

In dit rapport worden de resultaten gepresenteerd van een studie met verschillende strategieën van waterversprekking en het wel of niet verstrekken van luzerne bij opfok vleeskuikenouderdieren. Dit experiment is uitgevoerd in opdracht van het Consortium Breeders In Technology (BITE) en het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

Uit het onderzoek blijkt dat opfok vleeskuikenouderdieren die langer water verstrekt kregen, meer water verbruikten (en niet fysiek opnamen) waardoor de strooiselkwaliteit snel slechter werd met een slechtere bevedering en bevulling van het verenkleed en voetzolen tot gevolg.

Verder blijkt uit het onderzoek dat het verstrekken van luzerne resulteerde in een iets lagere voergift aan het einde van de opfok, een iets slechtere uniformiteit en minder object pikken.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/638936> of op www.wur.nl/livestock-research (onder Wageningen Livestock Research publicaties).



Dit werk valt onder een Creative Commons Naamsvermelding-Niet Commercieel 4.0 Internationaal-licentie.

© Wageningen Livestock Research, onderdeel van Stichting Wageningen Research, 2023

De gebruiker mag het werk kopiëren, verspreiden en doorgeven en afgeleide werken maken. Materiaal van derden waarvan in het werk gebruik is gemaakt en waarop intellectuele eigendomsrechten berusten, mogen niet zonder voorafgaande toestemming van derden gebruikt worden. De gebruiker dient bij het werk de door de maker of de licentiegever aangegeven naam te vermelden, maar niet zodanig dat de indruk gewekt wordt dat zij daarmee instemmen met het werk van de gebruiker of het gebruik van het werk. De gebruiker mag het werk niet voor commerciële doeleinden gebruiken.

Wageningen Livestock Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen Livestock Research is NEN-EN-ISO 9001:2015 gecertificeerd.

Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.



Inhoud

Woord vooraf	5
Samenvatting	7
1 Inleiding	11
2.1 Dieren, huisvesting en verzorging	13
2.2 Experimentele opzet	14
2.3 Waarnemingen	15
2.4 Statistische analyse	17
3 Resultaten	18
3.1 Verloop experiment	18
3.2 Lichaamsgewicht en voergift	18
3.3 Luzerneverbruik	20
3.4 Uniformiteit	20
3.5 Waterverbruik	21
3.6 Waterverbruik gedurende de dag	22
3.7 Strooisel en verse mest	23
3.8 Bevedering en bevueling	24
3.9 Diergedrag	287
3.9.1 Gedrag algemeen	28
3.9.2 Respons op novel object	28
4 Discussie	32
4.1 Lichaamsgewicht en voergift	32
4.2 Luzerneverbruik	32
4.3 Uniformiteit	33
4.4 Waterverbruik	33
4.5 Strooisel en verse mest	34
4.6 Bevedering en bevueling	37
4.7 Diergedrag	38
Conclusie	40
Literatuur	41
Bijlage 1 Ingrediënten voeders (g/kg)	42
Bijlage 2 Berekende samenstelling voeders (g/kg)	43
Bijlage 3 Ethogram gedrag	44



Woord vooraf

Net als alle andere veehouderij sectoren in Nederland heeft de vleeskuikenouderdierensector te maken met een maatschappij die steeds kritischer kijkt naar de wijze waarop dieren worden gehouden. De gangbare houderij wordt regelmatig ter discussie gesteld en er worden vragen gesteld over de manier waarop we vleeskuikenouderdieren houden. De trend van de laatste jaren is dat we het systeem zodanig moeten aanpassen dat de dieren hun natuurlijk gedrag kunnen uitoefenen. Tot nu toe werd andersom gedacht en gehandeld, waarbij het dier werd aangepast om deze goed te laten functioneren in het systeem. Eén van de discussies bij vleeskuikenouderdieren is het verstrekken van een gecontroleerde hoeveelheid voer en water, wat nadelig kan zijn voor het gedrag en welzijn van de dieren. Daarvoor moeten oplossingen bedacht worden die tegemoet komen aan de behoefte van het dier en de pluimveehouder.

In dit rapport worden de resultaten gepresenteerd van een experiment met opfok vleeskuikenouderdieren waarbij de dieren verschillende tijdsduur water kregen. Daarnaast werd naar het effect van het verstrekken van luzerne gekeken. Deze studie is uitgevoerd door Wageningen Livestock Research in opdracht van, en gefinancierd door het Consortium Breeders In Technology en het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Het hier beschreven onderzoek kan bijdragen aan een toekomst met onbeperkte waterversprekking aan vleeskuikenouderdieren.

De auteur bedankt de partners (Ministerie van LNV, AVINED (Stuurgroep opfok en vermeerdering LTO/NOP en NVP), ABZ Diervoeding, Aviagen-EPI, De Heus Voeders, EW Nutrition, ForFarmers-De Hoop, Hubbard, Trouw Nutrition, Sommen en Veterinair Centrum Someren) binnen het project Breeders In Technology voor de prettige samenwerking.

Projectleider

Dr. ing. R.A. (Rick) van Emous



Samenvatting

Aanleiding en doel

Vleeskuikenouderdieren krijgen een gecontroleerde hoeveelheid voer om te voorkomen dat ze te snel groeien (van Emous, 2021). Daarnaast krijgen de dieren ook een beperkte (maar voldoende) hoeveelheid water verstrekt om een goede strooiselkwaliteit te waarborgen. Tijdens de opfokperiode wordt meestal drie uur water per dag verstrekt en tijdens de legperiode vijf tot zeven uur per dag (van Emous, 2023a). Uit beperkt onderzoek bleek dat waterbeperking (2 tot 3 uur per dag) geen effect had op de welzijnsindicatoren en stereotiep pikgedrag in vergelijking met onbeperkte waterversprekking (Hocking, 1993; Hocking et al., 1993). Waarop geconcludeerd werd dat (opfok) ouderdieren niet constant water nodig hebben. Dit is onder natuurlijke omstandigheden ook het geval. Tijdens recente experimenten van Wageningen Livestock Research zag men echter een groot verschil tussen het wateropnamegedrag van volwassen vleeskuikenouderdieren die waren opgefokt bij een verschillend watermanagement. Opfokdieren die 7,5 uur water kregen tijdens de lichtperiode van 8 uur hadden een lagere wateropname tijdens de start van de legperiode in vergelijking met dieren die gedurende een beperkte tijd (3 tot 4 uur) water verstrekt kregen tijdens de opfokperiode.

Gedurende de laatste 50 jaar is het groeipotentieel van vleeskuikens, en daarmee ook van de vleeskuikenouderdieren (vkod), enorm toegenomen. Om een te hoge opname, en daaruit voortvloeiende gezondheidsproblemen te voorkomen, wordt de hoeveelheid voer die de vleeskuikenouderdieren tijdens de opfok krijgen gecontroleerd. Vanuit gedragsonderzoek zijn er aanwijzingen dat voercontrole bij vleeskuikenouderdieren resulteert in afwijkend gedrag dat indicatief kan zijn voor honger en frustratie, wat zich kan uiten in stereotiep pikgedrag naar objecten zoals muren, voersystemen, watersystemen en gaas. De veronderstelling is dat luzerne kan helpen om afwijkend stereotiep gedrag te verminderen.

Het doel van het onderzoek is om het effect te onderzoeken van verschillende strategieën van waterversprekking in combinatie met het verstrekken van luzerne op gedrag, gezondheid en technische resultaten bij opfok vleeskuikenouderdieren.

Dieren, huisvesting en verzorging

Het experiment is uitgevoerd met Ross 308 opfok vleeskuikenouderdieren tussen 0 en 20 weken leeftijd. Bij aanvang werden 20 kuikens per hok geplaatst in twee afdelingen met elk 12 hokken. De hokken waren elk 2,0 meter diep en 1,0 meter breed (2 m²) en bestonden uit een strooiselvloer met een drinknippellijn (5 nippels met lekbakjes), voergoten en zitstokken. Tot en met 14 dagen leeftijd kregen de dieren een onbeperkte hoeveelheid voer (*ad libitum*) verstrekt. Na de periode van onbeperkte voeding kregen de dieren een dagelijks gecontroleerde hoeveelheid voer, waarbij het door de fokker geadviseerde verloop van het lichaamsgewicht werd gevolgd. De dieren kregen een 3-fasen voer: tussen 0 en 3 weken leeftijd 'Startvoer', tussen 3 en 10 weken leeftijd 'Opfok 1' en tussen 10 en 20 weken leeftijd 'Opfok 2'. De dieren werden ongeveer 15 minuten nadat het licht om 07:30 uur werd ingeschakeld gevoerd. Iedere middag kregen de dieren voerpellets (2 gram/dier) op het strooisel verstrekt. Het lichtschema werd geleidelijk teruggebracht naar 8 uur licht op 21 dagen leeftijd (licht aan tussen 07:30 en 15:30 uur) wat vervolgens gehandhaafd bleef tot het einde van de opfokperiode.

Experimentele opzet

In dit experiment werd een zogenaamd 3x2 factorieel design toegepast met 3 strategieën voor waterversprekking in combinatie met wel of niet verstrekken van luzerne. Voor het water verstrekken werden de volgende strategieën toegepast: 1) eenmaal daags van 07:30 uur tot 10:30 uur (**3 uur**), 2) tweemaal daags tussen 07:30 en 11:00 uur (3,5 uur) en tussen 14:00 en 15:30 uur (1,5 uur) water (**5 uur**) en 3) gedurende de gehele lichtperiode van 07:30 tot 15:30 uur (**8 uur**). De helft van de dieren had dagelijks de beschikking over luzerne (in een emmertje met openingen) en de andere helft niet. Het experiment bestond uit een voorperiode (0-3 weken leeftijd), tussenperiode (3-7 weken leeftijd) en experimentele periode (7-20 weken leeftijd). In de voorperiode kregen alle dieren bij alle behandelingen onbeperkt (8 uur) water gedurende de lichtperiode verstrekt. In de tussenperiode werd de tijdsduur van waterversprekking voor de eerste 2 behandelingen (3 en 5 uur) afgebouwd naar de uiteindelijke tijdsduur.

Waarnemingen

De volgende waarnemingen werden verricht:

- Lichaamsgewicht van de eendagskuikens, wekelijks nuchter lichaamsgewicht (groepsweging) en op 10, 15 en 20 weken leeftijd individuele wegingen ter bepaling voor de uniformiteit.
- Het wekelijkse luzerneverbruik werd bepaald aan de hand van de verstrekte en rest hoeveelheid luzerne.
- Het waterverbruik werd wekelijks berekend aan de hand van de verstrekte en rest hoeveelheid water (stand water werd afgelezen van een voorraadvat). In combinatie met de voerhoeveelheid werd de water/voer verhouding berekend. Op 7, 10, 12, 15, 17 en 20 weken leeftijd werd de wateropname gedurende de dag (iedere 2 uur) bepaald.
- Op 7, 10, 13, 15, 17 en 20 weken leeftijd werd het drogestofgehalte van het strooisel (onder de drinknippellijn), drogestofgehalte van de verse mest en de visuele strooiselkwaliteit (rulheid en vochtigheid) van het strooisel bepaald.
- Op 10, 15 en 20 weken leeftijd werd de kwaliteit van de bevedering, de vuilheid van het verenkleed en de vuilheid van de voetzolen beoordeeld.
- Op 10, 15, 20 weken leeftijd werd gedragsonderzoek m.b.v. scan-sampling en een novel object test uitgevoerd.

Resultaten

De volgende resultaten werden gevonden:

Algemeen:

- Het experiment is zonder verstoringen verlopen en de dieren waren gezond (slechts 1 uitvaller) en groeiden conform richtlijn fokker.
- Er waren problemen met de strooiselkwaliteit in enkele hokken waarin de dieren gedurende 5 uur of 8 uur water verstrekt kregen. Eerst is nog geprobeerd om het strooisel te bewerken en extra houtkrullen bij te strooien. Daarna is, in verband met het dierenwelzijn, besloten om extra strooisel bij te strooien in de hokken waarin de strooiselkwaliteit echt slecht was. Het aantal keer bijstrooien (2 kg per keer) is in dit rapport meegenomen als parameter.

Lichaamsgewicht, voergift, luzerneverbruik en uniformiteit:

- Gedurende het experiment waren er geen verschillen in lichaamsgewicht tussen de behandelingen.
- De dieren die luzerne verstrekt kregen hadden gedurende de laatste 2 weken van het experiment (19^e en 20^e week) iets minder voer nodig dan de dieren die geen luzerne kregen.
- De dieren die 5 uur en 8 uur water verstrekt kregen hadden een hoger luzerne verbruik dan de dieren die 3 uur water kregen.
- De verschillende waterstrategieën gaven geen verschil in uniformiteit, terwijl de dieren die luzerne verstrekt kregen een iets slechtere uniformiteit hadden.

Waterverbruik en water/voer verhouding:

- Het waterverbruik en water/voer verhouding was in de experimentele periode (7-20 weken leeftijd) hoger bij de dieren die 5 uur en 8 uur water kregen.
- Het verstrekken van luzerne had geen effect op het waterverbruik en water/voer verhouding.
- De dieren die 3 uur water kregen dronken snel, terwijl de dieren bij 5 uur en 8 uur water het waterverbruik over de dag verdeelden. De dieren die in twee perioden water kregen dronken meer gedurende de tweede periode in de middag.

Strooisel en verse mest:

- Het drogestofgehalte (onder de drinknippellijn) was in de hokken met 5 uur en 8 uur water lager ten opzichte van de hokken met 3 uur water. De rulheid score en vochtigheid score was juist hoger (slechter) in de hokken met 5 uur en 8 uur water ten opzichte van de hokken met 3 uur water.
- Er was geen verschil in het drogestofgehalte van de verse mest bij de verschillende waterstrategieën.
- Het verstrekken van luzerne had geen effect op drogestofgehalte mest, drogestofgehalte verse mest, rulheid score en vochtigheid score.

