

Wageningen UR Livestock Research

Partner in livestock innovations



Rapport 592

Effect van verschillende groeicurves en eiwitniveau van het voer op lichaamssamenstelling, productie, kuikenkwaliteit, gedrag en bevedering bij vleeskuikenouderdieren

November 2012



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Colofon

Uitgever

Wageningen UR Livestock Research
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 - 238238
Fax 0320 - 238050
E-mail info.livestockresearch@wur.nl
Internet <http://www.livestockresearch.wur.nl>

Redactie

Communication Services

Copyright

© Wageningen UR Livestock Research, onderdeel
van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek,
2012

Overname van de inhoud is toegestaan,
mits met duidelijke bronvermelding.

Aansprakelijkheid

Wageningen UR 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 UR Livestock Research en Central
Veterinary Institute, beiden onderdeel van Stichting
Dienst Landbouwkundig Onderzoek vormen samen
met het Departement Dierwetenschappen van
Wageningen University de Animal Sciences Group
van Wageningen UR (University & Research
centre).

Losse nummers zijn te verkrijgen via de website.



De certificering volgens ISO 9001 door DNV
onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op al onze
onderzoeksoopdrachten zijn de Algemene
Voorwaarden van de Animal Sciences Group
van toepassing. Deze zijn gedeponneerd bij de
Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Abstract

In this study the effect of two growth patterns and three different dietary protein levels during the rearing period of broiler breeders was investigated. Applying a low protein diet results in a changed body composition (less breast meat and more abdominal fat) and positive effects on behaviour during rear. Applying a high growth pattern had only slight effects on performance and behaviour. Hardly any carry-over effects of the treatments during the rearing period were observed during the laying period.

Keywords

Growth pattern, dietary protein level, diet, body composition, performance, chick quality, behaviour, feather cover, rearing, laying, broiler breeders

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteurs

R.A. van Emous
M.M. van Krimpen
R.P. Kwakkel

Titel

Effect van verschillende groeicurves en eiwitniveau van het voer op lichaamssamenstelling, productie, kuikenkwaliteit, gedrag en bevedering bij vleeskuikenouderdieren

Rapport 592

Samenvatting

In deze studie is het effect van twee groeicurves en verschillend eiwitniveau van het voer tijdens de opfokperiode onderzocht. Vooral het toepassen van lager eiwit voer gaf een verandering in lichaamssamenstelling (minder filet en meer buikvet) en had positieve effecten op het gedrag tijdens de opfokperiode. Een hogere groeicurve gaf kleinere effecten. In de legperiode waren de meeste effecten echter weer verdwenen en de productie werd ook niet beïnvloed.

Trefwoorden

Groeicurve, eiwitniveau voer, lichaams-samenstelling, productie, kuikenkwaliteit, gedrag, bevedering, opfok- en legperiode, vleeskuikenouderdieren

Rapport 592

Effect van verschillende groeicurves en eiwitniveau van het voer op lichaamssamenstelling, productie, kuikenkwaliteit, gedrag en bevedering bij vleeskuikenouderdieren

Effect of different growth patterns and Protein level of the diet on body composition, performance, chick quality, behaviour and feather cover of broiler breeders

R.A. van Emous
M.M. van Krimpen
R.P. Kwakkel

November 2012



PRODUCTSCHAP DIERVOEDER



Dit onderzoek is uitgevoerd met subsidie van het Productschap Pluimvee en Eieren (PPE), het Productschap Diervoeder (PDV) en Aviagen-EP1

Voorwoord

De vleeskuikenouderdierensector is een relatief kleine sector binnen de pluimveehouderij. Een klein aantal bedrijven (ca. 200) produceren 1,1 miljoen broedeieren waarvan iets minder dan de helft in Nederland wordt uitgebroed en de kuikens uitgroeien totdat ze slachtrijp zijn. In totaal (binnen- en buitenland) geeft dit een productie van circa 1,9 miljard kilogram pluimveevlees per jaar. Deze getallen schetsen hoe belangrijk de vermeerderingssector binnen de vleesketen is. Kleine afwijkingen binnen de voorschakel hebben dan ook grote gevolgen voor de totale keten. Om afwijkingen te voorkomen en de resultaten van de keten te optimaliseren is onderzoek naar de optimale omstandigheden voor vleeskuikenouderdieren erg belangrijk. Vooral ook omdat het huidige vleeskuikenouderdier niet meer te vergelijken is met het dier van twintig of dertig jaar terug. Door de bescheiden omvang van de sector is het niet mogelijk om als sector alleen veel onderzoek te doen met vleeskuikenouderdieren. Het onderhavige project is een unieke samenwerking tussen een aantal geledingen binnen de sector. Zowel de pluimveehouders (PPE), de voerfabrikanten (PDV) als een fokbedrijf van vermeerderingsdieren (Aviagen-EPI) hebben elkaar gevonden in een gezamenlijk project over de voeding van het moderne vleeskuikenouderdier. Het is de verwachting dat dit project leidt tot een optimalisering van het voermanagement van vleeskuikenouderdieren tijdens zowel de opfok- als de legperiode.

