Wettelijk Depot: D/2015/10.970/185

Eva Van laer

Frank Tuyttens

Leen Vandaele

Sam De Campeneere

Bart Sonck

Detectie, gevolgen en preventie van hittestress bij rundvee op de weide



Rundvee op de weide wordt blootgesteld aan weer en wind. Tot hertoe was het echter niet duidelijk of ongunstige weersomstandigheden in een gematigd klimaat als in België vaak genoeg voorkomen en extreem genoeg zijn om een probleem te vormen voor het welzijn en de productiviteit van deze dieren. ILVO onderzoekt dit in het PASSTRESS project.

Inhoud

1	Aanleiding en doelstellingen van het onderzoek	4
2	Belangrijkste resultaten van het onderzoek.....	5
3	Detectie van thermisch discomfort	6
	Beoordeling op basis van klimaatmetingen	6
	Beoordeling op basis van diermetingen.....	8
4	Aanbevelingen betreffende schaduw voor rundvee op de weide	10
5	Regelgeving betreffende Ruimtelijke Ordening bij het voorzien van schaduwconstructies of schuilhokken op weiden.....	13
6	Aangetoonde effecten van hitte en schaduw op thermisch comfort	14
	Proefopzet	14
	Dier-observaties	16
	Effect van klimaat op gebruik van schaduw.....	17
	Effect van klimaat en schaduw op visuele indicatoren van thermisch discomfort.....	18
7	Aangetoonde effecten van hitte en schaduw op het energiemetabolisme en de productiviteit van melkvee	20
	Proefopzet.....	20
	Lichaamstemperatuur en indicatoren van metabole veranderingen in het bloed.....	20
	Melkgift.....	22
8	Bijkomende maatregelen om negatieve effecten van hittestress te voorkomen.....	23
9	Literatuurlijst	24
10	Dankwoord / Partners / Financiering	25

1 Aanleiding en doelstellingen van het onderzoek

In gematigde streken wordt het merendeel van het rundvee gedurende een deel van het jaar op de weide gehouden. Beweiding heeft dan ook enkele belangrijke voordelen voor de gezondheid en het welzijn van het dier (minder poot- en klauwproblemen en meer mogelijkheden om het natuurlijk gedragspatroon te volgen) en voor het imago van de veeteelt- en zuivelsector (open karakter en een positieve uitstraling naar de consument). Anderzijds brengt beweiding ook bepaalde nadelen en risico's met zich mee, waaronder een minder stabiele voedersamenstelling, moeilijker mestmanagement, risico's op wormbesmetting en zomerwrang en mogelijke blootstelling van dieren aan ongunstige weersomstandigheden.



In deze publicatie ligt de focus op hittestress. Er wordt immers verondersteld dat koudestress voor melk- en vleesvee in België minder een probleem vormt, omdat deze productiedieren meestal binnen gehouden worden tijdens de winter. In ILVO-mededeling nr. 181, getiteld "Preventie van thermisch discomfort bij runderen in natuurbeheer", wordt gefocust op zowel hittestress als koudestress bij runderen die wel het hele jaar buiten blijven, namelijk runderen in jaar-rond begrazingsbeheer van natuurgebieden.



Uit uitgebreid onderzoek in (sub)tropische en andere warme gebieden bleek reeds dat hittestress een bedreiging kan vormen voor het welzijn, de gezondheid en de productiviteit van rundvee zonder toegang tot beschutting. Maar er is ook aangetoond dat preventiemaatregelen tegen hittestress, zoals het voorzien van schaduw, de negatieve gevolgen kunnen beperken. Bijvoorbeeld voor de vruchtbaarheid van runderen, vitaliteit en geboortegewicht van kalveren, de melkgift en het melkvet- en melkeiwitgehalte zijn de positieve effecten van

schaduw in warme klimaten goed gekend. Anderzijds was het – tot op heden - specifiek voor een gematigd klimaat als dat van België nog onduidelijk hoe sterk de negatieve gevolgen van hitte voor rundvee zijn. Er is immers veel minder onderzoek gevoerd naar de nood aan, en de effectiviteit van, schaduw als bescherming tegen hittestress in gematigde streken.

Daarom onderzocht ILVO in welke mate er in Belgische zomers negatieve effecten optreden van hitte:

1. op het thermisch comfort, voor Holstein melkkoeien en Belgisch Wit Blauwe zoogkoeien en kalveren;
2. op het energiemetabolisme en de melkgift van Holstein melkkoeien.

De effectiviteit van schaduw als bescherming tegen hittestress werd onderzocht aan de hand van:

1. een evaluatie van het effect van schaduw op het microklimaat;
2. een evaluatie van vrijwillig gebruik van schaduw op de weide bij verschillende hitteniveaus;
3. het bepalen van de mate dat schaduw de negatieve effecten van hitte reduceert.

2 Belangrijkste resultaten van het onderzoek

Deze studie over melk- en vleesvee op de weide werd gedurende drie zomers uitgevoerd in Melle, en heeft aangetoond dat schaduw effectief het thermisch comfort van runderen verbetert in warme omstandigheden. Voor Holstein melkkoeien en Belgisch Wit Blauwe zoogkoeien en hun zogende kalveren was een hoge gevoelstemperatuur geassocieerd met een toenemend gebruik van schaduw en toenemende indicaties van thermisch ongemak. In warme omstandigheden kwamen visuele tekenen van thermisch ongemak (sterk hijgen en kwijlen) minder vaak voor bij dieren in de schaduw dan bij dieren die geen gebruik maakten of konden maken van schaduw.

In dezelfde studie werden voor de Holstein melkkoeien ook nog bijkomende gevolgen van hittestress onderzocht. We stelden vast dat toenemende hitte geassocieerd was met een stijgende lichaamstemperatuur. Deze stijging was minder sterk voor koeien met toegang tot schaduw, in vergelijking met koeien zonder toegang tot schaduw. Voor de melkkoeien zagen we bij toenemende hitte ook meer indicaties van veranderingen in energiemetabolisme, tekenen van hyperventilatie¹, en een licht verminderde melkgift (tot ongeveer 1 l/dag per koe). Het toegang hebben tot schaduw voorkwam echter de tekenen van hyperventilatie en de daling van de melkgift.

¹Bij hittestress zorgt een verhoogd verbruik van zuurstof voor een verhoogde afgifte van CO₂ van de cellen aan het bloed, waardoor de concentratie aan bicarbonaat (HCO³⁻) in het bloed toeneemt. Hyperventilatie zorgt voor een verhoogde afvoer van bicarbonaat uit de longen. Maar aangezien bicarbonaat in de longen uitgewisseld wordt voor chloride (Cl⁻), zorgt hyperventilatie wel voor een verhoogde concentratie aan chloride in het bloed. Ook in de nieren kan de overmaat aan bicarbonaat uitgewisseld worden met chloride (Cl⁻). Als gevolg van deze twee processen kan er bij ernstige hyperventilatie dus een verhoogde concentratie aan chloride in het bloed gemeten worden.

Onze studie heeft de toegevoegde waarde van schaduw op de weide voor het thermisch comfort van melk- en vleesvee tijdens warme omstandigheden (specifiek in België) bevestigd. Bovendien toonden we een beperkt maar gunstig effect aan van schaduw op de productiviteit van melkkoeien.

Verder hebben we twee complementaire methoden gevalideerd om (de kans op) hittestress bij rundvee in te schatten in de praktijk. Als het weerbericht warme omstandigheden voorspelt, raden we aan om preventie maatregelen te nemen tegen hittestress (bijvoorbeeld voorzien van schaduw op de weide of het rundvee binnen houden). Maar daarnaast controleert men ook best het werkelijke voorkomen van hittestress, ad hoc.

In deze publicatie

- lichten we twee methodes voor het inschatten en detecteren van hittestress toe
- geven we aanbevelingen betreffende het voorzien van schaduw voor rundvee op de weide
- beschrijven we de regelgeving bij het voorzien van schuilhokken op weiden
- beschrijven we onze eigen bevindingen omtrent het effect van hitte en schaduw op rundvee
- geven we ten slotte nog enkele bijkomende maatregelen (bovenop het voorzien van schaduw) om negatieve effecten van hittestress te vermijden

3 Detectie van thermisch discomfort

In dit onderzoek werden twee methodes gevalideerd om (de kans op) hittestress in te schatten in de praktijk, bij Holstein melkkoeien en Belgisch Wit Blauw vleesvee. Ten eerste kan op basis van klimatologische metingen het risico op hittestress ruwweg ingeschat worden. Maar bijkomend is het ook aan te raden om het werkelijke voorkomen van hittestress of thermisch ongemak ad hoc te controleren, op basis van observaties van gedragsmatige en fysiologische tekenen van hittestress bij het dier zelf.