Bevedering en bevuiling:

- De bevedering, bevuiling verenkleed en bevuiling voetzolen was bij de dieren die 5 uur en 8 uur water verstrekt kregen slechter in vergelijking met de dieren die 3 uur water kregen.

Diergedrag:

- De dieren die 5 uur en 8 uur water verstrekt kregen pikten meer naar de luzerne en stonden vaker aan de drinker t.o.v. de dieren die 3 uur water kregen.
- De dieren die 5 uur en 8 uur water verstrekt kregen vertoonden minder foerageren en zitten op de zitstok.

-
- Verder vertoonden de dieren bij 8 uur water een tendens tot minder stofbaden t.o.v. de dieren die 3 uur water kregen.
 - De dieren die luzerne verstrekt kregen vertoonden een tendens tot minder object pik gedrag.
 - Bij de dieren die geen luzerne verstrekt kregen, waren na 30 seconden meer dieren bij de novel objects.

Conclusie

Uit het onderzoek blijkt dat opfok vleeskuikenouderdieren die langer water verstrekt kregen, meer water verbruikten (en niet fysiek opnamen) waardoor de strooiselkwaliteit snel slechter werd met een slechtere bevedering en bevulling van het verenkleed en voetzolen tot gevolg.

Verder blijkt uit het onderzoek dat het verstrekken van luzerne resulteerde in een iets lagere voergift aan het einde van de opfok, een iets slechtere uniformiteit en minder object pikken.



1 Inleiding

Waterverstrekking

Vleeskuikenouderdieren krijgen (met name tijdens de opfok) een gecontroleerde hoeveelheid voer om te voorkomen dat ze te snel groeien. Uit angst voor nat en slecht strooisel, wordt een beperkte (maar voldoende) hoeveelheid water verstrekt. Tijdens de opfokfase wordt in de praktijk meestal drie uur water per dag verstrekt en tijdens de legperiode vijf tot zeven uur per dag (van Emous, 2023a). De meeste opfok- en vermeerderingsbedrijven (ca. 65%) passen een maximale tijdsduur toe om de waterhoeveelheid te controleren. De andere opfok- en vermeerderingsbedrijven passen een maximale hoeveelheid water toe waarbij ze uitgaan van een water/voer verhouding van ongeveer 1,8. Opvallend is dat er op het gebied van waterverstrekking slechts twee gedateerde artikelen van hetzelfde experiment beschikbaar zijn (Hocking, 1993; Hocking et al., 1993). Uit het onderzoek van Hocking et al. (1993) bleek dat waterbeperking (water beschikbaar gedurende 2 tot 3 uur per dag) geen effect had op de gemeten welzijnsindicatoren (zoals plasma corticosteron concentratie, heterofiel/lymfocyt ratio in het bloed, plasma viscositeit en totaal oraal stereotiep pikgedrag) in vergelijking met onbeperkte waterverstrekking. In het artikel van Hocking (1993) werd verder geconcludeerd dat dieren die een korte periode water kregen (2 tot 3 uur) niet opvallend dorstig waren in de morgen. Tevens resulteerde de waterrestrictie van 3 uur water in droger strooisel in vergelijking met het onbeperkt verstrekken van water. Hij concludeerde dan ook dat (opfok) ouderdieren niet constant water nodig hebben, wat ook in de natuur het geval is.

Recentelijk is in experimenten meer ervaring opgedaan met het houden van vleeskuikenouderdieren met onbeperkte toegang tot water tijdens de opfok- en legperiode. Tijdens experimenten van Wageningen Livestock Research zag men een groot verschil tussen het wateropnamegedrag van volwassen dieren als ze waren opgefokt onder verschillend watermanagement (Rick van Emous, 2022, persoonlijke mededeling). Opfokdieren die 7,5 uur water kregen tijdens de lichtperiode van 8 uur hadden een lagere wateropname tijdens de start van de legperiode in vergelijking met dieren die gecontroleerd water verstrekt kregen tijdens de opfokperiode (van Emous, 2021). De dieren die gedurende de gehele lichtperiode water kregen tijdens de opfokperiode hadden wel een verhoogde water/voer-verhouding (2,3 in plaats van 1,8), maar dit had geen effect op de strooiselkwaliteit. Bij experimenten uitgevoerd in de onderzoeksaccommodatie van Aviagen wordt sinds 10 jaar succesvol onbeperkt water bij opfok vleeskuikenouderdieren verstrekt tijdens de lichtperiode zonder een negatief effect op de strooiselkwaliteit (Jens Lesuisse, 2021, persoonlijke mededeling).

Gecontroleerde voergift

Gedurende de laatste 50 jaar is het groeipotentieel van vleeskuikens, en daarmee ook van vleeskuikenouderdieren (vkod), enorm toegenomen (Zuidhof et al., 2014). Om die reden wordt de hoeveelheid voer die de vleeskuikenouderdieren tijdens de opfok krijgen gecontroleerd. In literatuur van 20 tot 25 jaar geleden ging men uit van een voergift tijdens de opfokperiode van 25 tot 34% t.o.v. de *ad libitum* voeropname (Savory et al., 1996; de Jong et al., 2002). Dit betekent dus een voercontrole niveau tussen 66 en 75%. Het niveau van voercontrole ligt echter lager dan vaak wordt aangenomen (van Emous, 2021). Bij voorgaande experimenten en/of berekeningen ging men namelijk uit van de voeropname bij dezelfde leeftijd. De dieren in die experimenten hadden op dezelfde leeftijd bij gecontroleerde en *ad libitum* voeding echter verschillende lichaamsgewichten. Dieren die zwaarder wegen, hebben een hogere behoefte aan nutriënten voor onderhoud. Daarom heeft Arrazola (2018) recentelijk in zijn proefschrift een schatting gemaakt van het niveau van voercontrole bij ouderdieren via een verbeterde methode. Om de voercontrole te schatten vergeleek hij de voeropname van een moderner ouderdier met de voeropname van vleeskuikens bij hetzelfde lichaamsgewicht. Hij verdeelde de opfokperiode in drie perioden: de vroege (tot 7 weken leeftijd), midden (vanaf 7 tot 15 weken leeftijd) en late opfok (van 15 circa 22 weken leeftijd). Uit de berekeningen bleek dat de voercontrole tijdens de vroege opfokperiode (0-7 wk) tussen 0% en 50% ligt, in de midden opfokperiode schommelt de voercontrole tussen 50% en 55% terwijl de voercontrole in de late opfokperiode afneemt van 55 naar 35%. Deze berekeningen gingen echter uit van voerhoeveelheden en hielden geen rekening met verschillende nutriënten gehalten in de voeders tussen vleeskuiken- en vleeskuikenouderdierenvoer.

Daarom heeft van Emous (2021) een schatting gemaakt naar de werkelijke dagelijkse energieopname. Dit benadert de werkelijkheid nog beter omdat dieren leven en groeien van de nutriënten (o.a. energie en eiwit) die ze per dag kunnen opnemen. Uit de berekeningen van Van Emous (2021) werd de gemiddelde energiecontrole tijdens de opfok- en legperiode bij vleeskuikenouderdieren geschat op respectievelijk 47% en 35%.

Vanuit gedragsonderzoek zijn er aanwijzingen dat voercontrole bij vleeskuikenouderdieren resulteert in afwijkende gedragingen die indicatief kunnen zijn voor honger en frustratie. Dit uit zich in stereotiep pikgedrag naar objecten zoals muren, voersystemen, watersystemen en gaas (Hocking et al., 1996, 2001; Savory en Kostal, 1996; de Jong et al., 2002). De veronderstelling is dat luzerne kan helpen om afwijkend stereotiep gedrag te verminderen. Luzerne is een veel voorkomende variant van ruwvoer met een laag energiegelhalte en hoog vezelgehalte (Elmutalab, 1998; Hu et al., 2021; Verwer & Wagenaar, 2009). De vezels veroorzaken een gevoel van verzadiging voor de kip, omdat deze langer in de spiermaag blijven (van Krimpen et al., 2008). Naast het gevoel van verzadiging kan luzerne ook dienen als verrijking. De Jong et al. (2005) verstrekke voeders met verhoogde niveaus aan vezels en ook verschillende soorten vezels tijdens de opfok- en legfase. Zij vonden dat een voer met toegevoegde vezels (21% verdund voer) positieve effecten op gedrag gaf tijdens de eerste helft van de opfokperiode. Het onbeperkt verstrekken van luzerne bij leghennen toonde aan dat luzerne als verrijkingsmateriaal bijdraagt aan het voorkomen van verenpikken, wat resulteert in een verbeterd verenkleed (Schreiter et al., 2020; Tainika & Şekeroğlu, 2021). Op dit moment wordt luzerne al wel verstrekt aan mini-moederdieren, maar is er nauwelijks ervaring met het verstrekken van luzerne aan reguliere vleeskuikenouderdieren.

Doel van het experiment

Het experiment heeft een tweeledig doel:

1. Het effect onderzoeken van verschillende strategieën van waterversprekking op (drink)gedrag, gezondheid en technische resultaten bij opfok vleeskuikenouderdieren.
2. Het effect onderzoeken van het verstrekken van luzerne op gedrag, gezondheid en technische resultaten bij opfok vleeskuikenouderdieren.

Daarnaast wordt onderzoek gedaan naar het gecombineerde effect (interactie) van de bovenstaande behandelingen.

2 Materiaal en methoden

2.1 Dieren, huisvesting en verzorging

Het experiment is uitgevoerd met opfok vleeskuikenouderdieren (Ross 308) tussen 0 en 20 weken leeftijd. Bij aanvang werden 20 kuikens per hok geplaatst. Daarnaast werden 40 kuikens (reservekuikens) in een apart hok gehouden voor de eerste 3 weken (totaal 520 eendagskuikens). Tot 3 weken leeftijd werden uitgevallen kuikens vervangen door deze reservekuikens. De dieren werden gehuisvest in afdeling 4 en 5 bij proefaccommodatie Carus, Bornse Weiland 5 te Wageningen. Beide afdelingen werden mechanisch geventileerd en bevatten elk één rij met elk 12 hokken (totaal 24 hokken). De individuele hokken waren 2,0 meter diep en 1,0 meter breed (2 m²). Het gehele hok bestond uit een strooiselvloer met een drinknippellijn voor opfok vleeskuikenouderdieren, met vijf nippels inclusief lekbakjes, één voergoot van 2 m lang (vanaf 3 weken leeftijd) en twee houten zitstokken van elk 1 m (Figuur 1). Vanaf 10 weken leeftijd hadden de dieren de beschikking over 2,8 meter voergoot, 2 houten zitstokken en 1 kunststof zitstok. Tussen de hokken was een dichte afscheiding van 40 cm hoog. Voor aanvang van het experiment werd een laagje houtkrullen over de vloer verspreid (1 kg/m²).



Figuur 1 Overzicht van één van de experimentele hokken de drinknippellijn, voergoot en 2 zitstokken.

Tot en met 14 dagen leeftijd kregen de dieren een onbeperkte hoeveelheid voer (*ad libitum*) verstrekt. Na de periode van onbeperkte voeding werden de dieren tijdens de opfokperiode dagelijks gecontroleerd gevoerd. De voergift per hok werd na de wekelijkse weging aangepast aan de hand van het door de fokker geadviseerde verloop van het lichaamsgewicht van de dieren (Aviagen, 2021). De dieren kregen een 3-fasen opfokvoerprogramma met tussen 0 en 3 weken leeftijd 'Startvoer', tussen 3 en 10 weken leeftijd 'Opfok 1' en tussen 10 en 20 weken leeftijd 'Opfok 2'. Details van de samenstelling en berekende gehalten van de voeders zijn weergegeven in Bijlage 1 en 2. Tijdens de opfokperiode kregen de kuikens gedurende de eerste drie weken het voer handmatig in ronde pannen verstrekt. Vanaf drie weken leeftijd werd het voer dagelijks handmatig verstrekt in één voergoot (2 m lengte) en vanaf 10 weken leeftijd in 2 voergoten (totale lengte: 2,8 m lengte). De dieren werden ongeveer 15 minuten nadat het licht om 07:30 uur werd ingeschakeld gevoerd. Iedere middag kregen de dieren dagelijks voerpellets (2 gram/dier) op het strooisel verstrekt. Tijdens de opfokperiode kregen de dieren op 7 en 12 weken leeftijd 5 gram kuikenziezel per dier.

Gedurende de eerste twee dagen werden de kuikens gehuisvest bij een (ruimte)temperatuur van 35°C. Daarna daalde de temperatuur geleidelijk volgens de richtlijnen van de fokkerijorganisatie. De uiteindelijke temperatuur van 20°C werd rond de 4 weken bereikt. Tijdens de eerste twee dagen kregen de kuikens 24 uur licht met een lichtsterkte van minimaal 40 lux op kophoogte van het dier. Het lichtschema werd geleidelijk teruggebracht naar 8 uur licht op 21 dagen leeftijd (licht aan tussen 07:30 en 15:30 uur) wat vervolgens zo gehandhaafd bleef tot het einde van de opfokperiode. Vanaf 7 dagen leeftijd werd de lichtsterkte teruggebracht naar 10-20 lux op kophoogte. Tijdens het experiment werden de dieren dagelijks tweemaal (ochtend en middag) door de diervorzorger gecontroleerd op afwijkingen en de reden van eventuele uitval/selectie werd genoteerd. De dieren werden geënt volgens een minimaal entschema dat zich beperkte tot de verplichte entingen.

2.2 Experimentele opzet

In dit experiment werd een zogenaamd 3x2 factorieel design toegepast met 3 strategieën voor waterversprekking in combinatie met wel of niet verstrekken van luzerne.