Ing. R.A. van Emous
Projectleider voeding modern vleeskuikenouderdier

Samenvatting

In opdracht van het Productschap Diervoeder, het Productschap Vlees en Eieren en Aviagen-EPI is een experiment uitgevoerd om de effecten vast te stellen van het toepassen van groeicurves (standaard en hoog) en het eiwitniveau van het voer (hoog, gemiddeld, laag) tijdens de opfokperiode op de lichaamssamenstelling, productie, de kwaliteit van de eendagskuikens, het gedrag en de bevederings tijdens de opfok- en legperiode. De veronderstelling was dat het volgen van een hogere groeicurve in combinatie met het verstrekken van een voer met een lager eiwitniveau tijdens de opfokperiode een verandering van de lichaamssamenstelling (hoger percentage buikvet- en lager percentage filetgehalte) bij het begin van de legperiode zou geven die op zijn beurt weer een verbetering van de productie, de kwaliteit van de eendagskuikens, het gedrag en de bevederings tijdens het eerste gedeelte van de legperiode tot gevolg zou hebben. Het experiment startte met 768 Ross 308 eendagskuikens, die afkomstig waren van Aviagen-EPI Roermond. De eendagskuikens werden gehuisvest in twee identieke klimaatgestuurde afdelingen (9 * 9 m) met elk 24 grondhokken (0,9 * 1,5 m) en werden tot 40 weken leeftijd gehouden. In elk hok werden zestien kuikens opgezet en op een aantal tijdstippen tijdens de opfokperiode werd een aantal kuikens uitgeselecteerd (te klein, sexfout, etc.) of gebruikt voor het vaststellen van de lichaamssamenstelling. Daardoor waren er bij aanvang van de legperiode nog zes dieren per hok aanwezig. Op zeventien weken leeftijd werden hanen via de fokorganisatie aangevoerd voor het verzamelen van sperma om tijdens de legperiode KI te kunnen toepassen.

Tijdens de opfokperiode (vanaf twee tot en met 22 weken leeftijd) werden de volgende zes behandelingen (2 x 3 factorieel experiment) toegepast:

1. Standaard groeicurve met hoog eiwit voer
2. Hoge groeicurve met hoog eiwit voer
3. Standaard groeicurve met gemiddeld eiwit voer
4. Hoge groeicurve met gemiddeld eiwit voer
5. Standaard groeicurve met laag eiwit voer
6. Hoge groeicurve met laag eiwit voer

Bij de standaard groeicurve was het streven om op 20 weken leeftijd op een gemiddeld lichaamsgewicht van 2.200 gram uit te komen, terwijl dat voor de hoge groeicurve op 2.400 gram was gesteld. Tijdens de opfokperiode werd gebruik gemaakt van een vierfasen voer. Tussen 0 en 14 dagen kregen alle dieren hetzelfde startvoer en vanaf 2 weken werden de voeders met verschillende eiwitniveaus toegepast. Tussen 2 en 6 weken leeftijd werd opfok1 verstrekt, tussen 6 en 15 weken leeftijd opfok 2 en tussen 15 en 22 weken leeftijd pre-foktoom. Vanaf 22 weken leeftijd kregen alle dieren hetzelfde voer (standaard foktoom) en dezelfde voerhoeveelheid.