Beoordeling op basis van klimaatmetingen

In onderzoek wordt vaak gebruik gemaakt van 'klimatologische indices' om de mogelijke effecten van koude- en hittestress, en de nood aan beschutting, in te schatten. Deze 'klimatologische indices' zijn berekeningen die het effect van verschillende klimatologische variabelen combineren. Of thermisch comfort al dan niet vermindert, hangt immers niet enkel af van de luchttemperatuur (de temperatuur zoals die gemeten wordt door een gewone thermometer), maar ook van de windsnelheid, de luchtvochtigheid en de intensiteit van de zonnestraling..

Er bestaan een zestal verschillende 'hittestress indices', die twee of meerdere van de verschillende klimaatvariabelen die bijdragen aan thermisch comfort in rekening brengen. Deze indices en de bijbehorende drempelwaarden die gebruikt worden om de kans op hittestress in te schatten, zijn in de meeste gevallen ontwikkeld voor gebruik in een warm klimaat. Een eerste doelstelling in dit project was te onderzoeken welke 'hittestress indices' het best gebruikt konden worden in het Belgische klimaat.

In dit onderzoek gaf de 'Heat Load Index' (HLI) de beste verklaring voor de vastgestelde toename in gebruik van schaduw met toenemende hitte. Deze index werd ontwikkeld door Australische onderzoekers, op basis van de responsen van Angus stieren (een zwart en sterk bekleed ras). De HLI wordt berekend op basis van de relatieve luchtvochtigheid (RV, in %), de windsnelheid (WS, in m/sec) en de zwarte bol temperatuur (ZBT, in °C). De zwarte bol temperatuur kan rechtstreeks gemeten worden met een zwarte bol thermometer, of berekend worden op basis van de luchttemperatuur (T, in °C) en de intensiteit van de zonnestraling (ZS, in W/m²): $ZBT = 1,33 * T - 2,65 * T^{0,5} + 3,21 * \log(ZS+1) + 3,5$. Wanneer men niet beschikt over metingen van de ZBT of zonnestraling, kan men de waarde van de ZBT inschatten aan de hand van Tabel 1 en wetend dat, in Belgische zomers de intensiteit maximaal ongeveer 100 W/m² is en overdag gemiddeld ongeveer 40-50 W/m². Een intensiteit ≤ 2 W/m² komt nagenoeg enkel 's nachts voor.

Tabel 1. Waarde van de zwarte bol temperatuur (ZBT) bij, voor Belgische zomers, realistische combinaties van luchttemperatuur en zonnestralings-intensiteit.

Zwarte bol temperatuur (ZBT) in °C																						
Intensiteit zonnestraling	W/m ²	Luchttemperatuur in °C																				
		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
nacht, geen zon	2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
zware bewolking ↓	10	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	36	37	38	39	40	41	42	43
	20	22	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	38	39	40	41	42	43	44
lichte bewolking ↓	40	23	24	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	40	41	42	43	44	45
	60	24	25	26	27	28	29	30	31	32	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	45	46
open hemel, veel zon	80	24	25	26	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	42	43	44	45	46
	100	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	38	39	40	41	42	43	44	45	46

Wanneer de zwarte bol temperatuur (ZBT) lager is dan 25°C wordt de 'Heat Load Index' (HLI) berekend als: $HLI = 10,66 + 0,28 * RV + 1,3 * ZBT - WS$. Wanneer de zwarte bol temperatuur (ZBT) hoger is dan 25°C wordt de 'Heat Load Index' (HLI) berekend als: $HLI = 8,62 + 0,38 * RV + 1,55 * ZBT - 0,5 * WS + e^{(2,4 - WS)}$.

Tabel 2 geeft de waarde van de HLI bij een vaste luchtvochtigheid van 70 % (gemiddelde voor Belgische zomers) en bij toenemende zwarte bol temperatuur en afnemende windsnelheid.

Tabel 2. Waarde van de Heat Load Index (HLI) bij, voor Belgische zomers, realistische combinaties van de zwarte bol temperatuur (ZBT) en de windsnelheid. De kleurgradiënt in de tabel geeft aan hoe sterk deze omstandigheden het thermisch comfort van runderen beïnvloeden.

Heat Load Index (HLI)																							
windsnelheid	km /h	m /sec	Zwarte bol temperatuur (ZBT) in °C																				
			20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
kleine takken bewegen	36	10	46	48	49	50	51	53	71	72	74	75	77	78	80	81	83	84	86	88	89	91	92
	18	5	51	53	54	55	56	58	73	75	76	78	79	81	82	84	85	87	89	90	92	93	95
twijgen bewegen	14	4	52	54	55	56	57	59	74	75	77	78	80	81	83	85	86	88	89	91	92	94	95
wind merkbaar, bladeren ritselen	11	3	53	55	56	57	58	60	75	76	78	79	81	82	84	85	87	89	90	92	93	95	96
	7	2	54	56	57	58	59	61	76	78	79	81	82	84	85	87	88	90	92	93	95	96	98
bladeren bewegen niet	4	1	55	57	58	59	60	62	79	81	82	84	85	87	88	90	91	93	95	96	98	99	101
	0	0	56	58	59	60	61	63	87	88	90	91	93	94	96	97	99	100	102	104	105	107	108
bij % luchtvochtigheid = 70																							
Hittestress-graad stijgt naarmate de kleur donkerder wordt Gaughan et al. (2008) ontwikkelden volgende classificatie:																							
HLI ≤70: Thermoneutrale omstandigheden, geen hittestress.			70 < HLI ≤77: Warme omstandigheden, milde hittestress					77 < HLI ≤86: Hete omstandigheden, ernstige hittestress					HLI > 86: Zeer hete omstandigheden, zeer ernstige / extreme hittestress										

Beoordeling op basis van diermetingen

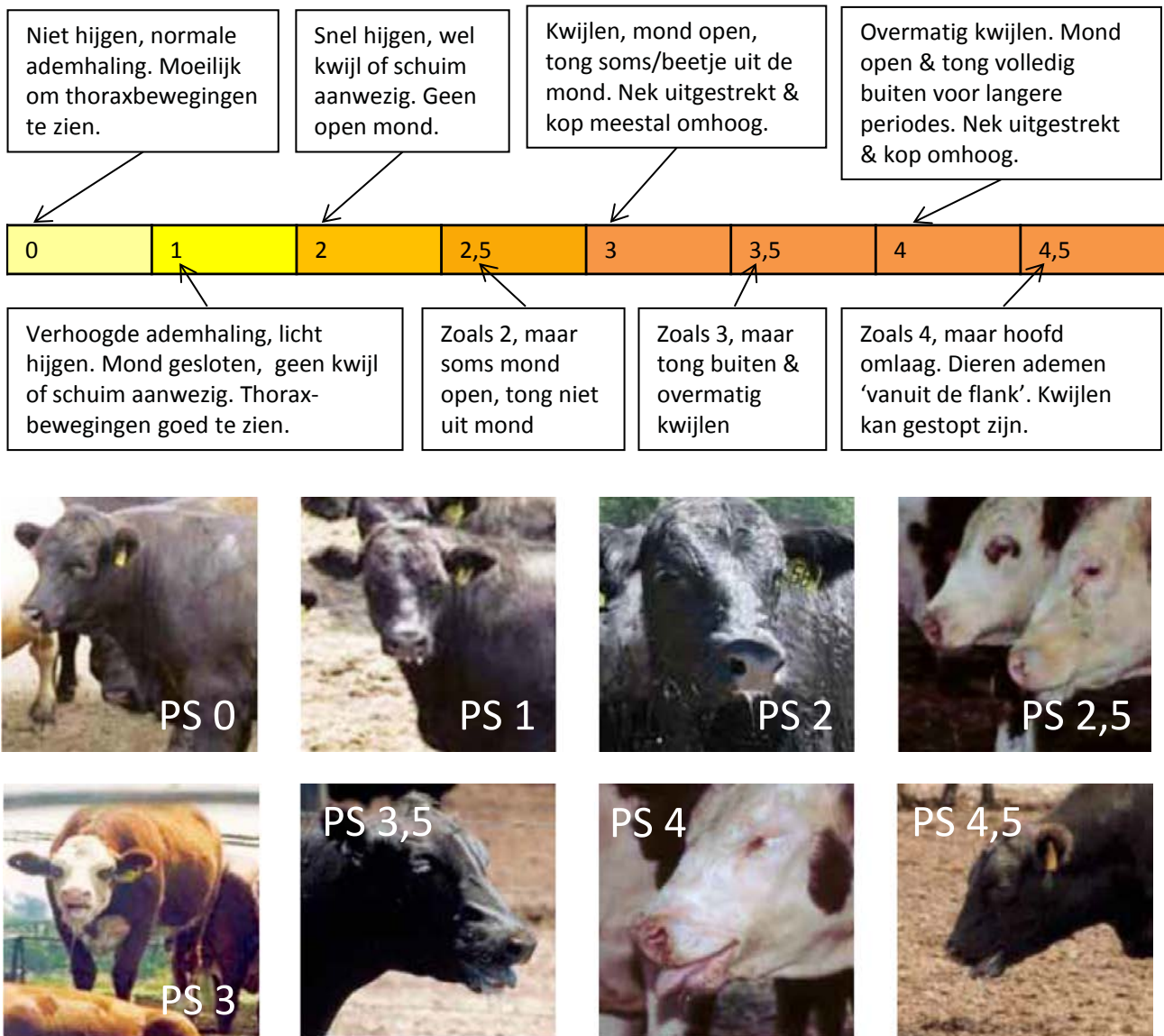
Klimatologische hittestress indices kunnen dus gebruikt worden om ruwweg in te schatten of er op een bepaald moment kans zal zijn op hittestress. Deze methode houdt echter geen rekening met dierfactoren die de gevoeligheid aan hitte kunnen beïnvloeden, zoals de leeftijd, de gezondheidstoestand, de dikte van de vacht en de kleur. Omwille van deze mogelijke verschillen tussen individuele dieren, raden wij dan ook aan om bij risico-omstandigheden (of bij twijfel over de inschatting op basis van de klimatologische indices) bijkomende gedragsobservaties te doen om thermisch discomfort te beoordelen.