Voor het water verstrekken werden de volgende strategieën toegepast:

1. Eenmaal daags water om 07:30 uur water tot 10:30 uur (**3 uur**).
2. Tweemaal daags water tussen 07:30 en 11:00 uur (3,5 uur) en in de namiddag tussen 14:00 en 15:30 uur (1,5 uur) (**5 uur**).
3. De gehele lichtperiode water tussen 07:30 en 15:30 uur (**8 uur**).

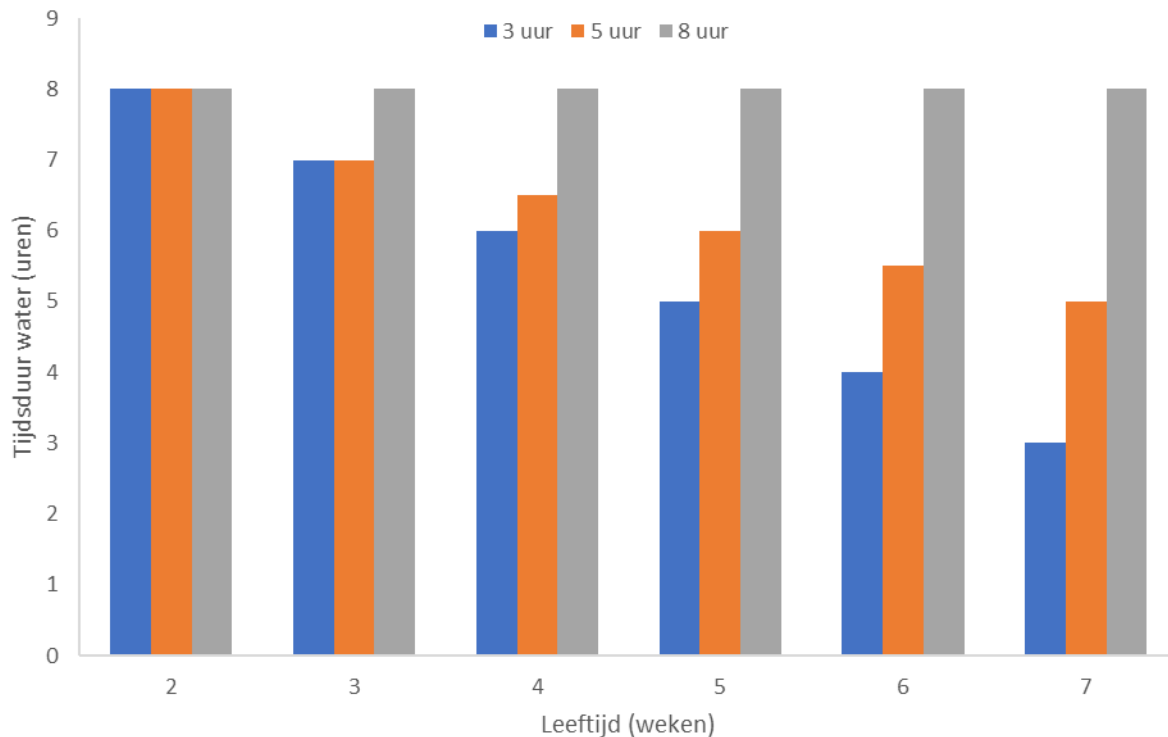
De helft van de dieren had dagelijks de beschikking over luzerne en de andere helft niet. De luzerne werd verstrekt in één emmertje met openingen per hok (Figuur 2).



Figuur 2 *Overzicht van één van de experimentele hokken met het emmertje voor de luzerne verstrekking.*

Het experiment bestond uit een voorperiode (0-3 weken), tussenperiode (3-7 weken) en experimentele periode (7-20 weken leeftijd). In de voorperiode kregen alle dieren 8 uur water verstrekt.

In de tussenperiode werd de tijdsduur van waterverstrekking voor de eerste 2 behandelingen (3 en 5 uur) afgebouwd naar de uiteindelijke tijdsduur (Figuur 3). Een abrupte overgang van 8 uur naar 3 of 5 uur was niet conform praktijkomstandigheden en ook niet wenselijk.



Figuur 3 Ontwikkeling van de tijdsduur van waterverstrekking tussen 2 en 7 weken leeftijd.

2.3 Waarnemingen

De volgende waarnemingen werden verricht:

1. Lichaamsgewicht:
 - a. Op de dag van aankomst werden de henkuikens per hok gewogen en ingedeeld in groepen van 20 stuks.
 - b. Eenmaal per week werd het nuchter lichaamsgewicht per hok vastgesteld door een groepsweging (alle dieren). Op basis van dit gewicht werd de voergift voor de volgende week bepaald.
 - c. Op 5, 10, 15 en 20 weken leeftijd werden alle dieren per hok individueel nuchter gewogen om de uniformiteit van de dieren te bepalen.
2. Luzerneverbruik:

Het luzernestro in de emmertjes werd tot en met 10 weken leeftijd op vrijdag en/of maandag aangevuld tot 300 gram en vanaf 10 weken leeftijd wekelijks tot 500 gram, zodat de kuikens continu de beschikking hadden over voldoende luzerne. Op vrijdag en maandag werd eerst de resthoeveelheid terug gewogen. Aan de hand van de in- en terug wegingen werd het luzerneverbruik berekend.
3. Waterverbruik:
 - a. Het waterverbruik werd wekelijks berekend aan de hand van de verstrekte en de resthoeveelheid water. Dit werd afgelezen van de water voorraad tonnen. In combinatie met de voerhoeveelheid werd de water/voer verhouding berekend.
 - b. Op 7, 10, 12, 15, 17 en 20 weken leeftijd werd de wateropname gedurende de dag op 4 momenten (09:30, 11:30, 13:30 en 15:30 uur) bepaald door het aflezen van de hoeveelheid op de water voorraad tonnen.

4. Strooisel en verse mest:

- a. Op 7, 10, 13, 15, 17 en 20 weken leeftijd werd, door het nemen van een representatief monster onder de drinknippellijn het drogestofgehalte van het strooisel bepaald. Het monster werd specifiek onder de drinknippellijn genomen om meer inzicht te krijgen in vermorsing.
- b. Op 7, 10, 13, 15, 17 en 20 leeftijd werd verse mest verzameld voor het bepalen van het drogestofgehalte. Hiervoor werd een bak met een gazen deksel in het hok geplaatst (Figuur 4) waarna iedere twee uur de verse mest werd verzameld.
- c. De kwaliteit van het strooisel werd op 7, 10, 13, 15, 17 en 20 weken leeftijd in het gehele hok beoordeeld op rulheid en vochtigheid. De rulheid werd gescoord van 0 (0% oppervlakte koek) naar 5 (100% oppervlakte koek). De vochtigheid werd gescoord van 0 (kurkdroog = alleen bij opzet) naar 5 (erg nat = bij betreden komt er vocht uit).

5. Bevedering en bevuiling:

- a. Op 10, 15 en 20 weken leeftijd werd de kwaliteit van het verenkleed van 5 dieren/hok beoordeeld volgens de Bilcik & Keeling methode (Bilcik and Keeling, 1999). Er werd gescoord op 7 onderdelen (nek, borst, buik, rug, vleugels, staart, poten) van het lichaam en er werden scores gegeven tussen 0 (gaaf) tot 5 (kaal).
- b. De vuilheid van het verenpak en voetzolen werd gescoord via 0 (schoon), 1 (smoezelig), 2 (vies), 3 (smerig).

6. Gedragsonderzoek:

- a. Op 10, 15, 20 weken leeftijd werd gedragsonderzoek uitgevoerd gebaseerd op een ethogram van van Emous et al. (2015) (Bijlage 3). Dit werd uitgevoerd door twee personen. M.b.v. de scan sampling methode werd het gedrag van de dieren achtmaal per waarnemingsdag per hok vastgelegd. Daarbij werd steeds het aantal dieren dat verschillende gedragingen (eten, luzerne opnemen, drinken, staan, zitten, lopen, foerageren, etc.) vertoonde genoteerd.
- b. Op 10, 15 en 20 weken leeftijd werd een novel object test uitgevoerd met drie verschillende objecten: geel badeendje, golfbal omwikkeld met zilverpapier en stok met verschillende kleuren tape. Het object werd om de beurt in de verschillende hokken gelegd waarna de tijd ging lopen. Het volgende werd genoteerd: latentietijd tot 1^e kuiken binnen 25 cm, tot eerste aanraking en het aantal dieren binnen 25 cm werd per iedere 30 seconden genoteerd.



Figuur 4 *Eén van de experimentele hokken met de bak voor verse mest verzameling.*

2.4 Statistische analyse

Het hok was de experimentele eenheid. De data zijn geanalyseerd met behulp van Genstat 22.1 (2021) software. De P -waarde van het behandelingseffect en de SEM (Standard Error of the Mean) zijn per responsparameter weergegeven. Behandelingseffecten met een P -waarde $\leq 0,05$ worden als statistisch significant beschouwd. Een tendens tot een verschil werd beschouwd bij een P -waarde $0,05 \leq P < 0,10$. Alle responsparameters werden geanalyseerd met behulp van ANOVA. Voor de analyses werden parameters getest op normale verdelingen en na inspectie van de diagnostische grafieken van residuen werd besloten de resultaten van het gedragsonderzoek te analyseren met behulp van een logistisch regressiemodel. Het volgende model werd toegepast: $Y_{ijkl} = \mu + \text{Blok}_i + \text{waterstrategie}_j + \text{luzerne}_k + \text{leeftijd}_l + \text{luzerne}^k * \text{leeftijd}_l + \text{Error}_{ijkl}$ met Y als responsparameter, μ als algemeen gemiddelde, blok als effect van de twee afdelingen ($i=1,2$), waterstrategie als effect van de voerstrategie ($j=1\dots3$), luzerne als effect van wel of niet luzerne verstrekken ($k=1,2$), leeftijd als effect van de leeftijd ($l=1\dots3$ of $1\dots4$ of $1\dots6$) en Error als de Error term. Het statistische model voor luzerneverbruik en waterverbruik omvatte geen leeftijd.

3 Resultaten

3.1 Verloop experiment

Het experiment is zonder verstoringen verlopen en tussen 3 en 20 weken leeftijd is er slechts één dier uitgevallen. Gedurende de opfokperiode was de werkelijke voergift op 7 en 8 weken leeftijd wat hoger dan de voergift volgens de managementgids van Aviagen (2021) (Tabel 1). Tussen 10 en 20 weken leeftijd was de werkelijke voergift echter lager dan de voergift volgens de managementgids.

Gedurende de opfokperiode was het lichaamsgewicht tussen 2 en 4 weken leeftijd maar ook vanaf 7 weken leeftijd hoger dan het lichaamsgewicht volgens de managementgids (Tabel 1).

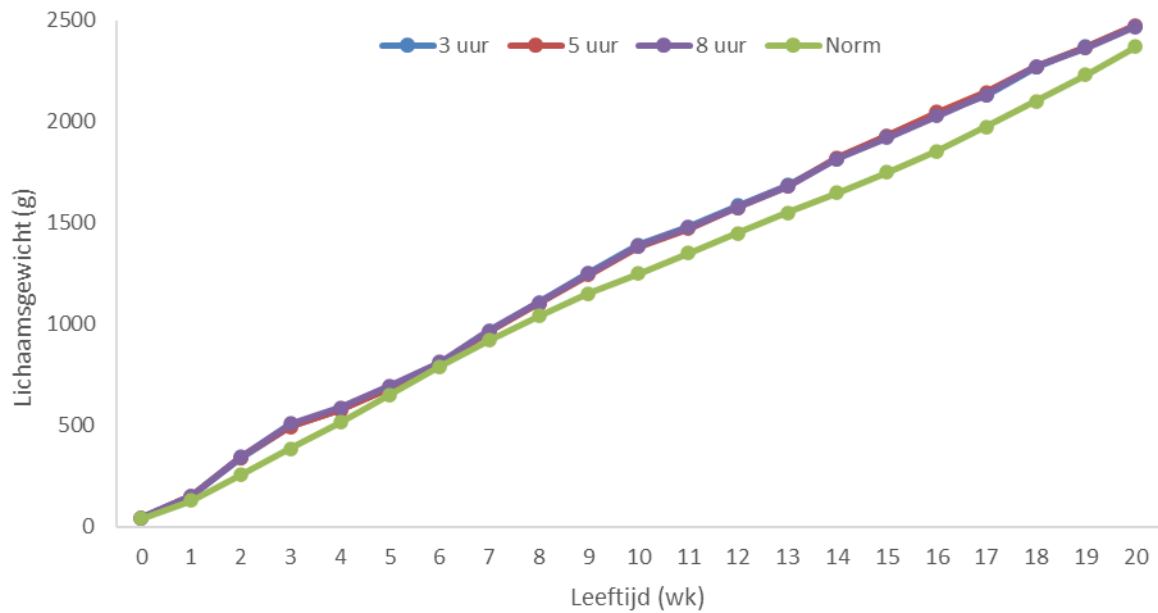
Tabel 1 Voergift (g) en lichaamsgewicht (g) volgens de managementgids (Aviagen, 2021) en werkelijk in het experiment.