De resultaten van het onderzoek zijn als volgt:

- Vleeskuikenouderdieren die werden opgefokt bij een hogere groeicurve (+175 gram op 19 weken leeftijd) namen tussen 2 en 22 weken leeftijd 6,5% meer voer op om het hogere lichaamsgewicht te bereiken. Vleeskuikenouderdieren die werden opgefokt met een gemiddeld en laag eiwit voer hadden respectievelijk 4,5 en 10,0% meer voer nodig om hetzelfde lichaamsgewicht aan het einde van de opfokperiode te bereiken dan de dieren die werden opgefokt met een hoog eiwit voer.
- Een laag eiwit voer gaf aan het einde van de opfokperiode een verbetering van de uniformiteit vergeleken met het hoog en gemiddeld eiwit voer.
- Groeicurve en eiwitniveau van het voer tijdens de opfokperiode had geen carry-over effect op de parameters aantal eieren, aantal broedeieren, uitval eieren, eigewicht, leeftijd 50% productie, piek-productie en leeftijd piek-productie tijdens de legperiode.
- Bij het hoog eiwit voer werd er geen effect gezien van groeicurve op het percentage buikvet, terwijl bij het gemiddeld en laag eiwit voer er een hoger percentage buikvet werd gevonden bij de hoge groeicurve in vergelijking met de standaard groeicurve.
- Een laag eiwit voer gaf tijdens de opfokperiode een lager percentage filet, lager percentage poten en hoger percentage karkas in vergelijking met het gemiddeld en hoog eiwit voer. Het gemiddeld eiwit voer lag qua waarden tussen die van het hoog en laag eiwit voer in. Aan het einde van de legperiode (40 weken leeftijd) waren er geen verschillen meer in lichaamssamenstelling behalve dat de dieren die waren opgefokt bij de hoge groeicurve een hoger percentage vleugels hadden.

- Op 29 weken leeftijd was bij de ouderdieren die bij de hoge groeicurve waren opgefokt de bevruchting van de broedeieren en de uitkomst van de ingelegde broedeieren het hoogst. Dit laatste kwam doordat de vroeg-embryonale sterfte tussen één en negen dagen bij deze behandeling het laagst was. De uitkomst van de bevruchte broedeieren was het laagst bij het gemiddeld eiwit voer, dit werd veroorzaakt door een hogere embryonale sterfte tussen 18 en 21 dagen leeftijd.
- De vleeskuikens afkomstig van ouderdieren van 29 weken leeftijd die bij de hoge groeicurve waren opgefokt hadden een tendens tot een hoger slachtgewicht dat veroorzaakt werd door de tendens tot een hogere groei per dag. De voeropname was het hoogst bij de vleeskuikens afkomstig van ouderdieren die waren opgefokt bij het gemiddeld en laag eiwit voer.
- Vleeskuikens afkomstig van ouderdieren van 29 weken leeftijd die opgefokt waren met het laag eiwit voer hadden, vergeleken met het hoog eiwit voer, een lager percentage vleugels. Daarnaast waren er interactie-effecten van sex en eiwit niveau voer op percentage poten en filet. Het percentage poten was lager bij de henkuikens als de ouderdieren het hoog en gemiddeld eiwit voer kregen. Dit gold niet voor de henkuikens als de ouderdieren het laag eiwit voer kregen. Het percentage filet van de haankuikens afkomstig van ouderdieren die tijdens de opfokperiode het hoog eiwit voer kregen was lager dan die van henkuikens.
- De eendagskuikens afkomstig van ouderdieren van 33 weken leeftijd die bij de hoge groeicurve waren opgefokt hadden een lager dooier rest gewicht.
- De broedeieren van de ouderdieren die tijdens de opfokperiode het hoog eiwit voer kregen vertoonden een tendens tot een hoger ei-eiwit (albumen) gewicht bij de standaard groeicurve vergeleken met de hoge groeicurve. Bij het gemiddeld en laag eiwit voer werd dit effect niet gevonden.
- De voeropnametijd tijdens de opfokperiode was langer bij de dieren die bij de hoge groeicurve werden opgefokt. Daarnaast was de voeropname-snelheid bij deze dieren tijdens de opfokperiode lager. Deze effecten werden tijdens de legperiode niet meer teruggevonden. De ouderdieren die het laag eiwit voer kregen hadden een langere voeropnametijd en lagere voeropnamesnelheid tijdens de opfokperiode dan de dieren die het hoog en gemiddeld eiwit voer kregen. De ouderdieren die het gemiddeld eiwit voer kregen lagen tussen het hoog en laag eiwit voer in. Opvallend was dat de voeropnamesnelheid tijdens de legperiode sneller was bij de dieren die het laag eiwit voer kregen tijdens de opfokperiode in vergelijking met de dieren die het hoog en gemiddeld eiwit voer kregen.
- De combinatie van de hoge groeicurve en een laag eiwit voer had een versterkend effect op het eet- en zitgedrag tijdens de opfokperiode. Daarbij wordt opgemerkt dat vooral de aanpassing van de voersamenstelling het grootste aandeel in het effect had. Het vertonen van meer eetgedrag bij het laag eiwit voer ging samen met meer rustgedrag (staan, zitten op zitstok) en minder stereotiep pikgedrag (object pikken en pikken naar andere dieren).
- De effecten die tijdens de opfokperiode op het gedrag werden waargenomen waren tijdens de legperiode grotendeels verdwenen. De ouderdieren die tijdens de opfokperiode de hoge groeicurve volgden vertoonden tijdens de legperiode wat meer loopgedrag. De ouderdieren die tijdens de opfokperiode het laag eiwit voer kregen stonden meer stil tijdens de legperiode en vertoonden een tendens tot minder object pikken.
- De plasma corticosteronconcentratie werd niet beïnvloed door de groeicurve en eiwitniveau van het voer.
- De kwaliteit van de bevedering werd vooral tijdens de eerste helft van de opfokperiode negatief beïnvloed door het lager eiwit voer. Het gemiddeld eiwit voer vertoonde hetzelfde effect, maar in mindere mate. Vanaf de tweede helft van de opfokperiode en tijdens de legperiode werd dit niet meer waargenomen.