Indicaties van thermisch discomfort bij runderen zijn bijvoorbeeld: de lichaamsoriëntatie tegenover de zon aanpassen zodat een kleinere oppervlakte van het lichaam zonnestraling ontvangt, schaduw opzoeken, meer rechtstaan en minder liggen, samentroepen rond drinkplaatsen en eventueel zichzelf proberen nat maken. Ook zal de voederopname dalen, en daardoor dus ook de herkauwactiviteit afnemen. Verder zal het dier bij thermisch discomfort ook proberen om overtollige warmte kwijt te raken door te hijgen.



Thermisch discomfort kan dus ook ingeschat worden op basis van de ademhalingsfrequentie. Een 'hittestress score' (specifiek voor runderen) die echter vollediger, sneller en makkelijker toe te kennen is door observatie vanop een grotere afstand, zonder gebruik van enig meetinstrument, is de 'Panting Score' (Fig. 1). Het monitoren van Panting Scores vereist enkel een observator met kennis van het score-systeem. Dit systeem wordt niet enkel in het onderzoek maar ook in de praktijk gebruikt, namelijk bij vleesvee in 'feedlots'. Ons onderzoek heeft uitgewezen dat deze score ook gebruikt kan worden bij melkvee en Belgisch Wit Blauwe zoogkoeien en kalveren op de weide (zie hoofdstuk 4).

De 'Panting Score' kan gescoord worden op een continue schaal, gemerkt met de beschrijving van elke stap van één eenheid of een halve eenheid (Fig. 1). Een $PS \geq 2$ bij $\geq 10\%$ van de kudde wordt door de ontwikkelaars voorop gesteld als grenswaarde om ernstig thermisch discomfort te definiëren. De overgang van PS 2,5 naar PS 4,5 kan bij ernstige hitte heel snel gebeuren (in minder dan 2 uur). Wanneer er $\geq 10\%$ van de kudde een score van 3,5 of hoger heeft, is er een verhoogde kans op sterfte.



Figuur 1. De gemerkte 'continue schaal gebruikt om de Panting Score (PS) te bepalen. Bron van beschrijvingen en foto's: <http://www.mla.com.au/files/02daccf7-a8ef-4c2e-9288-9d5900e40fa9/heatload-in-feedlot-cattle.pdf>.

4 Aanbevelingen betreffende schaduw voor rundvee op de weide

Zoals al vermeld, zijn de positieve effecten van schaduw op de weide voor rundvee in warme klimaten reeds goed gekend en heeft ons onderzoek bovendien het nut van schaduw op de weide voor het thermisch comfort van melk- en vleesvee specifiek in België bevestigd.

Anderzijds zouden veehouders in warme zomeromstandigheden ook kunnen kiezen om hun runderen bij warm weer (tijdelijk) op te stallen. Voor melkkoeien is dit inderdaad een gemakkelijke oplossing, aangezien er op het melkveebedrijf gewoonlijk toch voldoende stalruimte is om de hele kudde tegelijk binnen te houden, en aangezien de dieren op de meeste melkveebedrijven hoe dan ook twee of drie keer per dag binnenkomen om gemolken te worden. Anderzijds moet de stal dan ook effectief een goed thermisch comfort kunnen bieden, door de aanwezigheid van voldoende ventilatie en/of andere koelingsmechanismen.

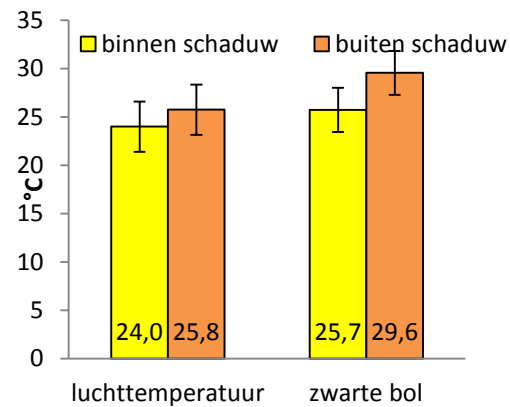
Vanuit het oogpunt van het dier is het misschien nog beter om de koe de vrije keuze tussen binnen en buiten te laten. Indien runderen dus niet opgestald worden, is het in elk geval aangeraden om schaduw op de weide te voorzien om thermisch comfort te waarborgen.

Een eerste mogelijke bron van schaduw op de weide, zijn bomen. Ze creëren niet alleen schaduw, maar hebben ook een extra verkoelend effect door verdamping van vocht uit de bladeren. Anderzijds zouden uitgebreide boomzones de beschikbaarheid van gras en dus de draagkracht van het weiland kunnen beperken, door (onder andere) overmatige vertrapping in de schaduwzone. Verder is het niet helemaal duidelijk of en in hoeverre boomschaduw zelf een belemmering vormt voor de productiviteit van het omringende grasland, omdat deze laatste ook door veel bijkomende (en dus versturende) factoren wordt beïnvloed.

Verder zorgen bomen op de weide, als 'kleine landschapselementen', voor een grotere biodiversiteit en versterken ze de landschapsconnectiviteit. Bovendien hebben bomen op de weide, zeker specifiek 'knotbomen', een belangrijke cultuurhistorische waarde in het Belgische landschap. Veel gemeentebesturen keren dan ook premies of subsidies uit (aan particulieren, landbouwers of verenigingen) voor de aanleg en/of onderhoud van dergelijke kleine landschapselementen. Meer informatie en ook regelgeving met betrekking tot de aanplant van bomen op de weide, kan je opvragen bij je gemeentebestuur. Ook passen bomen op de weide perfect in het kader van 'agro-beheer' en boslandbouwsystemen ('agroforestry'). Agroforestry zorgt door de houtopbrengst niet enkel voor een ecologische maar ook voor een economische meerwaarde van de bomen. Het Vlaamse Departement Landbouw en Visserij kan dan ook tot 80% van de aanplantkosten voor boslandbouw subsidiëren, in het kader van nieuwe Programma voor Plattelandsontwikkeling (PDPO III). Meer info is te vinden op <http://lv.vlaanderen.be/nl/subsidies/perceel-en-dier/plant/boslandbouw>.

In ons onderzoek werd (grenzend aan elk proefveld) schaduw voorzien in een deel van de weide dat beplant was met jonge wilgen, populieren en elzen, waartussen ook commercieel beschikbare polyethyleen schaduwdoeken opgespannen werden, die de zonnestraling reduceren met 80%. Zelf hebben we op verschillende warme dagen (maximum temperaturen $\geq 25^{\circ}\text{C}$, volgens het weerbericht) ook de luchttemperatuur en de zwarte bol temperatuur (zie hoofdstuk 2) gemeten onder deze schaduwconstructies,

en in open veld er vlakbij (20-50 m). Schaduw reduceerde de zwarte bol temperatuur met 3,8 °C en de luchttemperatuur met 1,8 °C (Fig. 2).



Figuur 2. Gemiddelde luchttemperatuur en zwarte bol temperatuur (ZBT) onder de schaduwconstructie (met jonge bomen en schaduwdoek) en erbuiten, bij warme omstandigheden.

Onderzoek in Nebraska (midden VS, warm en droog klimaat) heeft ook de beschuttingswaarde van verschillende soorten polyethyleen schaduwdoek geëvalueerd op basis van micro-klimatologische metingen binnen en buiten de schaduw (Eigenberg et al., 2010). Het gemeten microklimaat werd telkens ingedeeld in drie hittestress categorieën: thermoneutraal, milde hittestress en ernstige hittestress. Doeken met een schaduwpercentage van 100% en een reflecterende coating erop, verminderde het voorkomen van milde hittestress met 41%, terwijl doeken met een schaduwpercentage van 60%, met en zonder een reflecterende coating, het voorkomen van milde hittestress verminderde met respectievelijk 8% en 3%. Een belangrijk voordeel van schaduwdoek is het lage gewicht, dat de bouw van eenvoudige draagbare of verplaatsbare constructies mogelijk maakt, waardoor puntvervuiling en –vertrapping kan voorkomen worden. Bovendien kunnen verplaatsbare structuren nuttig zijn om samen met de dieren te verhuizen bij rotatie-beweiding. Dergelijke verplaatsbare structuren met schaduwdoek worden zelfs gecommmercialiseerd in de VS.