Leeftijd (wk)	Voergift managementgids	Werkelijke voergift	Lichaamsgewicht managementgids	Werkelijk lichaamsgewicht
0			40	43
1	AL	AL	130	150
2	28.0	AL	255	341
3	32.0	32.0	385	499
4	36.0	36.0	515	580
5	41.0	41.0	650	689
6	45.0	45.0	790	808
7	51.0	53.2	920	965
8	55.0	56.1	1.040	1.105
9	57.0	57.0	1.150	1.248
10	61.0	58.6	1.250	1.387
11	64.0	63.0	1.350	1.476
12	68.0	65.0	1.450	1.580
13	72.0	69.0	1.550	1.682
14	76.0	73.1	1.650	1.818
15	80.0	75.0	1.750	1.927
16	82.0	76.0	1.855	2.039
17	87.0	76.9	1.975	2.136
18	92.0	80.0	2.100	2.272
19	97.0	81.9	2.230	2.367
20	103.0	85.3	2.370	2.473

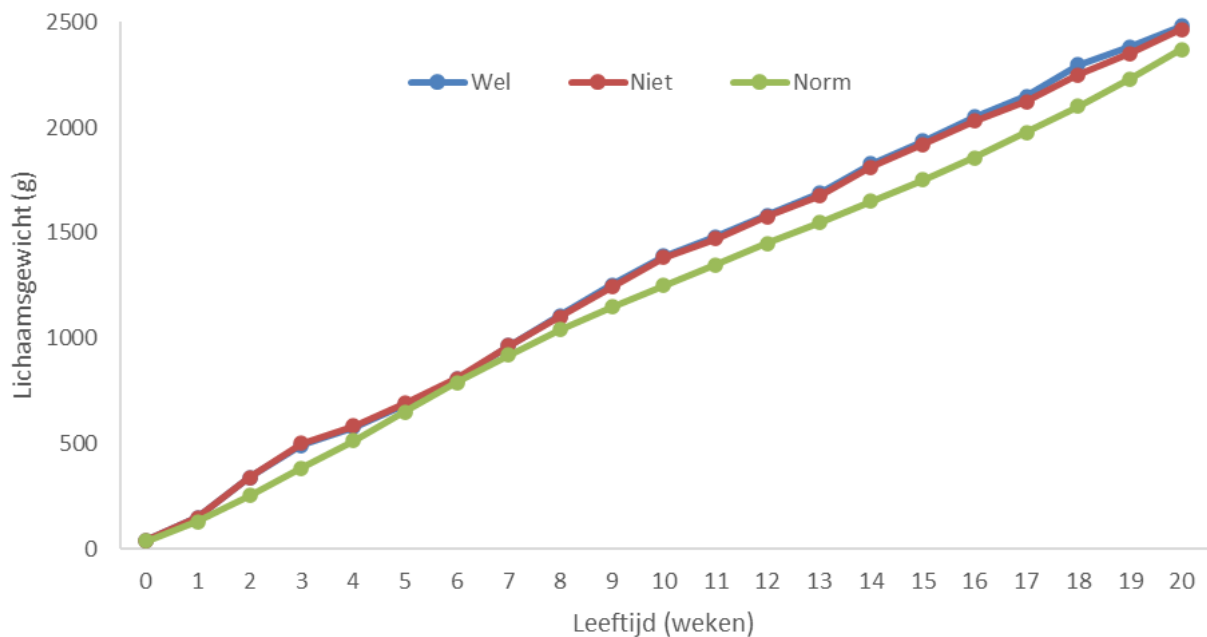
In enkele hokken met 5 uur of 8 uur water, waren er problemen met de strooiselkwaliteit. Eerst is nog geprobeerd om het strooisel te bewerken (in alle hokken op 10 weken leeftijd) en extra houtkrullen bij te strooien. Daarna is, in verband met het dierenwelzijn, besloten om extra strooisel bij te strooien in de hokken waarin de strooiselkwaliteit echt slecht was. Dat was bij score 5 voor rulheid (100% koek) en vochtigheid (erg nat) (zie paragraaf 2.3). Het aantal keer bijstrooien (2 kg per keer) is in dit rapport meegenomen als parameter.

3.2 Lichaamsgewicht en voergift

Het lichaamsgewicht werd in alle hokken op hetzelfde niveau gehouden door, indien noodzakelijk, de voergift wekelijks per hok aan te passen. Daardoor waren er geen verschillen in lichaamsgewicht tussen de waterstrategieën en tussen wel of niet verstrekken van luzerne (Figuur 5 en 6).



Figuur 5 Verloop lichaamsgewicht bij de verschillende waterstrategieën.



Figuur 6 Verloop lichaamsgewicht bij wel of niet verstrekken van luzerne.

Er werden geen verschillen in voergift gevonden tussen de verschillende waterstrategieën (Tabel 2). Tot aan 18 weken leeftijd werden ook geen verschillen gevonden in voergift bij wel of niet luzerne verstrekken. Echter, in week 19 en week 20 was de voergift voor de dieren die luzerne verstrekt kregen, bijna gemiddeld één gram lager.

Tabel 2 Voergift (g) bij de hoofdeffecten: verschillende waterstrategieën en wel of niet verstrekken van luzerne.

Leeftijd (wk)	Waterstrategie			Luzerne verstrekken	
	3 uur	5 uur	8 uur	Wel	Niet
1	AL	AL	AL	AL	AL
2	AL	AL	AL	AL	AL
3	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0
4	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0
5	41.0	41.0	41.0	41.0	41.0
6	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0
7	53.0	53.4	53.1	53.2	53.2
8	55.8	56.4	56.0	56.0	56.1
9	57.0	57.1	56.9	56.8	57.2
10	58.6	58.6	58.8	58.6	58.7
11	63.0	63.0	63.0	63.0	63.0
12	65.0	65.1	65.0	64.9	65.2
13	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0
14	72.9	73.3	73.1	72.8	73.3
15	74.9	74.8	75.3	74.8	75.2
16	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0
17	76.9	76.6	77.1	76.8	77.0
18	80.0	79.9	80.1	79.8	80.3
19	81.9	81.9	82.0	81.4 ^b	82.4 ^a
20	85.1	85.1	85.5	84.9 ^b	85.6 ^a

^{a,b} Binnen de hoofdeffecten geven verschillende letters in een rij een significant verschil aan ($P \leq 0,05$).

3.3 Luzerneverbruik

Het luzerneverbruik was, zowel in de tussen- als de experimentele periode, hoger bij de dieren die 5 uur of 8 uur water verstrekt kregen dan bij de dieren die 3 uur water kregen (Tabel 3).

Tabel 3 Effecten van de verschillende waterstrategieën op het luzerneverbruik (g/dier/dag).

Waterstrategie ¹	Tussenperiode (3-6 weken)	Experimentele periode (7-20 weken)
3 uur	1,2 ^b	2,0 ^b
5 uur	2,0 ^a	4,6 ^a
8 uur	1,8 ^a	4,9 ^a
SEM	0,13	0,59
P-waarde	0,010	0,016

^{a,b} Binnen hoofdeffect geven verschillende letters in een kolom een significant verschil aan ($P \leq 0,05$).

¹ 3 uur = 3 uur water (07:30-10:30 uur), 5 uur = 2 perioden water (07:30-10:30 uur en 14:00-15:30 uur), 8 uur = gehele lichtperiode water (07:30-15:30 uur).

3.4 Uniformiteit

Er waren geen verschillen in lichaamsgewicht tussen de verschillende waterstrategieën en wel of niet luzerne verstrekken (Tabel 4). Er was geen verschil in uniformiteit voor de verschillende waterstrategieën. Wel was de uniformiteit bij de dieren die luzerne kregen slechter (hoger CV%). Verder werd de uniformiteit slechter (hoger CV%) gedurende de opfokperiode.

Tabel 4 Effecten van de verschillende waterstrategieën en wel of niet luzerne verstrekken op lichaamsgewicht en uniformiteit.

Item	Lichaamsgewicht (g)	Uniformiteit (CV%) ¹
Waterstrategie ²		
3 uur	1.621	11,3
5 uur	1.618	11,1
8 uur	1.617	11,0
SEM	8,4	0,57
Luzerne		
Wel	1.623	11,8 ^a
Niet	1.614	10,4 ^b
SEM	6,8	0,46
Leeftijd		
5 wk	689	10,0 ^c
10 wk	1.387	10,8 ^b
15 wk	1.927	11,8 ^a
20 wk	2.473	11,8 ^a
SEM	3,8	0,23
P-waarde		
Waterstrategie	0,94	0,91
Luzerne	0,38	0,042
Leeftijd	<0,001	<0,001
Water*Luzerne	0,79	0,85
Water*Leeftijd	0,68	0,52
Luzerne*Leeftijd	0,16	0,77
Water*Luzerne*Leeftijd	0,60	0,021

^{a,b,c} Binnen hoofdeffect geven verschillende letters in een kolom een significant verschil aan ($P \leq 0,05$).

¹ CV% = variatiecoëfficiënt (standaard deviatie/gemiddeld diergewicht)

² 3 uur = 3 uur water (07:30-10:30 uur), 5 uur = 2 perioden water (07:30-10:30 uur en 14:00-15:30 uur), 8 uur = gehele lichtperiode water (07:30-15:30 uur).

3.5 Waterverbruik

Het waterverbruik was in de tussenperiode (3-6 weken leeftijd) hoger (141,1 vs. 121,6 ml/dier/dag; $P = 0,027$) bij de dieren die 5 uur (2 perioden) water verstrekt kregen t.o.v. de dieren die 3 uur water kregen (Tabel 5). Het waterverbruik van de dieren die 8 uur water kregen was niet verschillend t.o.v. de dieren die 3 en 5 uur water kregen. In de experimentele periode (7-20 weken leeftijd) was het waterverbruik bij de dieren die 5 uur en 8 uur water kregen hoger t.o.v. de dieren die 3 uur water kregen (189,2 en 192,4 vs. 137,8 ml/d/d; $P < 0,001$).

De water/voer verhouding in de tussenperiode was hoger bij de dieren die 5 uur water verstrekt kregen t.o.v. de dieren die 3 uur en 8 uur water kregen (3,29 vs. 2,84 en 2,96 ml/d/d; $P = 0,025$). In de experimentele periode was de water/voer verhouding hoger bij de dieren die 5 uur en 8 uur water verstrekt kregen t.o.v. de dieren die 3 uur water kregen (2,68 en 2,71 vs. 1,96 ml/d/d; $P < 0,001$).

Het verstrekken van luzerne had geen (aantoonbaar) effect op het waterverbruik en de water/voer verhouding.

Tabel 5 Effecten van de verschillende waterstrategieën en wel of niet luzerne verstrekken op waterverbruik en water/voer verhouding.

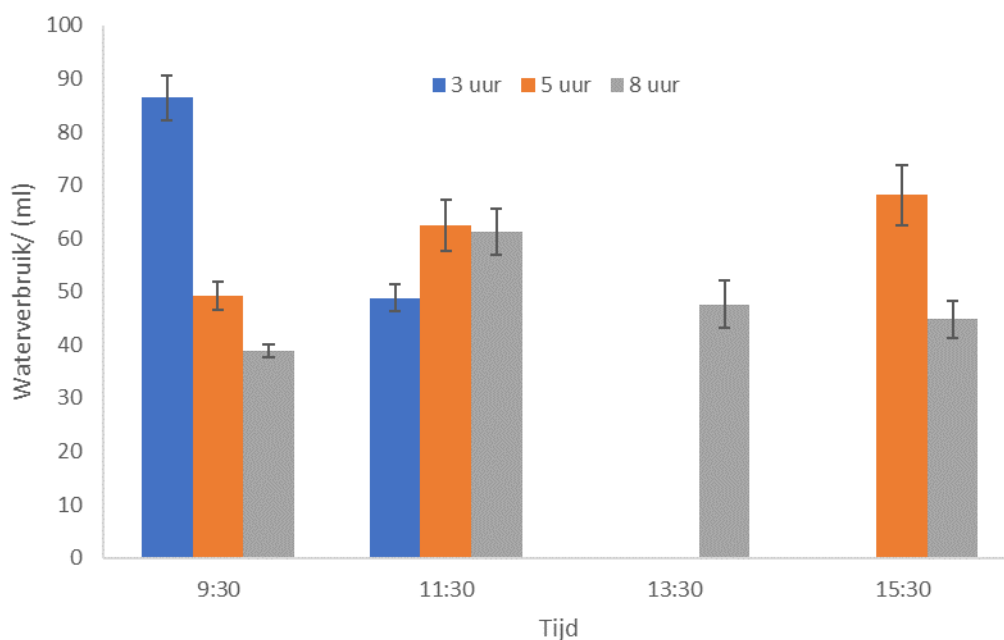
Item	Tussen periode (3-6 weken)		Experimentele periode (7-20 weken)	
	Waterverbruik (ml/dier/dag)	Water/voer verhouding	Waterverbruik (ml/dier/dag)	Water/voer verhouding
Waterstrategie ¹				
3 uur	121,6 ^b	2,84 ^b	137,8 ^b	1,96 ^b
5 uur	141,1 ^a	3,29 ^a	189,2 ^a	2,68 ^a
8 uur	127,4 ^{ab}	2,96 ^b	192,4 ^a	2,71 ^a
SEM	4,71	0,109	6,59	0,100
Luzerne				
Wel	129,2	3,01	175,4	2,49
Niet	130,9	3,05	170,8	2,41
SEM	3,85	0,089	5,38	0,081
P-waarde				
Waterstrategie	0,027	0,025	<0,001	<0,001
Luzerne	0,77	0,79	0,55	0,51
Water*Luzerne	0,12	0,12	0,81	0,82

^{a,b} Binnen hoofdeffect geven verschillende letters in een kolom een significant verschil aan ($P \leq 0,05$).

¹ 3 uur = 3 uur water (07:30-10:30 uur), 5 uur = 2 perioden water (07:30-10:30 uur en 14:00-15:30 uur), 8 uur = gehele lichtperiode water (07:30-15:30 uur).