Concluderend, op basis van de resultaten van dit onderzoek kan vastgesteld worden dat het verstrekken van een eiwit armer voer een lager percentage filet en een hoger percentage buikvet geeft dan het hoge eiwit voer. Het volgen van een hogere groeicurve geeft alleen een hoger percentage buikvet. De verandering van de lichaamssamenstelling is het gevolg van aanpassingen in de hoogte van de voergift dat directe gevolgen heeft op het gedrag van de dieren tijdens de opfokperiode, maar nauwelijks op de technische resultaten, nakomelingen en het gedrag tijdens de legperiode. Op basis van de gedragswaarnemingen lijkt een hogere groeicurve en het verstrekken van eiwit armer voer een licht positief effect te hebben op het welzijn van de dieren.

Uit het experiment is gebleken dat vleeskuikenouderdieren een hoog adaptief vermogen hebben en snel reageren op veranderde omstandigheden. Daarom biedt het aanpassen van de voersamenstelling tijdens de legperiode mogelijk meer kansen om de technische resultaten tijdens de legperiode te verbeteren. Verder biedt het toepassen van een hogere groeicurve (verschil van 200 gram) en het handhaven van dit verschil tijdens het begin van de legperiode (tot minimaal 25 weken leeftijd) waarschijnlijk meer mogelijkheden om de technische resultaten en kuikenkwaliteit in het begin van de legperiode te verbeteren. Dit wordt in een volgend experiment onderzocht.

Summary

On request of the Product Board Animal Feed, the Product Board for Poultry and Eggs and Aviagen-EPI an experiment is conducted to determine the effect of different growth patterns (standard and high) and dietary protein levels (high, medium and low) during rearing on body composition, performance, quality of the progeny, behaviour and feather cover during the rearing and laying period of broiler breeders. It was hypothesized that following an increased growth pattern in combination with a reduced dietary protein level during rearing might affect body composition (higher abdominal fat and lower protein content) at the start of the laying period, which in turn, will lead to improved performance, chick quality, behaviour and feather cover in early lay. The experiment was started with 768 day-old Ross 308 female broiler breeder chickens delivered by Aviagen-EPI Roermond. The birds were housed in two identical climate-controlled rooms (9 × 9 m), each containing 24 floor pens (0.9 × 1.5 m), and were followed till 40 wks of age. In each pen 16 day-old pullets were placed and at some ages during the rearing period some birds were graded (too small, sex error, etc.) or dissected for determination of body composition. At the start of the laying period, the number of birds per pen was standardized to six. At 17 wks of age male broiler breeders were obtained from the breeding company for sperm production to apply Artificial Insemination during the laying period.