Voor vaste schaduwconstructies kunnen nog allerlei andere materialen en ontwerpen gebruikt worden, elk met verschillende duurzaamheid, kost en effectiviteit. Wanneer men metalen daken gebruikt, moet men er wel voor zorgen dat het in de zon snel opwarmende metaal geen extra stralingswarmte aan de schuilende dieren afgeeft. Deze stralingswarmte kan beperkt worden door het dak te isoleren en voldoende hoog te plaatsen. Verder moet de bodem onder de beschutting na een natte periode of na urineren en mesten van de dieren eronder kunnen uitdrogen. Daarom is natuurlijke ventilatie en goede bodemdrainage van belang.

Uiteraard moeten alle types van beschutting de dieren in de kudde voldoende individuele ruimte bieden. Algemeen wordt minimum 3,5 m² tot 6,5 m² schaduw per dier aanbevolen (Armstrong, 1994). Dit komt in grote lijnen overeen met de minimale ruimte die koeien nodig hebben om comfortabel te liggen, rusten en elkaar passeren. De 'International Commission of Agricultural and Biosystems Engineering' beveelt bijvoorbeeld 5,7 m² ligruimte per dier aan voor Holstein koeien en 3,3 m² ligruimte per dier voor vleeskoeien van 700 kg in vrije loopstallen. Onderzoek bij melkkoeien op de weide in Nieuw-Zeeland (Schütz et al., 2010) toonde wel aan dat koeien dubbel zoveel en ook vaker met meerdere koeien tegelijk gebruik maakten van schaduw bij 9,6 m² tegenover 2,4 m² schaduw per koe. Bovendien zorgde de grotere individuele ruimte voor minder agressieve interacties en lagere ademhalingsfrequenties. In een veldstudie op commerciële melkveebedrijven, stelden Schütz et al. (2010) ook vast dat meer schaduw per koe zorgde voor minder 'Panting Scores' ≥ 2 .

5 Regelgeving betreffende Ruimtelijke Ordening bij het voorzien van schaduwconstructies of schuilhokken op weiden

Als men een schuilhok wil plaatsen, moet in principe steeds een stedenbouwkundige aanvraag gebeuren bij de dienst Ruimtelijke Ordening van de desbetreffende gemeente. Onder strikte voorwaarden is de bouw van een schuilhok vanaf december 2010 echter vrijgesteld van stedenbouwkundige vergunning.

Een stedenbouwkundige vergunning is niet nodig als het schuilhok voldoet aan alle onderstaande criteria:

- de locatie ligt in agrarisch gebied
- de oppervlakte is minder dan twintig vierkante meter
- het hok is aan één kant helemaal open
- het hok bestaat uit gemakkelijk verwijderbare materialen



In andere gevallen of bij twijfel moet er een aanvraag gebeuren bij de dienst Ruimtelijke Ordening van de gemeente. Deze maakt voor ieder geval apart een afweging op basis van een aantal besluiten en omzendbrieven en - in beschermde gebieden - de nodige adviezen van de Afdeling Monumenten en Landschappen en/of het Agentschap Natuur en Bos, rekening houdend met de afmetingen, verwijderbaarheid en landschappelijke integratie.

De omzendbrieven kan men via onderstaande URL's terugvinden:

- <http://www.ruimtelijkeordering.be/NL/Beleid/Wetgeving/Omzendbrieven/omzgestplannen> (artikels 11 en 13)
- <http://www.ruimtelijkeordering.be/NL/Beleid/Wetgeving/Omzendbrieven/omzstallen>

6 Aangetoonde effecten van hitte en schaduw op thermisch comfort

In ons onderzoek werd vastgesteld dat, zelfs in een gematigd klimaat als dat van België, schaduw op de weide het thermisch comfort van runderen verbetert in warme omstandigheden. Met een toenemende graad van hitte (gekwantificeerd door de HLI) nam het gebruik van schaduw toe, bij Holstein melkkoeien en bij Belgisch Wit Blauwe zoogkoeien en kalveren. Ook nam de ademhalingsfrequentie en PS toe (bij de drie diertypes), maar bij gebruik van schaduw kwamen er minder sterk verhoogde ademhalingsfrequenties en PS voor. Hieronder lichten we toe hoe de onderzoekers tot deze conclusies kwamen.

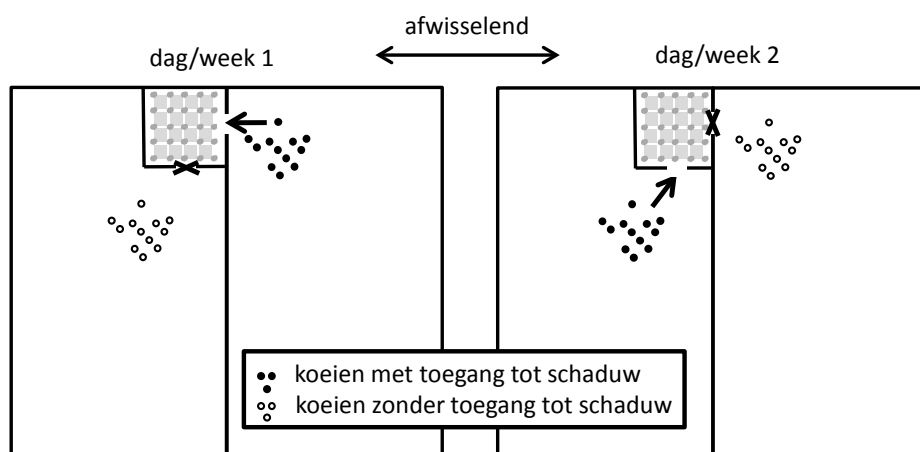
Proefopzet

Het onderzoek vond plaats gedurende drie opeenvolgende zomers (2011, 2012, 2013), op de weilanden van het proefbedrijf rundveehouderij van ILVO (Melle). Grenzend aan alle weiden in de studie werd een omheind schaduwgebied voorzien. Zoals reeds vermeld, bestonden de schaduwgebieden uit een deel van het weiland, beplant met jonge bomen en daartussen opgespannen schaduwdoek (dat de zonnestraling reduceerde met 80%). Het beschaduwde gebied werd afgerasterd met schrikdraad, met uitzondering van een doorgang van 3 à 5 m naar één van de twee aangrenzende weilanden.



Tijdens de zomers van 2011 en 2013, werd de kudde van lacterende Holstein melkkoeien – het totale aantal variërend tussen 60 en 110 - verdeeld in twee groepen van gelijke grootte. Deze groepen waren zo vergelijkbaar mogelijk met betrekking tot eigenschappen waarvan bekend is dat ze de gevoeligheid voor hittestress beïnvloeden (namelijk productiviteit, pariteit, leeftijd en percentage zwarte vacht). Ook de kudde van 30 zoogkoeien - en in 2011 ook hun zogende kalveren, vanaf een leeftijd van twee weken tot spenen (16 weken) - werd in twee zo vergelijkbaar mogelijke groepen verdeeld.

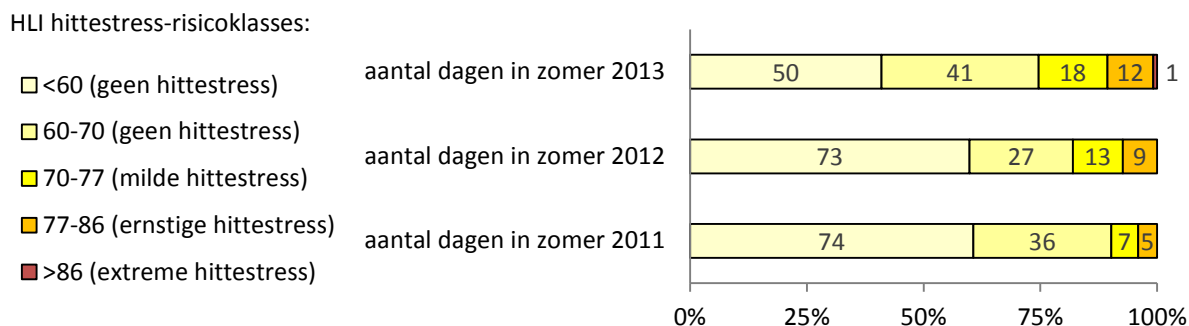
Tijdens deze zomers had de ene groep (de schaduw-behandeling) telkens (in elke kudde) toegang tot het schaduwgebied, terwijl de andere groep (de niet-schaduw-behandeling) nooit toegang tot schaduw op de weide had. Om mogelijke versturende effecten van het perceel (bvb. kwantiteit en kwaliteit van gras, locatie van drinkbakken enz.) uit te sluiten, werden de groepen en de doorgang naar het schaduwgebied regelmatig gewisseld tussen de percelen (Fig. 3). Tijdens de zomer van 2012, werden beide kuddes (melkvee en vleesvee) op dezelfde weiden gehouden als in 2011 en 2013, maar geen van de dieren had toegang tot schaduw. Dezelfde observaties werden uitgevoerd als in 2011 en 2013, om het effect van klimatologische omstandigheden als dusdanig op het thermisch comfort te onderzoeken.