3.6 Waterverbruik gedurende de dag

Er waren duidelijke verschillen in het waterverbruik gedurende de dag tussen de verschillende waterstrategieën (Figuur 7). De dieren die 3 uur water per dag verstrekt kregen hadden een hoger waterverbruik tussen 07:30 en 09:30 uur dan de dieren die 5 of 8 uur water kregen. De dieren die 5 uur water (in twee perioden) kregen, hadden 's morgens tussen 07:30 en 09:30 uur een lager waterverbruik maar een wat hoger verbruik tussen 09:30 en 11:30 uur en in de middag periode tussen 13:30 en 15:30 uur. Het waterverbruik bij de dieren die 8 uur water kregen vertoonde een piek tussen 09:30 en 11:30 uur.



Figuur 7 Waterverbruik gedurende de dag bij de verschillende waterstrategieën (gemiddelde tussen 7 en 20 weken leeftijd).

3.7 Strooisel en verse mest

Het gemiddelde drogestofgehalte van het strooisel (onder de drinknippellijn) was in de hokken waar de dieren 5 uur (40,3%) en 8 uur (43,9%) water verstrekt kregen lager ($P < 0,001$), in vergelijking met de hokken waar de dieren 3 uur (66,0%) water kregen (Tabel 6). Er waren geen verschillen tussen de verschillende waterstrategieën in drogestofgehalte van de verse mest. De rulheid score van het strooisel was hoger (4,7 en 4,4 vs. 2,6; $P < 0,001$) bij de hokken met 5 uur en 8 uur water ten opzichte van de hokken met 3 uur water. Dit betekent dat het strooisel minder rul was in de hokken waar de dieren 5 uur en 8 uur water kregen. De vochtigheid score van het strooisel was ook hoger (4,4 en 3,9 vs. 1,9; $P < 0,001$) bij de hokken met 5 uur en 8 uur water ten opzichte van de hokken met 3 uur water. Dit betekent dat de hokken van de dieren die 5 uur of 8 uur water kregen, natter waren. Dit correspondeert met de gevonden drogestofgehalten van het strooisel.

Het verstrekken van luzerne had geen effect op het drogestofgehalte strooisel, drogestofgehalte verse mest, rulheid score en vochtigheid score bij wel of niet luzerne verstrekken.

Het drogestofgehalte van het strooisel nam tussen 7 en 17 weken leeftijd af, maar was weer hoger op 20 weken leeftijd. Het drogestofgehalte van de verse mest nam toe tussen 7 en 20 weken leeftijd. De gemiddelde rulheid score en gemiddelde vochtigheid score nam toe (werd slechter) gedurende de opfokperiode. Gemiddeld werd bij de hokken met 3 uur, 5 uur en 8 uur water respectievelijk 0,0, 1,5 en 2,3 keer bijgestrooid.

Tabel 6 Effecten van de verschillende waterstrategieën en wel of niet luzerne verstrekken op drogestofgehalte (strooisel en verse mest) en visuele kwaliteit (rulheid en vochtigheid) van het strooisel.

Item	Drogestof strooisel (%)	Drogestof verse mest (%)	Rulheid score ¹	Vochtigheid score ²
Waterstrategie ³				
3 uur	66,0 ^a	22,6	2,6 ^b	1,9 ^b
5 uur	40,3 ^b	22,1	4,7 ^a	4,4 ^a
8 uur	43,9 ^b	22,7	4,4 ^a	3,9 ^a
SEM	3,00	3,18	0,21	0,24
Luzerne				
Wel	48,7	22,2	3,9	3,5
Niet	51,5	22,7	3,9	3,3
SEM	2,44	2,60	0,17	0,20
Leeftijd				
7 wk	52,9 ^b	21,5 ^c	3,5 ^b	3,1 ^b
10 wk	57,4 ^a	21,9 ^c	3,2 ^a	2,5 ^a
13 wk	47,8 ^{cd}	21,6 ^c	4,0 ^c	3,6 ^c
15 wk	45,6 ^d	22,2 ^{bc}	4,2 ^{cd}	3,7 ^{cd}
17 wk	45,7 ^d	23,3 ^{ab}	4,3 ^d	4,0 ^d
20 wk	51,0 ^{bc}	24,3 ^a	4,3 ^d	3,5 ^c
SEM	1,42	4,82	0,11	0,13
P-waarde				
Waterstrategie	<0,001	0,39	<0,001	<0,001
Luzerne	0,43	0,22	0,93	0,66
Leeftijd	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Water*Luzerne	0,74	0,93	0,31	0,64
Water*Leeftijd	0,003	0,14	0,20	0,020
Luzerne*Leeftijd	0,54	0,75	0,94	0,42
Water*Luzerne*Leeftijd	0,99	0,99	0,81	0,99

^{a,b,c,d} Binnen hoofdeffect geven verschillende letters in een kolom een significant verschil aan ($P \leq 0,05$).

¹ Rulheid: score van 0 (0% oppervlakte koek) naar 5 (100% oppervlakte koek).

² Vochtigheid: score van 0 (kurkdroog; bij opzet) naar 5 (erg nat).

³ 3 uur = 3 uur water (07:30-10:30 uur), 5 uur = 2 perioden water (07:30-10:30 uur en 14:00-15:30 uur), 8 uur = gehele lichtperiode water (07:30-15:30 uur).

3.8 Bevedering en bevuiling

De gemiddelde bevedering bij de dieren die 5 uur en 8 uur water verstrekt kregen was slechter (hogere score) in vergelijking met de dieren die 3 uur water kregen (0,71 en 0,75 vs. 0,45; $P = 0,041$) (Tabel 7). Dit verschil tussen 5 uur en 8 uur water t.o.v. 3 uur water werd vooral veroorzaakt door een hogere score van de buik (1,52 en 1,43 vs. 0,29; $P = 0,016$) en een tendens tot een hogere score van de staart (1,16 en 1,17 vs. 0,86; $P = 0,081$).

Er waren geen verschillen in bevedering tussen die dieren die wel of niet luzerne verstrekt kregen.

De bevedering verbeterde gedurende de opfokperiode van een gemiddelde score 0,80 op 10 weken leeftijd naar een gemiddelde score 0,60 en 0,52 op respectievelijk 15 en 20 weken leeftijd.

De gemiddelde bevuilingsscore van het verenkleed was bij de dieren die 5 uur en 8 uur water verstrekt kregen hoger (slechter) dan bij de dieren die 3 uur water kregen (0,94 en 0,95 vs. 0,57; $P = 0,012$) (Tabel 8). De verschillen in bevuiling van het verenkleed werden veroorzaakt door verschillen de bevuiling van de nek, borst, buik, staart en flanken. De bevuilingsscore van de voetzolen was bij de dieren die 5 uur en 8 uur water kregen ook hoger t.o.v. de dieren die 3 uur water kregen (0,97 en 0,83 vs. 0,05; $P = 0,002$). Dit betekent dat het verenkleed en de voetzolen vuiler waren bij de dieren 5 uur of 8 uur water kregen t.o.v. de dieren die 3 uur water kregen.

Er waren geen verschillen in de bevuilingsscore van het verenkleed en voetzolen tussen de dieren die wel of geen luzerne kregen.

Tussen 10 en 15 weken leeftijd nam de bevuiling van het verenkleed en voetzolen flink toe om tussen 15 en 20 weken leeftijd weer af te nemen.

3.9 Diergedrag

3.9.1 Gedrag algemeen

De dieren die 5 uur en 8 uur water verstrekt kregen pikten meer naar luzerne (1,6% en 1,5% vs. 0,8%; $P = 0,014$) en meer met pikken naar nippels (10,4% en 11,7% vs. 7,6%; $P = 0,004$) t.o.v. de dieren die 3 uur water kregen (Tabel 9). De dieren die 5 uur en 8 uur water verstrekt kregen vertoonden minder foerageren (18,0% en 17,9% vs. 23,1%; $P < 0,001$) en zitten op de zitstok (2,4% en 2,2% vs. 4,1%; $P = 0,018$) in vergelijking met de dieren die 3 uur water kregen. Verder vertoonden de dieren bij 8 uur water een tendens tot minder stofbaden (0,2% vs. 0,5%; $P = 0,061$) t.o.v. de dieren die 3 uur water kregen. De dieren die 5 uur water kregen verschilden niet in stofbadgedrag t.o.v. de dieren die 3 uur en 8 uur water kregen.

De dieren die luzerne verstrekt kregen vertoonden een tendens tot minder object pik gedrag (22,1% t.o.v. 24,9%; $P = 0,066$). Verder werden geen verschillen in gedrag gevonden tussen de dieren die wel of niet luzerne verstrekt kregen.

Gedurende de opfokperiode waren de dieren eerst (15 weken leeftijd) meer en later (20 weken leeftijd) minder bezig met luzerne opnemen. Verder waren de dieren bij het ouder worden meer bezig met drinken, foerageren, verzorging en staan op de zitstok. Daarentegen nam bij het ouder worden van de dieren staan, lopen en stofbaden af. Het object pikken nam eerst toe tussen 10 en 15 weken leeftijd om op 20 weken leeftijd weer af te nemen.

3.9.2 Respons op novel object

Er werden geen verschillen in reactie gevonden op het aanbieden van de novel objects bij de dieren met verschillende waterstrategieën (Tabel 10). In de hokken waar geen luzerne verstrekt werd, waren na 30 seconden meer dieren (5,8 t.o.v. 4,7 stuks; $P = 0,050$) bij de novel objects dan in de hokken waar wel luzerne verstrekt werd.

4 Discussie

4.1 Lichaamsgewicht en voergift

Gedurende een groot gedeelte van de opfokperiode was het lichaamsgewicht hoger dan de norm zoals aangegeven in de managementgids van de fokkerijorganisatie (Aviagen, 2021). Dit kwam doordat de dieren te lang gevoerd werden volgens de normen verstrekt door de fokkerijorganisatie. Deze normen zijn bedoeld voor praktijkstallen met grote oppervlakten (gemiddeld 1.700 m²) maar niet geschikt voor kleine hokken (2 m²) met korte afstanden naar voer en water zoals gebruikt in het experiment. Door het kleinere oppervlakte bewegen de dieren minder waardoor ze minder energie, en dus ook minder voer, nodig hebben voor eenzelfde groei.

Opvallend was dat er geen verschillen waren in voergift tussen de verschillende waterstrategieën. In de praktijk wordt regelmatig aangegeven dat bij een hoger waterverbruik ook een hogere voergift nodig is om eenzelfde groei te realiseren. Het is aannemelijk dat wanneer dieren meer drinken het voer verdund wordt waardoor de nutriënten minder efficiënt worden opgenomen omdat het voer 'doorspoelt'. Door de slechtere benutting groeien de dieren dan minder, waardoor ze een hogere voergift nodig hebben om hetzelfde lichaamsgewicht te bereiken. In het hier beschreven experiment werd dit effect op voergift niet gevonden. Dit is een aanwijzing dat de dieren het teveel aan water mogelijk niet fysiek opnamen. Daarnaast was de slechtere strooiselkwaliteit in de hokken met dieren die langer water kregen slechter, wat ook wijst op vermorsing en/of verspilling van het water, temeer omdat ook het drogestofgehalte van de verse mest niet verschilde.

Het was verder verrassend dat gedurende het grootste gedeelte van de opfokperiode geen verschillen werden gevonden in voergift tussen de dieren die wel of niet luzernestro verstrekt kregen. Alleen in de laatste twee weken van de opfokperiode was de voergift iets lager bij de dieren die luzerne verstrekt kregen. De verwachting was dat door de extra nutriënten (energie en eiwit) (CVB, 2018) via het luzernestro de dieren een lagere voergift zouden hebben om op hetzelfde gewicht te bereiken. Mogelijk dat de dieren vooral de luzernestengels opnamen en dat de meerderheid van het luzerneblad, waar de meeste energie en eiwit in zit, verloren ging. Verder kan het zijn dat door het aanbieden van luzerne de dieren meer actief waren (pikken naar het luzerne) waar meer energie voor nodig was.

4.2 Luzerneverbruik

In de tussenperiode en experimentele periode was het luzerne verbruik bij de dieren die 5 uur en 8 uur water kregen respectievelijk gemiddeld 1,6 en 2,4 maal hoger dan de dieren die 3 uur water kregen. De indruk bestond dat er niet veel luzerne vermorst werd (Rick van Emous, 2023, persoonlijke observatie) maar het valt natuurlijk niet 100% uit te sluiten dat dit meer plaatsvond in de hokken met 5 uur en 8 uur water. Mogelijk dat de dieren in hokken met slecht strooisel, en bijna volledige koekvorming, het luzerne als foerageer materiaal gebruikten. Dit wordt onderbouwd door de gedragsobservaties waarbij de dieren in de hokken met 5 uur en 8 uur water meer luzerne pik gedrag vertoonden.

Het hoger luzerneverbruik in de hokken met 5 uur en 8 uur water had niet te maken met een hogere fysieke wateropname. Een hogere wateropname zou namelijk kunnen resulteren in compensatie van droge vezels (luzerne). Echter, gezien de resultaten van de voergift, drogestofgehalte strooisel en drogestofgehalte verse mest (paragraaf 3.6) gaan we er vanuit dat het hogere waterverbruik vooral leidde tot vermorsing in het strooisel en niet tot een hogere fysieke wateropname.

Er waren grote verschillen in luzerneverbruik tussen hokken binnen de behandelingen. Binnen de hokken met 8 uur water lag het dagelijkse luzerneverbruik per dier bijvoorbeeld tussen 2,8 en 5,9 gram.

Dit grote verschil in luzerneverbruik heeft mogelijk te maken met gedragssynchronisatie binnen hokken of individuele voorkeuren. Van een aantal gedragingen (bijv. scharrelen, stofbaden en eten) weten we dat ze vaak gesynchroniseerd worden uitgevoerd.

4.3 Uniformiteit

De uniformiteit van het lichaamsgewicht was bij de dieren die luzernestro verstrekt kregen iets slechter. Mogelijk dat dit kwam doordat individuele dieren (voorkeur voor luzerne) binnen hokken meer luzerne opnamen dan andere, waardoor deze harder groeiden.