During rearing (between 2 and 22 wks of age) six treatments (2 × 3 factorial design) were applied:

1. Standard growth pattern and high dietary protein level
2. High growth pattern and high dietary protein level
3. Standard growth pattern and medium dietary protein level
4. High growth pattern and medium dietary protein level
5. Standard growth pattern and low dietary protein level
6. High growth pattern and low dietary protein level

The target body weight for the standard growth pattern was 2.200 gram at 20 wks of age and for the high growth pattern 2.400 gram. During rearing a four phase feeding system was used. The starter-1 diet was fed from 0 to 2 wks of age, the starter-2 diet from 2 to 6 wks of age, the grower diet from 6 to 15 wks of age, and the pre-breeder diet from 15 to 22 wks of age. From 22 wks onwards, all birds were fed a standard breeder diet according to a similar feeding schedule.

The results of this study are as follows:

- Broiler breeders reared by the high growth pattern between 2 and 22 wks of age were fed 6.5% more feed to achieve the higher body weight (+175 gram at 19 wks of age). Broiler breeders fed the medium and low protein diet during rearing showed a, 4.5 and 10.0% higher feed intake, respectively, to achieve the same body weight target at the end of the rearing period compared to birds fed the high protein diet.
- A low protein diet increased uniformity (CV%) at the end of the rearing period and compared to the high and medium protein diet.
- Growth pattern and dietary protein level during the rearing period had no carry-over effect on performance (number of eggs/hatching eggs, second grade eggs, egg weight, age 50% production, peak production, and age peak production) during the laying period.
- Feeding the high protein diet in combination with the two different growth patterns did not affect abdominal fat percentage, whereas medium and low protein diet in combination with the high growth pattern increased abdominal fat compared to the standard growth pattern.
- The low protein diet during the rearing period resulted in a decreased percentage breast meat, decreased percentage legs, and increased percentage carcass compared to the medium and high protein diet. The results of the medium protein diet was in between the high and low protein diet. At the end of the laying period (40 wks of age) no differences were found in body composition except for the birds following the high growth pattern, who had a higher percentage wings.
- At 29 wks of age, fertility and hatchability of set eggs of the broiler breeders, following the high growth pattern during rear, were increased compared to eggs of birds following the standard growth pattern, whereas the early embryonic mortality between 1 and 9 days was decreased. The hatchability of fertile eggs was decreased for the birds which received the medium dietary protein level feed during rearing, whereas the embryonic mortality between 18 and 21 days was increased.
- Broilers hatched from 29-wk old broiler breeders reared by the high growth pattern tended to an increased slaughter weight, and daily gain. Feed intake was increased in broilers hatched from the broiler breeders who received the medium and low protein diet during rear.
- Broilers hatched from 29-wk old broiler breeders reared with the low protein diet showed, compared to the high protein diet, a decreased percentage wings. In addition interaction effects from sex and dietary protein level on percentage legs and breast meat were found. Percentage

legs was decreased in female broilers hatched from broiler breeders who were reared with the high and medium protein diet compared to the low protein diet. Percentage breast meat of the male broilers hatched from broiler breeders, receiving the high protein diet during the rearing period, was decreased compared to the female broilers.

- Day-old-chicks from 33-wk old broiler breeders, reared by the high growth pattern, showed a decreased residual yolk weight.
- Hatching eggs from broiler breeders who received the high protein diet showed a tendency to an increased albumen weight in case of following the standard growth pattern compared to the high growth pattern, whereas this effect was absent in eggs from broiler breeders who received the medium and low protein diet.
- Providing a high growth pattern resulted in prolonged eating time and reduced eating rate during the rearing period. No carry-over effects were observed during the laying period. Broiler breeders who received the low protein diet showed a prolonged eating time and a decreased feed intake during the rearing period compared to birds who received the high and medium protein diet. Results of broiler breeders who received the medium protein diet were in between the results of the birds with the high and low protein diet. Providing a low protein diet resulted in a faster eating rate during the laying period compared to the high and medium protein diet.
- The combination of high growth pattern and low protein diet showed an enhancing effect on eating and sitting behaviour during the rearing period. More eating behaviour showed by the low protein diet was seen in combination with more resting behaviour (standing, sitting on perch) and less stereotypic behaviour (object pecking and pecking to other birds).
- The treatments during the rearing period had hardly any carry-over effect on behaviour during the laying period. Broiler breeders following the high growth pattern during rearing only showed slightly more walking behaviour during the laying period, whereas the broiler breeders who received the low protein diet during the rearing period showed more standing behaviour during the laying period and a tendency to decreased object pecking.
- The plasma corticosterone concentrations weren't influenced by growth pattern and dietary protein level of the feed.
- Providing the low protein diet, compared to the high protein diet, resulted in a decreased quality of the feather cover in the beginning of the rearing period. The medium protein diet showed the same, but smaller, effect. From the second part of the rearing period and during the laying period this effect of dietary protein level of the feed disappeared.