Figuur 3. Schema van proefopstelling in 2011 en 2013. Om versturende effecten van het perceel uit te sluiten, werden de groepen en de doorgang naar het schaduwgebied regelmatig gewisseld tussen de percelen: dagelijks voor melkkoeien, wekelijks voor vleesvee.

Er werd een mobiel weerstation geplaatst op een open plek binnen 500 m van alle weides in het experiment. Dit weerstation registreerde elke 15 minuten de gemiddelde luchttemperatuur, luchtvochtigheid, zonnestraling en windsnelheid. Op basis van deze metingen werden (per 15 minuten) de waarden van de HLI berekend, die in het hele onderzoek gebruikt werden om de graad van hitte te kwantificeren.

Fig. 4 geeft een indicatie van hoe vaak er in de drie proef-zomers klimatologische omstandigheden voorkwamen die kans geven op milde en ernstige hittestress.



Figuur 4. Voorkomen van klimatologische omstandigheden die kans op hittestress geven, in de drie zomers (begin juni tot eind september) waarin de studie plaatsvond. Gebaseerd op het daggemiddelde van de HLI, ingedeeld in hittestress-risicoklassen volgens de classificatie van Gaughan et al. (2008).

Dier-observaties

Op verschillende dagen tijdens de zomers van 2011 en 2013, verspreid over een range van omstandigheden variërend tussen thermoneutraal en zeer warm (Tabel 3), werd het gebruik van schaduw door de individuele dieren uit de schaduw-behandeling opgevolgd tussen 10u en de avond-melkbeurt voor de melkkoeien ($\pm 15u$), en tussen 10u en de late namiddag (tussen 15u en 18u) voor de vleeskoeien. Een onbemande camera filmde de doorgang naar en van het schaduwgebied. Individuele koeien werden geïdentificeerd in de video. Zodanig hebben we per 15 minuten en per individuele koe bepaald of ze al dan niet schaduw gebruikt had. Deze data werden gekoppeld aan de waarden van de HLI in de voorgaande 15 minuten.

Tabel 3. Overzicht van het aantal dagen waarop het schaduwgebruik, de Panting Score (PS) en de ademhalingsfrequentie (AF) werden waargenomen, per jaar voor melkkoeien, volwassen BWB zoogkoeien en BWB kalveren, en de minimale, maximale en gemiddelde (gem.) Heat Load Index (HLI) op deze dagen. N.v.t. = niet van toepassing, omdat schaduw of het type dier niet beschikbaar was.

		melkvee			BWB zoogkoeien			BWB kalveren			
2011	schaduwgebruik	n=15			n=21			n=19			
	PS en AF	n=13			n=15			n=13			
2012	schaduwgebruik	n.v.t.			n.v.t.			n.v.t.			
	PS en AF	n=9			n=11			n=7			
2013	schaduwgebruik	n=13			n=15			n.v.t.			
	PS en AF	n=13			n=15			n.a.			
		min	max	gem	min	max	gem	min	max	gem	
2011 + 2012 +2013		HLI	51,2	88,12	71,72	45,4	88,12	72,81	45,4	87,82	68,04

Op de meeste dagen tijdens dewelke schaduwgebruik werd opgevolgd en op verschillende thermoneutrale tot warme dagen in de zomer van 2012 (Tabel 3), werden de ademhalingsfrequentie en de PS gemeten in elke groep. In de kudde van het vleesvee werden alle dieren (koeien en kalveren) één keer per uur gescoord. In 2011 en 2013 wisselde de observator per half uur af tussen de groep met en de groep zonder toegang tot schaduw. Ook in de melkveekudde, wisselde de observator in 2011 en 2013 per half uur af tussen de groep met en de groep zonder toegang tot schaduw.

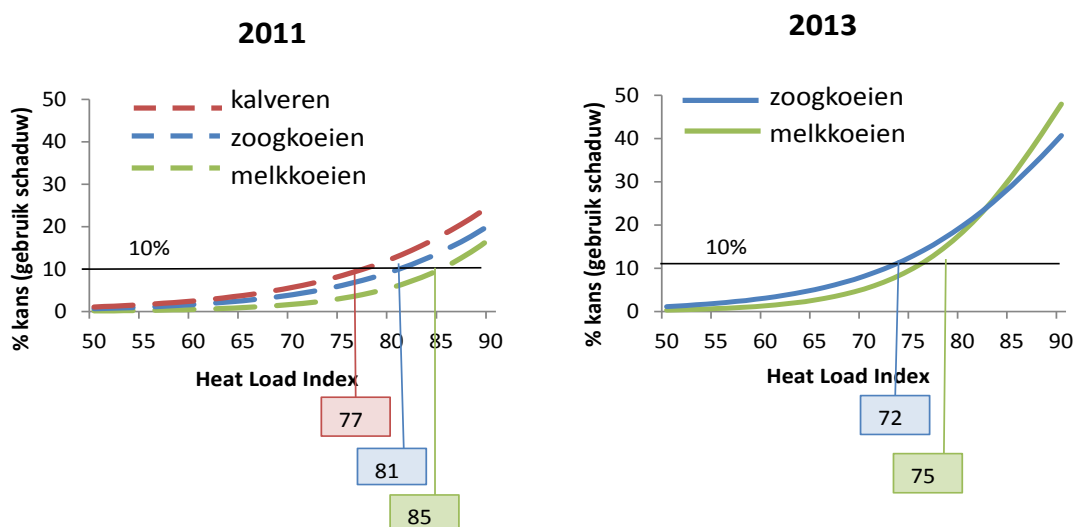


In deze kudde werd de ademhalingsfrequentie en PS gescoord bij ongeveer 30 willekeurig geselecteerde koeien in elke groep. In 2012 werd in elke uurlijkse scan de ademhalingsfrequentie en PS gescoord bij ongeveer 60 willekeurig geselecteerde koeien in de melkvee-kudde (allemaal zonder toegang tot schaduw). De ademhalingsfrequentie werd bepaald door vijf ademhalingen (flank-bewegingen) te chronometreren en deze meting om te zetten in het aantal ademhalingen per minuut. Tegelijkertijd werd de PS gescoord.

Effect van klimaat op gebruik van schaduw

We onderzochten het effect van hitte op het gebruik van schaduw, maar we namen in de statistische modellen ook het jaar-effect mee. Verkennende analyses gaven immers al een vrij groot verschil aan in gebruik van schaduw tussen 2011 en 2013. We interpreteerden een kans op schaduwgebruik $\geq 10\%$ (arbitraire drempelwaarde) als teken van thermisch ongemak voor dieren buiten schaduw.

Bij de melkkoeien zowel als bij de BWB zoogkoeien en hun kalveren, steeg de kans op het gebruik van schaduw (en dus de proportie van de kudde die schaduw zou gebruiken) significant met toenemende graad van hitte (HLI). De respons van de volwassen koeien op toenemende hitte verschilde wel tussen 2011 en 2013. In 2013 nam de kans op schaduwgebruik steiler toe naarmate HLI steeg dan in 2011 (Fig. 5). In 2011 verschilden de responsen van melkkoeien, zoogkoeien en kalveren niet sterk, hoewel schaduwgebruik steeds het hoogst was bij de kalveren, intermediair bij de zoogkoeien en het laagst bij de melkkoeien. In 2013, was het gebruik van schaduw bij de melkkoeien aanvankelijk enigszins lager, maar het nam meer geleidelijk toe bij toenemende HLI in vergelijking met de zoogkoeien. In 2011 bereikte de kans op schaduwgebruik 10% bij een HLI van 85 voor melkkoeien, 81 voor zoogkoeien en 77 voor kalveren. Voor melkkoeien en zoogkoeien liggen deze waarden hoger dan de drempelwaarde van 77, die in Australië (Gaughan et al., 2008) gebruikt wordt om warme omstandigheden te definiëren (hoofdstuk 2). In 2013, bereikte de kans op schaduwgebruik 10% bij een HLI van 75 voor melkkoeien en 72 voor zoogkoeien, dat is tussen warme en hete omstandigheden.



Figuur 5. Effect van de Heat Load Index (HLI) op het gebruik van schaduw door de drie verschillende types runderen, (a) in 2011, (b) in 2013.