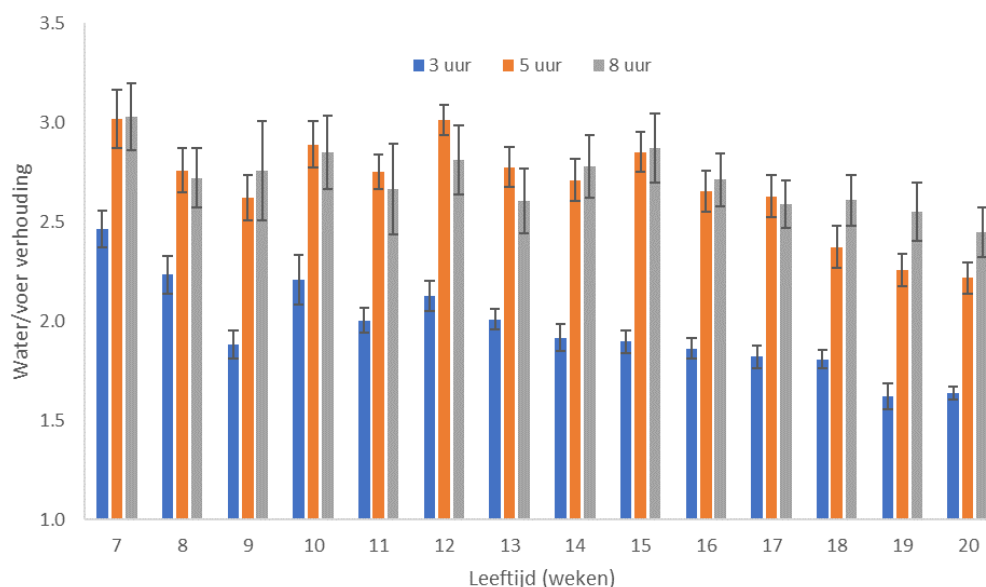
Verder werd de uniformiteit van de dieren gedurende de opfokperiode slechter, wat veroorzaakt werd doordat er niet geselecteerd werd in de dieren. In de praktijk wordt tijdens de opfokperiode op verschillende leeftijden geselecteerd waarbij de kleinere dieren apart worden gezet en bijgevoerd. De fokkerijorganisatie adviseert om bij een CV% hoger dan 10% te selecteren (Aviagen-EPI, 2021).

4.4 Waterverbruik

De dieren die 5 uur en 8 uur water verstrekt kregen verbruikten meer water wat ook resulteerde in een hogere water/voer verhouding. Het was opvallend dat het waterverbruik en de water/voer verhouding bij de dieren die in twee perioden 5 uur water kregen, niet verschilde van de dieren die 8 uur water kregen. De verwachting van tevoren was dat de dieren die 5 uur water kregen meer water zouden verbruiken dan de dieren die 3 uur water kregen, maar minder dan de dieren die 8 uur water kregen. Uit waarnemingen gedurende de dag bleek dat de dieren die het water in twee perioden (5 uur) verstrekt kregen, tijdens de tweede periode (tussen 14:00 en 15:30 uur) duidelijk meer water verbruikten.

Verder werd waargenomen dat de dieren die 3 uur water kregen een hoger waterverbruik hadden tussen 07:30 en 09:30 uur dan de dieren die 5 uur (in 2 perioden) en 8 uur water kregen. Dit snelle drinken bij een korte periode van toegang tot water werd eerder geobserveerd in een studie in praktijkstallen (van Emous, 2023b). Opfokdieren die een korte periode water krijgen zijn geconditioneerd om snel voldoende water op te nemen omdat ze weten dat ze daarna een lange periode geen water krijgen.

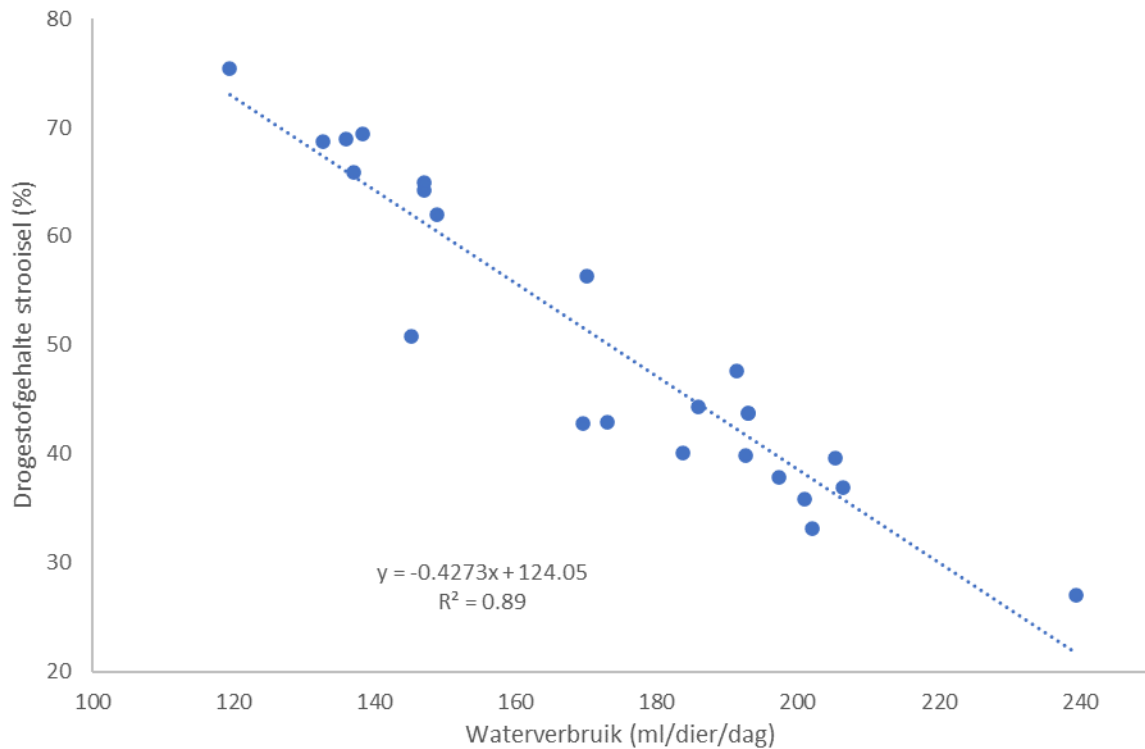
In de experimentele periode daalde de water/voer verhouding bij de verschillende waterstrategieën (Figuur 8). Dit kwam voornamelijk doordat de voergift tijdens de opfokperiode relatief meer toenam dan het waterverbruik. Tussen 7 en 20 weken leeftijd nam de voergift toe van 53 naar 85 gram per dag (+60%) en het waterverbruik van 156 naar 183 ml per dag (+17%).



Figuur 8 Verloop water/voer verhouding tijdens de experimentele periode bij de verschillende waterstrategieën.

4.5 Strooisel en verse mest

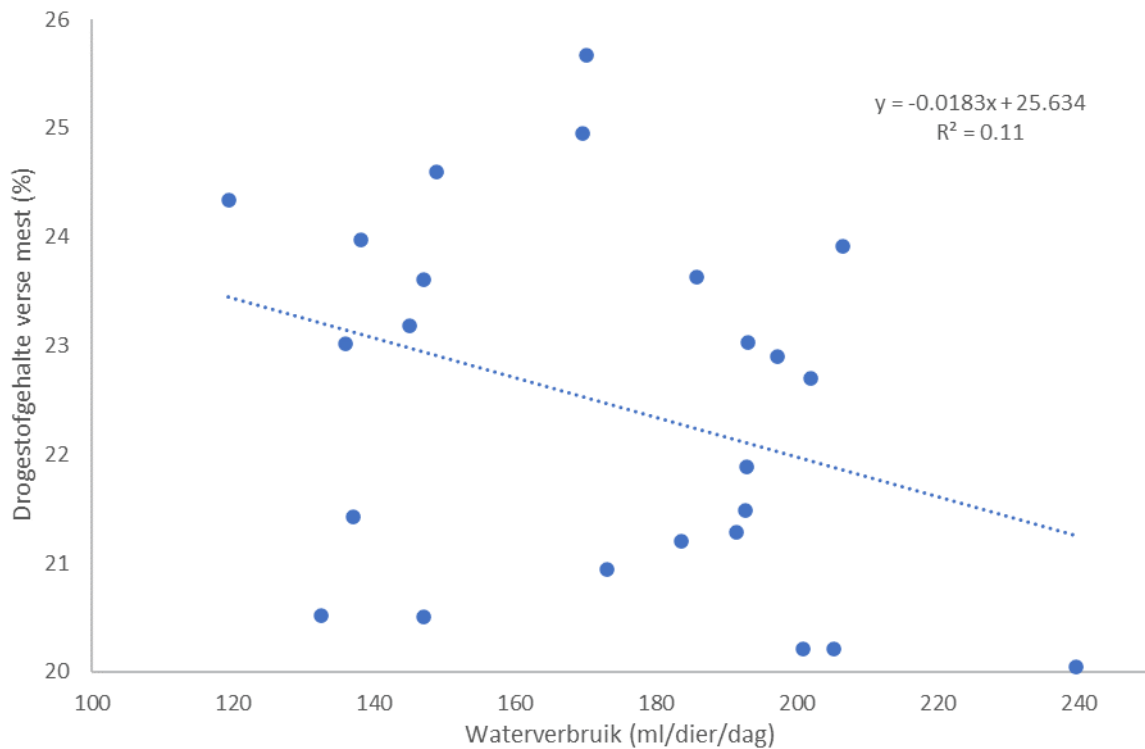
Het gemiddelde drogestofgehalte van het strooisel onder de drinknippellijn was in de hokken met de dieren die 5 uur en 8 uur water verstrekt kregen, anderhalf maal lager dan in de hokken met de dieren die 3 uur water kregen. Dit is te verklaren doordat de dieren het grootste gedeelte van het waterverbruik vermorsten in het strooisel. De gemiddelde data (tussen 7 en 20 weken leeftijd) van de individuele hokken is gebruikt om de verschillende verbanden weer te geven. Er was een duidelijk (en logisch) verband ($R^2 = 0,89$) tussen het gemiddelde waterverbruik (ml/dier/dag) en het gemiddelde drogestofgehalte (%) van het strooisel onder de drinknippellijn (Figuur 9).



Figuur 9 Verband tussen het waterverbruik (gemiddelde tussen 7 en 20 weken leeftijd) en het drogestofgehalte van het strooisel onder de drinknippellijn (gemiddelde van 7, 10, 13, 15, 17 en 20 weken leeftijd). Iedere punt is een individueel hok.

Het drogestofgehalte van het strooisel tussen 7 en 17 weken leeftijd nam af, maar was weer hoger op 20 weken leeftijd wat veroorzaakt werd door het extra bijstrooien bij de hokken met slechte strooiselkwaliteit. Bij de hokken met 5 uur en 8 uur werd namelijk gemiddeld 1,5 en 2,3 keer 2 kg strooisel per keer toegevoegd om, in verband met het dierenwelzijn, de strooiselkwaliteit te verbeteren. Verder had het buitenklimaat (droog voorjaarsweer) een positief effect op de strooiselkwaliteit. De bovenstaande verschillen kwamen ook duidelijk naar voren in de visuele beoordeling van het strooisel. Natter strooisel is donkerder en resulteert gemakkelijk in koekvorming en is dan ook visueel natter en minder rul (bijv. van Harn et al., 2019)

Opvallend was dat er geen verschillen waren tussen de verschillende waterstrategieën in het drogestofgehalte van de verse mest. Dit blijkt ook uit Figuur 10 waar geen verband ($R^2 = 0,11$) zichtbaar is tussen het gemiddelde waterverbruik van individuele hokken en gemiddeld drogestofgehalte van de verse mest.

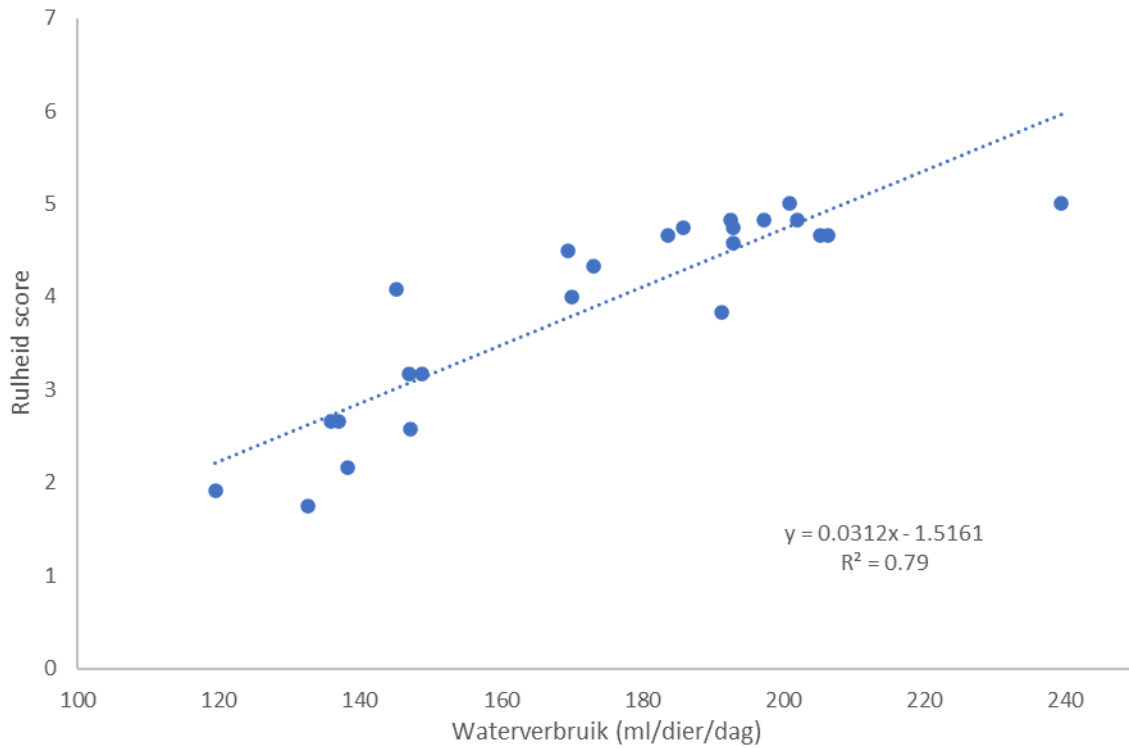


Figuur 10 Verband tussen het waterverbruik (gemiddelde tussen 7 en 20 weken leeftijd) en het drogestofgehalte van de verse mest (gemiddelde van 7, 10, 13, 15, 17 en 20 weken leeftijd). Iedere punt is een individueel hok.