It can be concluded that providing a low protein diet resulted in a decreased proportion breast meat and increased proportion abdominal fat compared to a high protein diet. Following a high growth pattern only resulted in an increased proportion abdominal fat. The change in body composition is the result of different feed allocation with direct effects on behaviour of the birds during the rearing period. During the laying period no effects were found on performance and only small effects on behaviour. Based on the results of the behaviour observations, a high growth pattern and a low protein diet resulted in a slightly positive effect on the welfare of the birds.

Despite differences in body composition at the end of the rearing period, this study demonstrated that broiler breeders have a high adaptation capacity to react on changing circumstances. Therefore, changing the feed composition during the laying period might provide more opportunities to improve the performance during the laying period. Thereby, applying a higher growth pattern (up to 200 gram compared to the standard growth pattern) and maintaining this difference during the beginning of the laying period (till at least 25 wks of age) probably results in more possibilities to improve performance of the broiler breeders and chick quality in the begin of the laying period. This hypothesis will be investigated in the next experiment.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

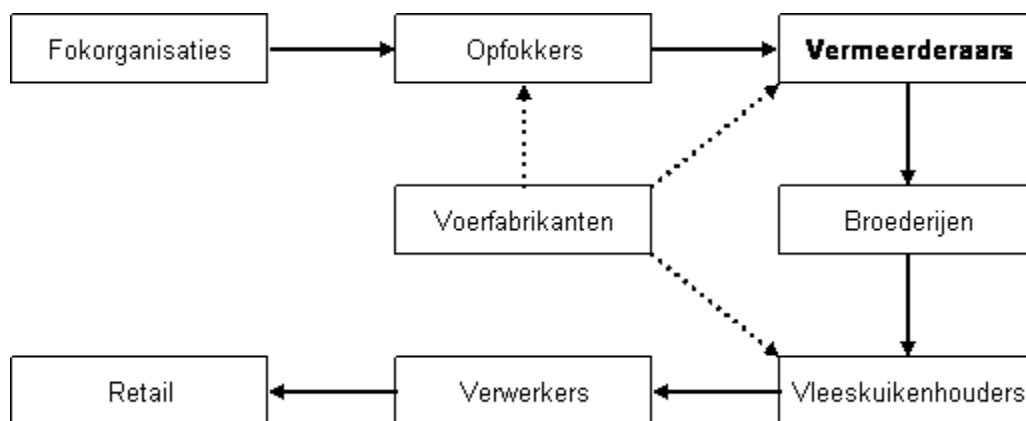
Summary

1	Inleiding	1
1.1	Slechte bevruchting broedeieren	1
1.2	Kwaliteit eendagskuikens	2
1.3	Bevedering	3
1.4	Persistentie ouderdieren	4
2	Materiaal en methode	5
2.1	Dieren en huisvesting	5
2.2	Verzorging	5
2.3	Experimentele opzet	6
2.4	Waarnemingen	7
2.5	Statistische analyse	9
3	Resultaten	11
3.1	Lichaamsgewicht	11
3.2	Voer- en nutriëntenopname	13
3.3	Lichaamsgewicht en uniformiteit	15
3.4	Productieresultaten legperiode	16
3.5	Lichaamssamenstelling	17
3.6	Bevruchting, uitkomst en vroeg embryonale sterfte	20
3.7	Groeiproef vleeskuikens	21
3.8	Kenmerken eendagskuikens en broedeieren	24
3.9	Voeropnametijd en -snelheid	26
3.10	Gedrag	28
3.11	Plasma corticosteronconcentratie	33
3.12	Bevedering	33
4	Discussie	36
4.1	Interactie groeicurve en eiwitniveau van het voer	36
4.2	Effect van groeicurve	36
4.3	Effect van eiwitniveau van het voer	38
4.4	Ontwikkeling bevedering	42
	Conclusies	43
	Literatuur	45
	Bijlagen	47
	Bijlage 1 Entschema	47
	Bijlage 2 Samenstelling voeders	48
	Bijlage 3 Deeltjesgrootteverdeling voeders	49
	Bijlage 4 Voerschema (0-22 weken leeftijd)	50
	Bijlage 5 Verloop lichaamsgewicht	51
	Bijlage 6 Lichaamssamenstelling op de leeftijd van 10, 15 en 20 weken	52

1 Inleiding

Binnen de kuikenvleesketen neemt de vermeerderingssector een sleutelrol in (figuur 1). Op de vermeerderingsbedrijven wordt het uitgangsmateriaal geproduceerd voor de volgende schakels in de keten die uiteindelijk moeten resulteren in kuikenvlees.