De relatief hoge drempel voor het gebruik van schaduw in 2011 zou te wijten kunnen zijn aan de combinatie van 'angst voor het nieuwe' in combinatie met hoge motivatie om als één groep samen te blijven. Bij de start van de proef waren de dieren immers wel gewend aan de bomen op de weide maar nog niet heel erg aan de schaduwdoeken ertussen en er was ook steeds een omheining tussen de dieren binnen en buiten schaduw. We zagen dan ook dat individuele koeien elkaar snel volgden bij het betreden en verlaten van het schaduwgebied. Onderzoek in tropisch klimaat toonde aan dat gebruik van schaduw beïnvloed werd door de sterke neiging van runderen om als één groep samen te blijven. Bovendien was er in 2011 nog geen drinkgelegenheid in de schaduw, wat wel het geval was in 2013.

In de praktijk zou een niet omheind schaduwgebied beter zijn (en dit is ook meer gebruikelijk), omdat dit dan makkelijker toegang biedt aan alle koeien in de kudde tegelijk, en is er dus best wel drinkgelegenheid in de schaduw. Anderzijds, versterkt het feit dat de koeien in deze proef een ‘kost’ moesten overwinnen onze veronderstelling dat de dieren die schaduw opzochten dat echt deden om bescherming tegen de hitte te zoeken. Bovendien steeg de kans op schaduwgebruik in 2013 tot 48% voor melkkoeien en 41% voor zoogkoeien.

Effect van klimaat en schaduw op visuele indicatoren van thermisch discomfort

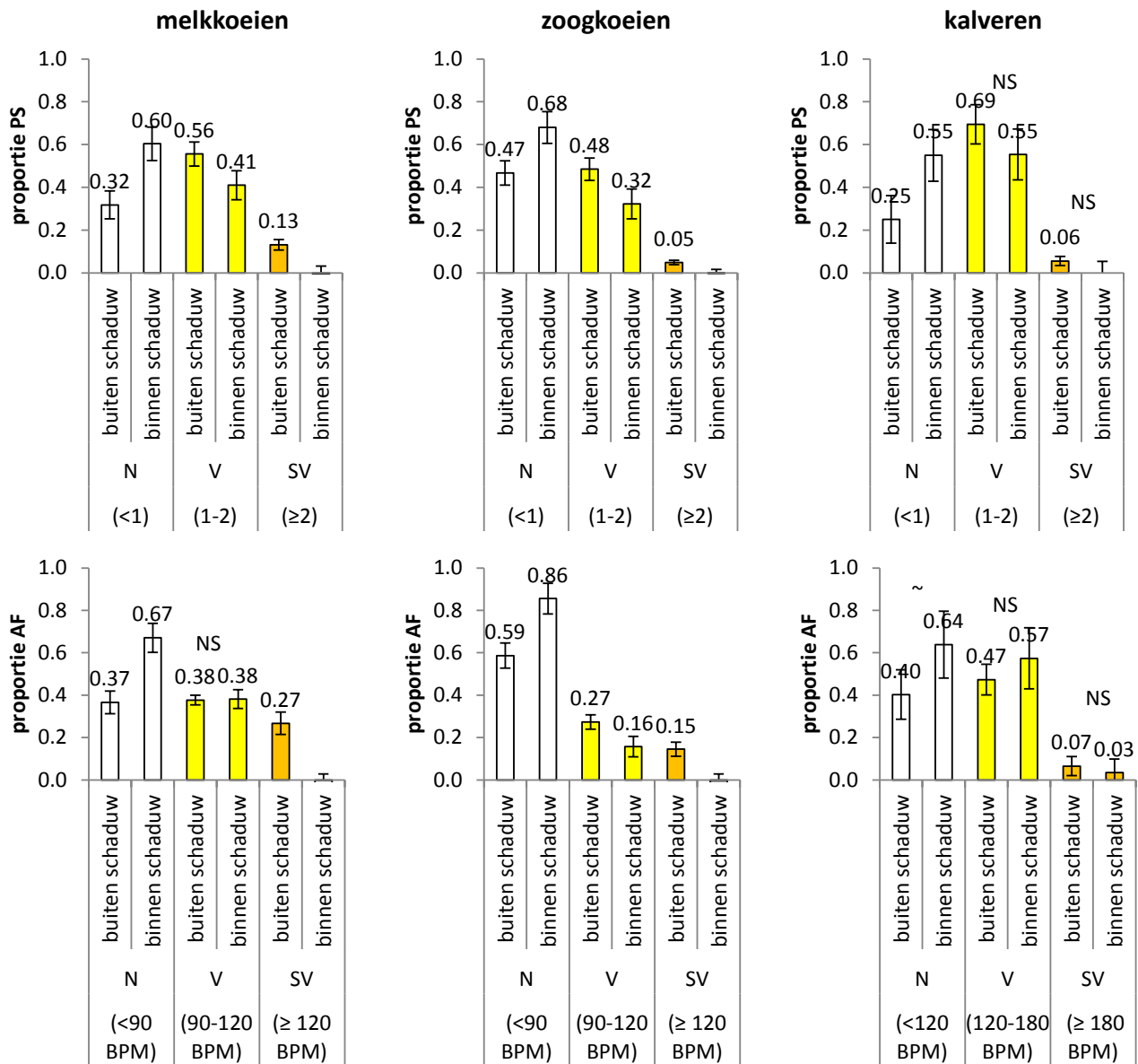
Voor de analyse van de ademhalingsfrequentie en de PS, voegden we onze gegevens van de drie zomers (schaduw- en niet-schaduw-behandelingen) samen. In deze dataset vergeleken we (per uur) het aandeel waarnemingen waarbij de PS <1 (normaal), 1-2 (verhoogde) en ≥ 2 (sterk verhoogd) was, tussen dieren binnen en buiten schaduw. Dit deden we echter enkel voor observaties bij kans op ernstige hittestress ($HLI \geq 77$). Dezelfde methode werd gebruikt om het aantal waarnemingen waarbij de ademhalingsfrequentie normaal, verhoogd en sterk verhoogd was te vergelijken tussen dieren binnen en buiten schaduw. De drempelwaarden voor de ademhalingsfrequentie-categorieën (per diersoort) worden gegeven in Tabel 4.

Tabel 4. Definitie van categorieën van Panting Score (PS) en ademhalingsfrequenties (per type rund) gebruikt in de vergelijking tussen dieren binnen en buiten schaduw.

PS	Overeenkomstige ademhalingsfrequentie (aantal per minuut) ^a		Classificatie
	Melkkoeien en zoogkoeien	Kalveren	
0-0,5	<60	<90	Normaal
0,5-1	60-90	90-120	
1-1,5	90-120	120-150	Verhoogd
1,5-2	90-120	150-180	
2-2,5	120-150	180-210	Sterk verhoogd
2,5-3	150-180	180-210	
3-3,5	180-210	210-240	Zeer sterk verhoogd
3,5-4	210-240	240-270	

^a Gebaseerd op de relatie (correlatie, per type rund) tussen PS en ademhalingsfrequentie in dezelfde observatie (hetzelfde dier, tegelijkertijd).

Zo stelden we vast dat observaties van ≥ 150 ademhalingen per minuut en $PS \geq 2,5$ bij volwassen koeien enkel voorkwamen buiten schaduw. Bij hete omstandigheden verhoogde het gebruik van schaduw bovendien het voorkomen van normale ademhalingsfrequentie en PS, zodat beiden bij minder dan 50% van de dieren voorkwamen, voor beide types koeien (Fig. 4). Voor volwassen koeien verlaagde het gebruik van schaduw ook het voorkomen van sterk verhoogde ademhalingsfrequentie. Voor zoogkoeien verminderde schaduw ook het voorkomen van verhoogde ademhalingsfrequentie. Ook voor vleeskalveren verhoogde het gebruik van schaduw het voorkomen van normale PS en er was een trend naar een hoger voorkomen van normale ademhalingsfrequentie, zodat beiden bij minder dan 50% van de dieren voorkwamen (Fig. 6). Maar voor de kalveren had het gebruik van schaduw geen significant effect op het voorkomen van verhoogde en sterk verhoogde ademhalingsfrequentie en PS.



Figuur 6: Proportie observaties van normale (N), verhoogde (V) en sterk verhoogde (SV) ademhalingsfrequenties (AF; 'breaths per minute' = BPM) Panting Scores (PS) (definitie: zie Tabel 4) voor dieren buiten en binnen schaduw, onder hete omstandigheden (HLI ≥ 77). De verschillen tussen dieren binnen en buiten schaduw zijn steeds significant, behalve die met NS (niet significant) of ~ (bijna significant, trend).