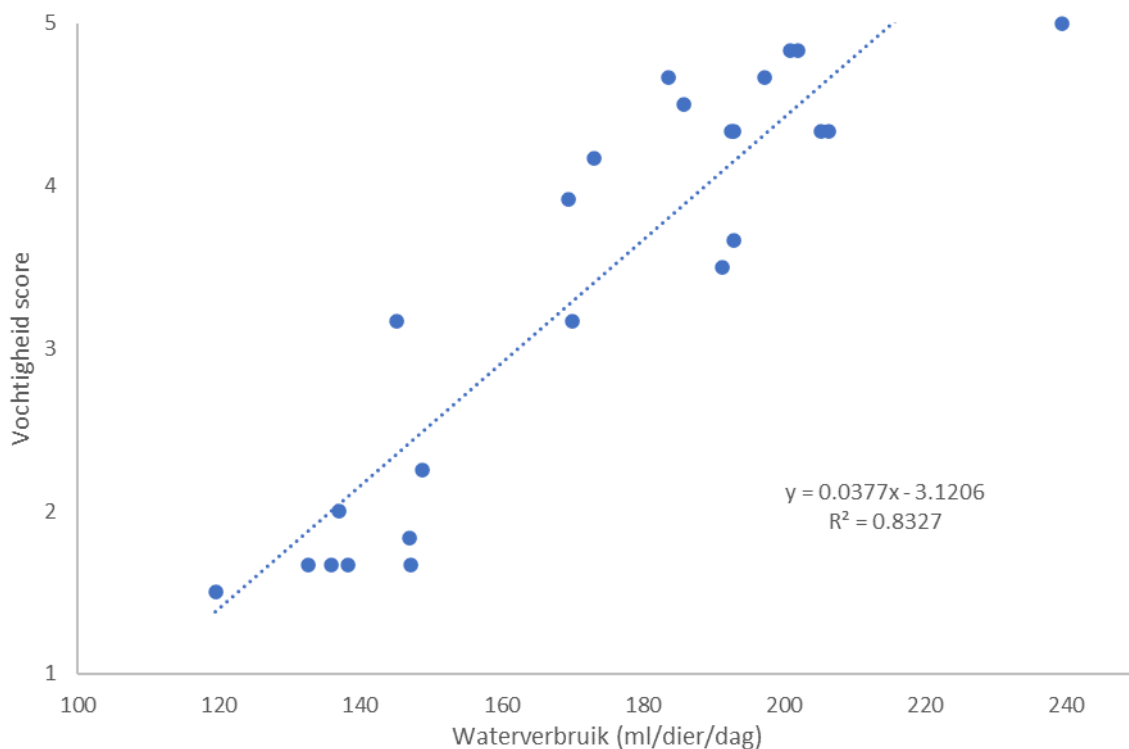
De verwachting was dat bij een hoger waterverbruik een belangrijk deel van het water gebruikt werd om op te nemen wat weer leidde tot natter verse mest. De wetenschappelijk literatuur geeft namelijk aan dat doordat vleeskuikenunderdieren een gecontroleerde hoeveelheid voer krijgen, de dieren afwijkend gedrag vertonen zoals meer water opnemen, meer spelen met water en dus vermorsen (Hocking et al., 1996, 2001; Savory and Kostal, 1996; de Jong et al., 2002). Doordat er in het huidige experiment geen verschillen zijn in drogestofgehalte van de verse mest, maar wel in het drogestofgehalte van het strooisel (onder de drinknippelijjn) tussen de verschillende waterstrategieën, concluderen we dat het overgrote gedeelte van het hogere waterverbruik niet gebruikt is om op te nemen maar vermorst werd.

Het drogestofgehalte van de verse mest nam gedurende de experimentele periode toe van 21,5% naar bijna 24,5% door de hogere voergift (van 53 naar 85 gram tussen 7 en 20 weken leeftijd) en lagere water/voerverhouding (Figuur 8). Het drogestofgehalte van de verse mest in het huidige experiment komt goed overeen met eerder onderzoek aan leghennen waar 23% (van Middelkoop, 1993) werd gevonden. In vleeskuikens ligt het drogestofgehalte (28%) van verse mest wat hoger door de hogere voeropname en lagere water/voer verhouding (Aarnink et al., 2016).

De rulheid score en vochtigheid score van het strooisel was hoger (dus meer koekvorming en visueel natter) bij de hokken met 5 uur en 8 uur water ten opzichte van de hokken met 3 uur water. Dit werd hoogstwaarschijnlijk direct veroorzaakt door het hogere waterverbruik en vermorsing in het strooisel van water. Dit is ook goed zichtbaar in Figuur 11 en 12 waarin respectievelijk het verband tussen het gemiddelde waterverbruik per hok ten opzichte van de rulheid score en vochtigheid score is weergegeven.



Figuur 11 Verband tussen het waterverbruik (gemiddelde tussen 7 en 20 weken leeftijd) en de rulheid score van het strooisel van het gehele hok (gemiddelde van 7, 10, 13, 15, 17 en 20 weken leeftijd). Iedere punt is een individueel hok.



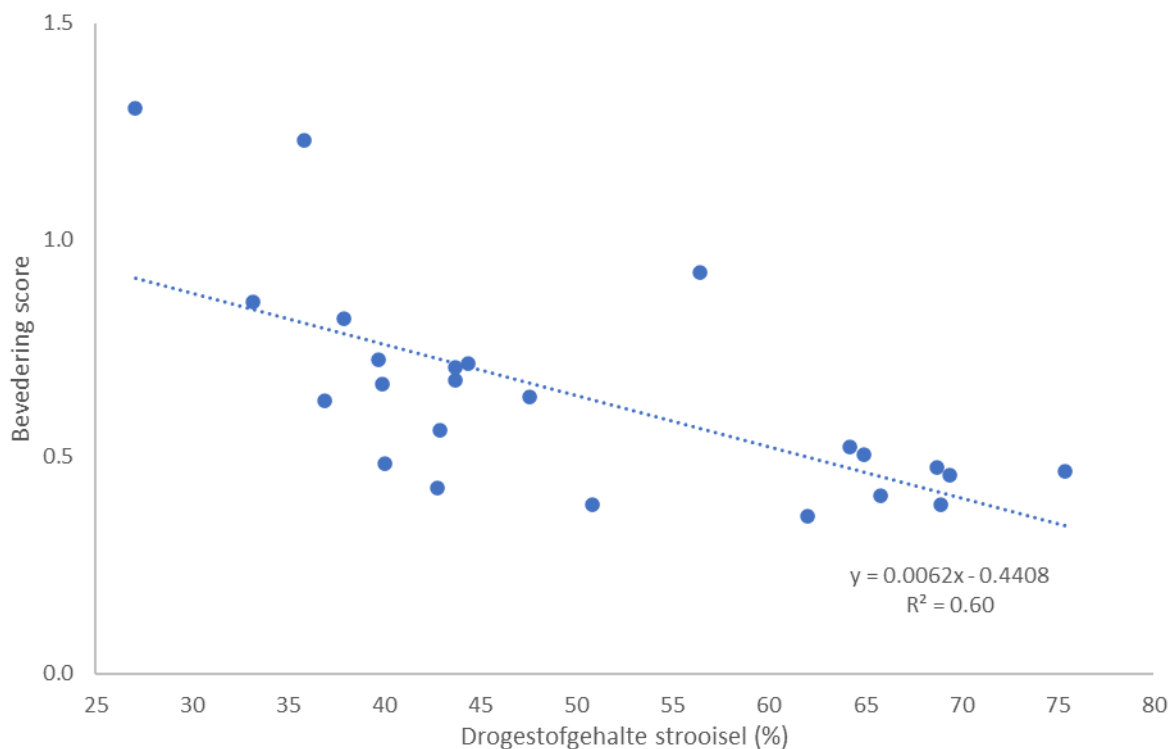
Figuur 12 Verband tussen het waterverbruik (gemiddelde tussen 7 en 20 weken leeftijd) en de vochtigheid score van het strooisel van het gehele hok (gemiddelde van 7, 10, 13, 15, 17 en 20 weken leeftijd). Iedere punt is een individueel hok.

Het wel of niet verstrekken van luzerne gaf geen verschillen in het drogestofgehalte van het strooisel, drogestofgehalte van de verse mest, rulheid score strooisel en vochtigheid score strooisel.

Door het ontbreken van vergelijkbaar onderzoek met luzerne aan kippen in relatie tot strooisel kwaliteit waren er geen verwachtingen over dit onderwerp. Men kan beredeneren dat het verstrekken van luzerne een positief effect kan hebben op de strooiselkwaliteit omdat de dieren het luzerne ook morsen op het strooisel wat weer meer scharrel- en foerageergedrag in en op het strooisel geeft. Het strooisel was echter regelmatig dusdanig slecht in de hokken met 5 uur en 8 uur water dat de dieren belemmerd werden in het uitvoeren van het scharrel- en foerageergedrag.

4.6 Bevedering en bevuilding

De gemiddelde bevedering was bij de dieren die 5 uur en 8 uur water verstrekt kregen, slechter in vergelijking met de dieren die 3 uur water kregen. Dit werd vooral veroorzaakt door de slechtere bevedering op de buik en staart. De verklaring voor de slechtere bevedering van de buik is dat de dieren in de hokken met 5 uur en 8 uur water langduriger in contact kwamen met strooisel van een slechtere kwaliteit (lees: natter strooisel). In hokken met een hoger drogestofgehalte van het strooisel is de bevederingsscore lager (bevedering beter) dan bij de hokken met een lager drogestofgehalte (Figuur 13). De dieren zaten gedurende een gedeelte van de dag en de nacht massaal op het slechte (= natter) strooisel en minder op de zitstokken waardoor de veren vochtig en smerig werden. Het is aannemelijk dat de veren uit de huid werden getrokken doordat de dieren een lange periode op het slechte strooisel zaten waardoor de veren zich hechtten aan het strooisel.



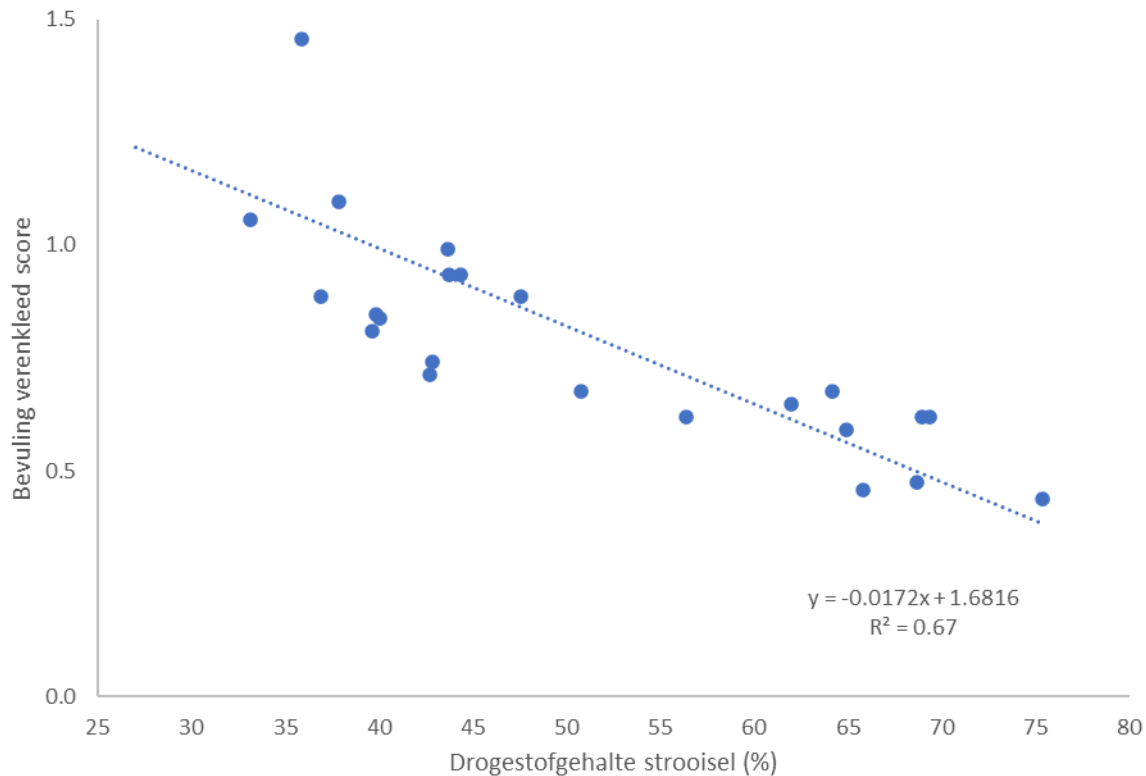
Figuur 13 Verband tussen het drogestofgehalte van het strooisel (gemiddelde van 7, 10, 13, 15, 17 en 20 weken leeftijd) en de bevedering score (gemiddelde van 10, 15 en 20 weken leeftijd). Iedere punt is een individueel hok.