Vleeskuikenouderdieren worden als kuiken geleverd aan opfokkers die de dieren tot ongeveer 20 weken leeftijd gereed maken voor de legperiode. De opfokperiode is een belangrijke periode voor de rest van het leven van het vleeskuikenouderdier. De vleeskuikenouderdieren produceren bij de vermeerderders broedeieren die geleverd worden aan de broederij. Het is belangrijk dat een zo groot mogelijk gedeelte van de eieren een goed kwalitatief kuiken bevat. De broederij broedt de eieren uit en levert vervolgens de eendagskuikens aan de vleeskuikenhouder. In een kleine zes weken wegen de kuikens dan ruim twee kilogram. De vleeskuikenhouder levert de kuikens aan de slachterij die deze verwerkt tot verkoopbaar product voor de supermarkten.



Figuur 1 Schematische weergave kuikenvleesketen

In Nederland worden op circa 200 vermeerderingsbedrijven per jaar een kleine vijf miljoen vleeskuikenouderdieren opgezet en die produceren gezamenlijk ruim 900 miljoen broedeieren (PVE, 2009). Van deze broedeieren wordt 52% gebruikt voor opzet van eendagskuikens in Nederland en de rest wordt in de vorm van broedeieren of eendagskuikens geëxporteerd.

Samenvattend komt het er op neer dat een relatief klein aantal opfok- en vermeerderingsbedrijven aan de basis staat voor bijna twee miljard kilo kuikenvlees. Fouten in bepaalde fasen van de keten worden doorvertaald naar andere fasen en dat kan grote gevolgen hebben voor de gehele keten. Tekorten in bijvoorbeeld bepaalde nutriënten tijdens de opfokperiode kunnen bijvoorbeeld gevolgen hebben voor de kwaliteit van de eendagskuikens die tijdens de legperiode geproduceerd worden. Een slechte kuikenkwaliteit op zijn beurt heeft dan weer negatieve gevolgen voor de technische resultaten van de vleeskuikens.

Tijdens een brainstormsessie op 8 december 2009 in Ede is door vermeerderders, nutritionisten, fokkers en onderzoekers nagedacht over de belangrijkste problemen binnen de sector. Uit deze bijeenkomst kwamen de volgende vier problemen als het meest urgent naar voren:

- slechte bevruchting broedeieren;
- kwaliteit eendagskuikens laat te wensen over;
- bevrediging van de ouderdieren gaat te snel achteruit;
- afnemende persistentie van de ouderdieren na ca. 45 weken leeftijd.

1.1 Slechte bevruchting broedeieren

Het grootste probleem in de vleeskuikenouderdierensector is de dalende tendens in de bevruchting van de broedeieren. Onderzoek door ASG (Van Emous, 2007) heeft aangetoond dat tussen 2002 en 2007 de bevruchting van de broedeieren met gemiddeld 0,7% per jaar afnam. Dit heeft grote economische gevolgen voor de vleeskolom, vooral voor de vermeerderders en broederijen. De afname in bevruchting wordt veroorzaakt door een breed scala aan factoren als: huisvesting,

gezondheid, gedrag, lichaamsgewicht, percentage hanen, etc. In de loop van de jaren is het vleeskuikenouderdier behoorlijk veranderd, terwijl de omgeving niet of nauwelijks is aangepast. Naast de hiervoor genoemde factoren speelt voeding ook een rol. In de literatuur wordt regelmatig melding gemaakt van een negatief effect van een hoog ruw eiwit gehalte in het voer op de bevruchting en uitkomsten van broedeieren. Lopez en Leeson (1995) vonden een aantoonbaar dalende tendens in uitkomsten bij een stijgend ruw eiwit gehalte. Recent onderzoek van Coon et al. (2006) toonde aan dat hogere gehalten van vooral de aminozuren lysine en isoleucine een direct negatief effect had op de bevruchting van broedeieren.