7 Aangetoonde effecten van hitte en schaduw op het energiemetabolisme en de productiviteit van melkvee

In dit onderzoek werden ook negatieve effecten van hitte en het ontbreken van schaduw op het energiemetabolisme en de productiviteit aangetoond. Een stijgende graad van hitte was bij de melkkoeien geassocieerd met:

- een verhoogde lichaamstemperatuur
- indicaties van veranderingen in het energiemetabolisme
- tekenen van hyperventilatie (een stijging van de concentratie chloride (Cl⁻) in het bloed)
- een lichte daling van de melkgift

Het aanbieden van schaduw remde de verhoging in lichaamstemperatuur, en voorkwam de tekenen van hyperventilatie en zowel als de daling in de melkgift.



Proefopzet

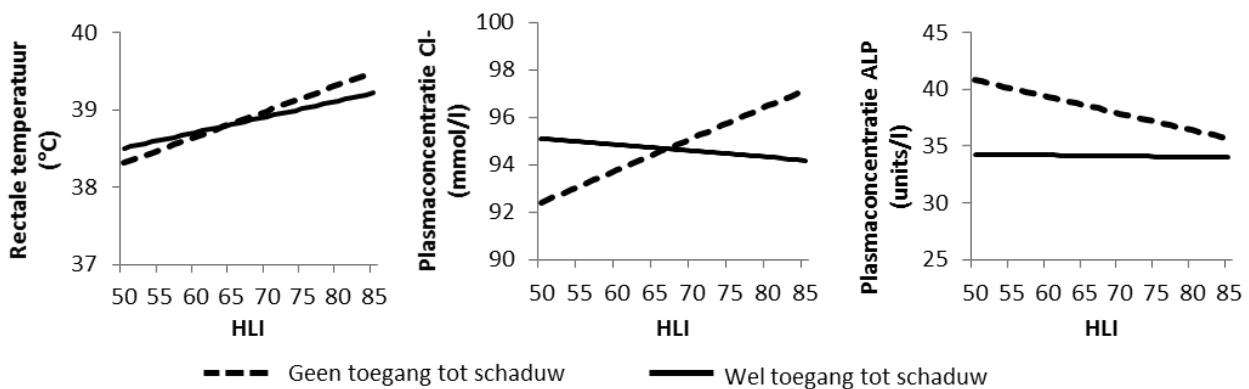
De proefopzet was dezelfde als die voor het onderzoek naar het effect van klimaat en schaduw op thermisch discomfort (zie hoofdstuk 5). Kort herhaald: tijdens de zomers van 2011 en 2013, werd een kudde lacterende Holstein melkkoeien – het totale aantal variërend tussen 60 en 110 – verdeeld in een groep met (de schaduw-behandeling) en een groep zonder (de niet-schaduw-behandeling) toegang tot schaduw. Tijdens de zomer van 2012, had geen van de dieren toegang tot schaduw. Dezelfde metingen werden uitgevoerd als in 2011 en 2013, om het effect van klimatologische omstandigheden als dusdanig na te gaan.

Lichaamstemperatuur en indicatoren van metabole veranderingen in het bloed

Aan het einde van dezelfde dagen waarop schaduwgebruik, ademhalingsfrequentie en PS geobserveerd werden (Tabel 3), werden bij het binnenkomen van de melkstal voor de avondmelkbeurt steeds 10 vaste dieren uit elke behandelingsgroep (de groep met en de groep zonder toegang tot schaduw) afgezonderd. Van deze 20 koeien werd telkens de rectale temperatuur gemeten en een bloedstaal genomen uit de staart-ader. In het bloedplasma bepaalden we de concentratie van chloride (Cl⁻), welke indicatief is voor hyperventilatie. Verder bepaalden we ook de plasmaconcentratie aan alkalische fosfatase (ALP), een enzym dat betrokken is bij de regulatie van het energiemetabolisme in de lever. De concentratie ervan is dus een algemene indicatie van veranderingen in het energiemetabolisme. De plasmaconcentratie aan cholesterol werd gebruikt als indicator voor vetafbraak en de plasmaconcentratie aan ureum en creatinine (afbraakproducten van proteïnen in de spieren) werd gebruikt als indicator voor veranderingen in proteïne-metabolisme. Al deze gegevens werden gekoppeld aan het daggemiddelde (9 tot 16u) van de HLI, en het effect van de HLI en het al dan toegang hebben tot schaduw werd statistisch geanalyseerd.

De rectale temperatuur en het metabolisme van melkkoeien werd significant beïnvloed door hitte, zelfs in het vrij gematigde klimaat van België. Maar, de toename van de RT werd getemperd door het aanbieden van schaduw. De rectale temperatuur steeg met toenemende HLI, maar minder sterk voor koeien met toegang tot schaduw dan voor koeien zonder toegang tot schaduw (Fig. 7). Wanneer de daggemiddelde HLI 85 was (\pm hoogst waargenomen waarde), was de rectale temperatuur gemiddeld 39,5 °C en 39,2 °C voor koeien zonder en met toegang tot schaduw, respectievelijk (het verschil was significant).

Voor koeien zonder toegang tot schaduw nam de plasmaconcentratie van Cl^- significant toe met toenemende hitte, wat suggereert dat de koeien zonder toegang tot schaduw bij toenemende hitte gingen hyperventileren. In hoofdstuk 5 zagen we ook al dat de ademhalingsfrequentie van melkkoeien buiten schaduw inderdaad regelmatig 120 BPM overschreed. Toegang tot schaduw, leek de hyperventilatie echter te voorkomen, want de plasmaconcentratie van Cl^- steeg niet significant met toenemende HLI voor koeien met toegang tot schaduw (Fig. 7). Een stijgende HLI was ook geassocieerd met een dalende plasmaconcentratie van ALP, wat wijst op een algemene verandering in het energiemetabolisme (veranderde regulatie door de lever). Dit werd echter ook voorkomen door toegang hebben tot schaduw (Fig. 7).



Figuur 7. Effect van HLI en het al dan niet toegang hebben tot schaduw, op de rectale temperatuur (RT) en de bloedplasmaconcentratie van chloride (Cl^-) en alkalische fosfatase (ALP).

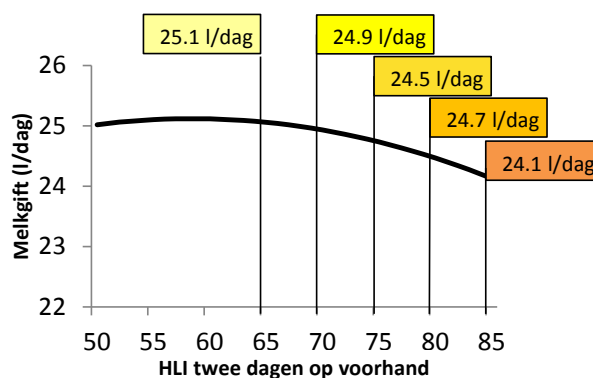
Verder was een stijgende HLI ook geassocieerd met verhoogde vetafbraak (zoals blijkt uit de afname van de plasmaconcentratie van cholesterol) en met een verhoogde proteïne-afbraak (zoals aangegeven door de toename in plasmaconcentratie van creatinine). Deze effecten werden echter niet verminderd door schaduw.

Onze bevindingen met betrekking tot ureum in het bloedplasma, daarentegen, waren tegengesteld aan de verwachtingen. Zoals bij eerder onderzoek, verwachtten we immers een toename door een verhoogde aminozuur-afbraak ten gevolge van hittestress. In ons onderzoek zagen we echter een daling van de plasmaconcentratie aan ureum met toenemende HLI (ongeacht het al dan niet toegang hebben tot schaduw). Dit effect zou veroorzaakt kunnen zijn door een verschuiving in eetgedrag. Het is immers algemeen bekend dat runderen tijdens warme dagen hun voeropname verminderen tijdens het warmste deel van de dag. Het is mogelijk dat de koeien in onze studie de lagere opname van gras op de weide gecompenseerd hebben door een hogere opname van hun dagelijks ruwvoer-rantsoen (van voornamelijk maïskuil) dat aangeboden werd vlak na de avondmelkbeurt. Daardoor daalt de opname van onbestendig eiwit uit het gras. Dit kan resulteren in een verlaagde ammoniakconcentratie in de pens en daardoor lager ureumgehalte in het bloed.

Melkgift

In elke zomer werd voor elke koe in de proef, per dag de melkgift geregistreerd. Met lineaire zowel als kwadratische modellen gingen we na of en hoe de dagelijkse melkgift beïnvloed werd door het daggemiddelde van de HLI van één dag, twee dagen en drie dagen ervoor. In al deze analyses werd ook gecorrigeerd voor het effect van het lactatiestadium en werden gegevens van koeien in het uiterste begin en het uiterste einde van de lactatie weggelaten uit de dataset. Ongeacht het potentiële effect van hitte, neemt de melkgift immers ongeveer lineair af tussen piek-lactatie en het einde van de lactatie.