Er waren geen verschillen in mate van bevedering tussen die dieren die wel of niet luzerne verstrekt kregen. Dit hield verband met het ontbreken van een verschil in strooiselkwaliteit (drogestofgehalte en visuele score) bij de hokken waarin wel of niet luzerne werd verstrekt.

De gemiddelde bevedering werd gedurende de opfokperiode beter wat ook in praktijkkoppels wordt waargenomen omdat de bevedering van opfok ouderdieren relatief langzaam ontwikkelt. Per lichaamsonderdeel waren er wel verschillen die mogelijk verband hielden met de strooiselkwaliteit tijdens deze studie.

De gemiddelde bevuilding van het verenkleed en de voetzolen was bij de dieren die 5 uur en 8 uur water verstrekt kregen duidelijk slechter dan bij de dieren die 3 uur water kregen.

Dit werd met name veroorzaakt door het directe contact tussen de borst en buik met het (slechte) strooisel. Daarnaast waren de staart en de flanken ook vuiler doordat ze elkaar mogelijk vervuilden tijdens het voer opnemen omdat de dieren zich regelmatig verdrongen aan de voergoot. Het verband tussen het drogestofgehalte van het strooisel en de bevulling van het verenkleed is in Figuur 14 weergegeven.



Figuur 14 Verband tussen het drogestofgehalte van het strooisel (gemiddelde van 7, 10, 13, 15, 17 en 20 weken leeftijd) en de bevulling verenkleed score (gemiddelde van 10, 15 en 20 weken leeftijd). Iedere punt is een individueel hok.

De voetzolen waren ook duidelijk viezer/vuiler bij de dieren die 5 en 8 uur water kregen dan bij de dieren die 3 uur water kregen. Ook hier was de slechtere strooiselkwaliteit de oorzaak van de verschillen in bevulling van de voetzolen.

Tussen 10 en 15 weken leeftijd nam de bevulling van het verenkleed en voetzolen flink toe om daarna weer af te nemen. De toename kwam doordat de strooiselkwaliteit tussen 10 en 15 weken leeftijd sterk afnam door het hogere waterverbruik. Daarna nam de strooiselkwaliteit weer toe door het frequenter bijstrooien van verse houtkrullen in de hokken met slecht strooisel.

4.7 Diergedrag

De dieren die 5 uur of 8 uur water per dag verstrekt kregen vertoonden meer luzerne- en wateropname gedrag. Dat de dieren meer met het water bezig waren bij de hokken met 5 uur en 8 uur bleek ook uit het hogere waterverbruik en lagere drogestofgehalte van het strooisel. De dieren die langer water tot hun beschikking hadden waren dus meer bezig met het water wat leidde tot meer vermorsen en daardoor slechter strooisel. Dit komt overeen met eerder onderzoek van Hocking (1993).

Door het slechtere strooisel vertoonden de dieren minder foeragegedrag en minder stofbaden. Dit is in overeenstemming met onderzoek van Riber et al. (2021) die in een experiment met verschillende vezelrijke grondstoffen bij één van de behandelingen, met slechter strooisel, ook minder foerageren zag. Opvallend is dat de dieren bij 5 uur en 8 uur water minder op de zitstok zaten. De verwachting was dat de dieren, door de slechtere strooiselkwaliteit juist meer op de zitstokken zouden zitten om het slechte strooisel te vermijden. Mogelijk dat de dieren het kouder hadden door het natter strooisel waardoor ze dicht bij elkaar gingen zitten op het strooisel.

Opvallend was dat de dieren die luzerne verstrekt kregen minder objectpikken vertoonden. Er is geen vergelijkend onderzoek met effecten van onbeperkt luzerne verstrekken op diergedrag bij vleeskuikenouderdieren. Bij leghennen is wel bekend dat het onbeperkt verstrekken van luzerne als verrijkmateriaal bijdraagt aan het voorkomen van verenpikken (wat ook afwijkend pikgedrag is), wat resulteert in een verbeterd verenkleed (Schreiter et al., 2020; Tainika & Şekeroğlu, 2021).

Conclusie

Uit het onderzoek blijkt dat opfok vleeskuikenouderdieren die langer water verstrekt kregen, meer water verbruikten (en niet fysiek opnamen) waardoor de strooiselkwaliteit snel slechter werd met een slechtere bevedering en meer bevuilding van het verenkleed en voetzolen tot gevolg.

Verder blijkt uit het onderzoek dat het verstrekken van luzerne resulteerde in een iets lagere voergift aan het einde van de opfok, een iets slechtere uniformiteit en minder object pikken.

Literatuur

- Aarnink, A.J.A., J. van Harn, K. Blanken, N.W.M. Ogink, 2016. Ontwikkeling van een rekentool om de ammoniakemissie uit vleeskuikenstallen te kunnen voorspellen. Wageningen Livestock Research, Rapport 990, Wageningen, Nederland.
- Aviagen-EPI, 2021. Ross vleeskuiken ouderdieren managementgids. Aviagen-EPI BV, Roermond, Nederland.
- Aviagen, 2021. Ross 308 Performance objectives. European Parent Stock. Huntsville, USA.
- Bilcik, B., I. Estevez, 2005. Impact of male-male competition and morphological traits on mating strategies and reproductive success in broiler breeders. *Applied Animal Behaviour Science* 92:307-323.
- CVB, 2018. CVB Veevoedertabel 2018. Chemische samenstellingen en nutritionele waarden van voedermiddelen. Federatie Nederlandse Diervoederketen (FND). Wageningen, Nederland.
- de Jong, I.C., A.S. van Voorst, D.A. Ehlhardt, H.J. Blokhuis, 2002. Effects of restricted feeding on physiological stress parameters in growing broiler breeders. *British Poultry Science* 43:157-168.
- de Jong, I.C., H. Enting, S. van Voorst, H.J. Blokhuis, 2005. Do low-density diets improve broiler breeder welfare during rearing and laying? *Poultry Science* 84:194-203.
- Elmutalab, R.I.A., 1998. Effect of alfalfa leaf meal supplementation on performance and some blood parameters of broiler chicks. PhD Thesis, Sudan University of Science and Technology, Sudan.
- Hocking, P.M., M.H. Maxwell, M.A. Mitchell, 1993. Welfare assessment of broiler breeder and layer females subjected to food restriction and limited access to water during rearing. *British Poultry Science* 34:443-458.
- Hocking, P.M., 1993. Welfare of broiler breeder and layer females subjected to food and water control during rearing, Quantifying the degree of restriction. *British Poultry Science* 34:53-64.
- Hocking, P.M., M.H. Maxwell, M.A. Mitchell, M.A., 1996. Relationships between the degree of food restriction and welfare indices in broiler breeder females. *British Poultry Science* 37:263-278.
- Hocking, P.M., M.H. Maxwell, G.W. Robertson, M.A. Mitchell, 2001. Welfare assessment of modified rearing programs for broiler breeders. *British Poultry Science* 42:424-432.
- Hu, Y., S. Kang, R. Ding, Q. Zhao, 2021. A crude protein and fiber model of alfalfa incorporating growth age under water and salt stress. *Agricultural Water Management* 255:1-12.
- Middelkoop, J.H., 1993. Hoeveel mest produceert een kip? Praktijkonderzoek voor de Pluimveehouderij 93/3.
- Riber, A.B, F.M. Tahamtani, S. Steinfeldt. 2021. Effects of qualitative feed restriction in broiler breeder pullets on behaviour in the home environment. *Applied Animal Behaviour Science* 235, 105225.
- Savory, C.J., L. Kostal, 1996. Temporal patterning of oral stereotypies in restricted-fed fowls: 1. investigations with a single daily meal. *International Journal of Comparative Psychology* 9:117-139.
- Schreiter, R., K. Damme, M. Freick, 2020. Edible environmental enrichments in littered housing systems: do their effects on integument condition differ between commercial laying hen strains? *Animals* 10:1-20.
- Tainika, B., A. Şekeroğlu, 2021. Environmental enrichments in laying hen production systems with emphasis on welfare and egg quality. *Turkish Journal of Agriculture* 9:1398-1406.
- van Emous, R.A., 2021. Literatuurstudie voercontrole vleeskuikenouderdieren. Wageningen Livestock Research, Rapport 1291, Wageningen, Nederland.
- van Emous, R.A., 2023a. Waterverbruik ouderdieren. BRAVO, nr. 139, pag. 47-55.
- van Emous, R.A., 2023b. Drinkers worden gemaakt, niet geboren. Pluimveehouderij, nr. 11, pag. 30-31.
- van Harn, J., M.A. Dijkslag, M.M. van Krimpen, 2019. Effect of low protein diets supplemented with free amino acids on growth performance, slaughter yield, litter quality, and footpad lesions of male broilers. *Poultry Science* 98:4868-4677.
- van Krimpen, M.M., R.P. Kwakkel, C.M.C. van der Peet-Schwering, L.A. den Hartog, M.W.A. Verstegen, 2008. Low dietary energy concentration, high nonstarch polysaccharide concentration, and coarse particle sizes of nonstarch polysaccharides affect the behavior of feather-pecking-prone laying hens. *Poultry Science* 87:485-496.
- Verwer, C., J. Wagenaar, 2009. Ruwvoer in de biologische pluimveehouderij. BioKennisbericht Pluimveevlees & eieren. 8. Louis Bolk Instituut, Driebergen, Nederland.

Bijlage 1 Ingrediënten voeders (g/kg)

	Startvoer	Opfok 1 voer	Opfok 2 voer
Haver	15,0	20,0	25,0
Tarwe	178,6	295,5	246,4
Mais	353,7	340,0	327,8
Haverdoppen	5,0		10,0
Maisglutenmeel 60%	5,0		5,7
Maisweekwater			5,0
Tarweglutenvoermeel			19,3
Tarwegries	40,0	42,7	100,0
Mais DDGS		15,0	
Raap Behandeld		30,0	50,0
Soja Behandeld	234,1	134,7	16,2
Zonnebloemzaadschroot LP			50,0
Zonnebloemzaadschroot MP		50,0	100,0
Zonnebloemzaadschroot HP	47,5	23,7	
Erwten	15,0	10,0	
Vinasse	10,0		10,0
Palmpitvetzuren		5,0	
Palmolie	5,0		
Sojaolie	5,0		
Zalmolie	5,0	3,0	3,0
Lecithine mix	11,3	4,8	
Zurenmengsel	1,5	4,3	4,7
Kalksteentjes (grof)			8,7
Krijt	13,8	15,7	3,0
Mono-caciuml-fosfaat	7,9	6,8	2,3
Natriumbicarbonaat	3,6	2,8	2,3
Zout	1,8	2,0	1,4
Methionine (DL,99%)	3,3	2,4	1,3
L-lysine HCL	1,4	0,2	0,9
L-threonine (98%)	2,1	1,3	1,2
Tryptofaan (L, 20 %)		0,1	
Valine (L,25%)		0,2	
Div premix/ mineralen/ enzymen	5,4	5,7	1,8
Premix	4,0	4,0	4,0

¹ LP = laag eiwit; MP = medium eiwit; HP = hoog eiwit

Bijlage 2 Berekende samenstelling voeders (g/kg)

	Startvoer	Opfok 1 voer	Opfok 2 voer
OEbroiler (kcal/kg)	2.785	2.700	2.460
Ruw as	59,3	57,4	49,6
Ruw eiwit	195,0	170,1	148,3
Ruw vet	50,0	36,3	28,0
Ruwe celstof	37,5	45,7	71,1
Zetmeel	385,1	418,7	408,5
C18:2	20,5	14,8	13,1
Calcium	8,86	9,61	7,17
Fosfor, opneembaar	4,29	4,20	3,30
Natrium	1,83	1,80	1,60
Kalium	8,65	7,63	7,30
Chloor	2,00	2,00	1,95
dEB (meq)	94,6	85,3	78,6
SID Lysine	9,52	6,75	5,20
SID Methionine	6,27	5,09	4,06
SID M+C	8,82	7,55	6,37
SID Threonine	7,98	6,34	5,36
SID Tryptofaan	1,96	1,75	1,45
Oplosbaar NSP	30,8	31,4	32,8

Bijlage 3 Ethogram gedrag

Gedrag	Beschrijving
Eten	Pikken naar voer in het voersysteem.
Drinken	Pikken naar water in het watersysteem.
Luzerne	Pikken naar luzerne in de emmer.
Staan	Staan zonder uitvoeren van ander gedrag.
Zitten	Zitten zonder uitvoeren van ander gedrag.
Lopen	Lopen zonder uitvoeren van ander gedrag.
Foerageren	Foerageren (pikken naar het strooisel, eventueel afgewisseld met krabben in het strooisel).
Verzorging	Al het verzorgingsgedrag (zonder stofbaden), zoals verenpoetsen, zelf pikken, knabbelen, aaien, vleugel slaan en strekken.
Stofbaden	Stofbaden zonder uitvoeren van ander gedrag. Dit zijn alle elementen van stofbadgedrag, dus vanaf het inschudden van het strooisel in de veren tot en met het uitschudden na een cyclus.
Object pikken	Object pikken zonder uitvoeren van ander gedrag. Objecten zijn de lege voerbak en onderdelen van het hok (maar niet de drinker).
Kip pikken	Kip pikken zonder uitvoeren van ander gedrag.
Zitten zitstok	Zitten op zitstok zonder uitvoeren van ander gedrag.
Staan zitstok	Staan op zitstok zonder uitvoeren van ander gedrag.