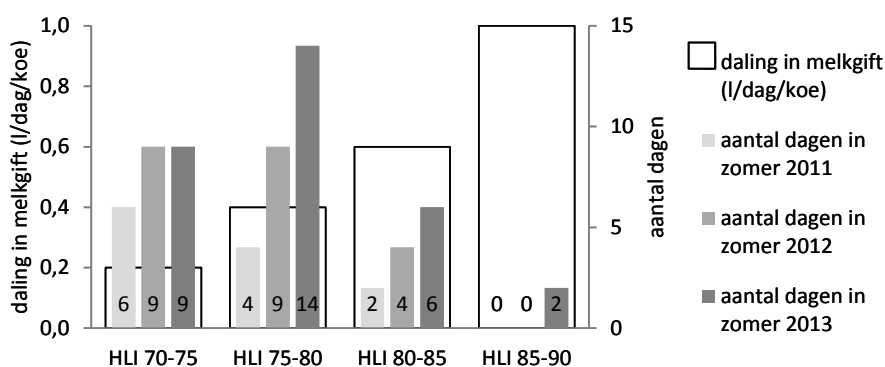
Bij koeien met toegang tot schaduw werd de melkgift niet significant beïnvloed door HLI één, twee of drie dagen op voorhand (niet volgens de lineaire modellen en niet volgens de kwadratische modellen). De melkgift van koeien zonder toegang tot schaduw werd echter wel significant beïnvloed door de HLI twee dagen ervoor (in het kwadratische model). Hoe hoger de HLI steeg boven 65, hoe sterker de daling in melkgift. Wanneer de daggemiddelde HLI steeg van 65 naar 75, bijvoorbeeld, daalde de melkgift van 25,1 l/dag tot 24,5 l/dag. Maar wanneer HLI verder steeg tot 85, daalde de melkgift tot 24,1 l/dag (Fig. 8).



Figuur 8. Gemiddeld effect van HLI op de melkgift (twee dagen later) van koeien zonder toegang tot schaduw.

Fig. 9 geeft een indicatie van hoe vaak er in de drie proef-zomers klimatologische omstandigheden voorkwamen die zorgen voor dergelijke reducties in melkgift.

Figuur 4. Voorkomen van klimatologische omstandigheden die zorgen voor een verschillende mate van reductie in melkgift, in de drie zomers (begin juni tot eind september) waarin de studie plaatsvond.



Onze studie heeft aangetoond dat schaduw op de weide voor melk- en vleesvee, zelfs in het gematigde klimaat van België, tijdens warme omstandigheden zeker een toegevoegde waarde heeft. Schaduw verbetert ten eerste het thermisch comfort, en ten tweede ook de energiestatus. Bovendien toonde onze studie ook aan dat in warme omstandigheden de melkproductie licht (tot ongeveer 1 l/dag per koe) vermindert voor koeien zonder toegang tot schaduw, maar dat schaduw deze productiedaling voorkomt.

8 Bijkomende maatregelen om negatieve effecten van hittestress te voorkomen

Naast het voorzien van schaduw op de weide, kan men ook nog volgende maatregelen treffen om negatieve effecten van hittestress te voorkomen of ten minste te beperken.

- Voorzie altijd voldoende schoon en fris drinkwater (bij voorkeur in de schaduw)
- Zorg dat minstens 10% van de dieren op de weide tegelijk kan drinken
- Vooral bij melkkoeien in lactatie kan de wateropname bij hittestress sterk oplopen, dus controleer niet-zelf-bijvullende systemen regelmatig
- Pas eventueel het beweidingsschema aan: laat bij heel warme omstandigheden de dieren alleen 's nachts en/of 's avonds en in de vroege ochtend op de weide
- Pas eventueel voederschema's en voedersamenstelling aan bij warme omstandigheden:
 - Vaker voeren op de koelere momenten van de dag, kan de voederopname (die bij hittestress minder wordt tijdens de warmste momenten van de dag) stimuleren.
 - Een gemakkelijk verteerbaar rantsoen met een hoge energiewaarde beperkt de hitteproductie in de pens. Anderzijds moet voldoende ruwvoeder in het rantsoen behouden worden om pens-acidose te voorkomen. Daarom wordt vaak aangeraden om het aandeel graan in het rantsoen te verlagen en het aandeel vet te verhogen.
 - Het rantsoen kan aangepast worden om mineraal-verliezen door kwijlen, zweten en verhoogde urinaire uitscheiding te balanceren.

Voor meer gedetailleerd advies omtrent hittestress rantsoenen voor runderen, kan men ook terecht bij veevoederfirma's.

9 Literatuurlijst

Armstrong, D.V., 1994. Heat Stress Interaction with Shade and Cooling. *Journal of Dairy Science* 77, 2044-2050.

Eigenberg, R.A., Brown-Brandl, T.M., Nienaber, J.A., Hahn, G.L., 2005. Dynamic Response Indicators of Heat Stress in Shaded and Nonshaded Feedlot Cattle, Part 2: Predictive Relationships. *Biosystems Engineering* 91, 111-118.

Gaughan, J.B., Mader, T.L., Holt, S.M., Lisle, A., 2008. A new heat load index for feedlot cattle. *Journal of Animal Science* 86, 226-234.

Schütz KE, Rogers AR, Poulouin YA, Cox NR and Tucker CB 2010. The amount of shade influences the behaviour and physiology of dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 93, 125-133.

Van laer, E., Moons, C.P.H., Sonck, B., Tuytens, F.A.M., 2014. Importance of outdoor shelter for cattle in temperate climates. *Livestock Science* 159, 87-101.

Van laer, E., Tuytens, F.A.M., De Campeneere, S., Sonck, B., 2015. Preventie van thermisch discomfort bij runderen in natuurbeheer. *ILVO-mededeling* 186, 35pp

10 Dankwoord / Partners / Financiering

Het onderzoek werd goedgekeurd door de Ethische Commissie van het ILVO (EG 2011/151 en EG 2011 / 151bis).

De auteurs danken de vele mensen die mee geholpen hebben om dit onderzoek uit te voeren. Dit zijn de diervverzorgers en technici (vooral Piet Van Laere, Seppe Holemans, Sara Van Lembergen, Esther Beeckman en Thijs Decroos) van ILVO, Eenheid Dier, en masterstudent Evelien Van de Keere.

Deze studie werd (ten dele) gefinancierd door de Federale Overheidsdienst Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu (contract RT 10/13 PASTRESS).



De auteurs danken ook de projectpartners van KULeuven (Prof. em. Rony Geers en Ir. Melissa Snoecks) en UGent (Prof. Dr. Christel Moons en Prof. em. Frank Ödberg) voor de samenwerking en de uitvoering van de andere onderzoeken binnen het project.



Het onderzoek maakte ook deel uit van een doctoraat, getiteld:

'Detection, consequences and prevention of thermal discomfort for cattle kept outdoors in Belgium', 2015, UGent, Faculteit Diergeneeskunde, Vakgroep Genetica, Voeding en Ethologie, Heidestraat 19, 9820 Merelbeke.

Auteur: Eva Van laer

Promotor: Prof. Dr. Frank A.M. Tuyttens,
ILVO-Dier & Faculteit Diergeneeskunde , UGent

Co-promotor: Prof. Dr. Christel Moons,
Faculteit Diergeneeskunde , UGent



Contact

Frank Tuyttens, Wetenschappelijk onderzoeker
Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek ILVO
Dier
Scheldeweg 68
9090 Melle
T +32 9 272 26 05
frank.tuyttens@ilvo.vlaanderen.be

Leen Vandaele, Wetenschappelijk onderzoeker
Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek ILVO
Dier
Scheldeweg 68
9090 Melle
T +32 9 272 26 26
leen.vandaele@ilvo.vlaanderen.be

Deze publicatie kan ook geraadpleegd worden op:
[www.ilvo.vlaanderen.be/pers en media/ILVO mededelingen](http://www.ilvo.vlaanderen.be/pers%20en%20media/ILVO%20mededelingen)

Vermenigvuldiging of overname van gegevens toegestaan mits duidelijke bronvermelding.

ILVO

Aansprakelijkheidsbeperking

Deze publicatie werd door ILVO met de meeste zorg en nauwkeurigheid opgesteld. Er wordt evenwel geen enkele garantie gegeven omtrent de juistheid of de volledigheid van de informatie in deze publicatie. De gebruiker van deze publicatie ziet af van elke klacht tegen ILVO of zijn ambtenaren, van welke aard ook, met betrekking tot het gebruik van de via deze publicatie beschikbaar gestelde informatie.

In geen geval zal ILVO of zijn ambtenaren aansprakelijk gesteld kunnen worden voor eventuele nadelige gevolgen die voortvloeien uit het gebruik van de via deze publicatie beschikbaar gestelde informatie.

The logo for ILVO, consisting of the letters 'ILVO' in a bold, green, sans-serif font. A vertical green bar is located on the right side of the page.

ILVO

Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek
Burg. Van Gansberghelaan 92
9820 Merelbeke - België

T +32 9 272 25 00
ilvo@ilvo.vlaanderen.be
www.ilvo.vlaanderen.be