Pearson en Herron (1982) toonden aan dat een hoge ten opzichte van een lage (respectievelijk 27 en 21,3 gram/dier/dag) ruw eiwit opname een toename van dode en misvormde embryo's tot gevolg had. Zij zagen bij een hoge ruw eiwit opname een hogere sterfte aan embryo's van 0,8, 1,0 en 1,3% voor respectievelijk de eerste, de tweede en de derde week. Zij vonden ook een ruim 2% lagere uitkomst bij een hogere opname aan ruw eiwit.

De Beer (2009) suggereert dat de lage bevruchting veroorzaakt wordt door een overschot aan eiwit dat door het lichaam wordt uitgescheiden in de vorm van urinezuur. Een hoog gehalte aan urinezuur leidt mogelijk tot daling van de pH in de sperma-opslag die in de buurt ligt van de cloaca.

Naast het negatieve effect van het overschot aan eiwit op de bevruchting wordt ook regelmatig het tekort aan conditie (vetreserve) van de ouderdieren genoemd (Mba et al., 2011). Er wordt geopperd dat vleeskuikenouderdieren mogelijk door een tekort aan vetreserve minder vruchtbaar zijn. Dit heeft te maken met het feit dat het hormoon oestrogeen (belangrijk bij vruchtbaarheid) onder andere in vetweefsel wordt geproduceerd. Het fenomeen van slechtere vruchtbaarheid is bij hoogproductieve zoogdieren (koeien en varkens) al veel langer bekend. Momenteel lijkt dit bij vleeskuikenouderdieren ook een rol van betekenis te gaan spelen. De laatste twintig jaar heeft het vleeskuiken (en dus ook het vleeskuikenouderdier) een grote verandering doorgemaakt. De fokkerij is vooral gefocust geweest op kuikens met een zo hoog mogelijk percentage borstfilet in een zo'n kort mogelijke tijd. De Beer (2009) heeft onderzoek gedaan naar het veranderende vleeskuiken in de tijd. Een modern vleeskuiken (Ross 308) werd vergeleken met een kuiken van ruim 30 jaar geleden (2005 en 1972). Uit het onderzoek bleek dat naast de veel snellere groei (+35 gram per jaar) en lagere VC er grote verschillen zijn in lichaamssamenstelling. Het borstfilet bij het moderne vleeskuikenouderdier was 8,7% hoger, terwijl het buikvet en het totale vetpercentage respectievelijk 1,9 en 7,1% lager waren. De Beer (2009) gaf aan dat voor een goede reproductie een bepaald percentage vet in vleeskuikenouderdieren gewenst is. Verder benadrukt hij dat het voeren van een eiwitrijk dieet aan vleeskuikenouderdieren overmatige spierweefselgroei tot gevolg heeft. Dit is niet wenselijk omdat extra spierweefsel een hogere energiebehoefte tot gevolg heeft. Ook Mba et al. (2010) suggereerde dat een lager percentage filet en een hoger percentage vet mogelijk een positief effect heeft op de reproductie van vleeskuikenouderdieren.

1.2 Kwaliteit eendagskuikens

Door gewijzigde regelgeving en maatschappelijk discussie is de uitval van vleeskuikens en het daarmee samenhangende antibioticumgebruik steeds meer in beeld gekomen. De uitval van vleeskuikens is door de EU Vleeskuikenrichtlijn van 2007 (Council Directive 2007/43/EC) een factor van betekenis geworden. De bezetting mag maximaal 42 kilogram per vierkante meter zijn als de uitval niet boven de 3,5% (mestperiode van 42 dagen) uitkomt. In de periode 2003-2007 lag het gemiddelde uitvalspercentage in Nederland echter rond de 4,1% (Lourens en Steentjes, 2008). In dezelfde periode is het antibioticumgebruik bij vleeskuikens flink toegenomen. In 2004 werd nog 19,1 dagdosering per dierjaar gegeven, terwijl dit in 2007 was opgelopen tot 32,9 (Mevius et al., 2011). Ondanks de toename in antibioticumgebruik is de uitval dus constant gebleven. Dit komt voor het grootste gedeelte door het verbod op AMGB's, maar mogelijk is de kwaliteit van de eendagskuikens ook wat achteruit gegaan.

De kwaliteit van eendagskuikens wordt in grote mate bepaald door de voorgeschiedenis en herkomst van het kuiken (Lourens en Steentjes, 2008). Naast veterinaire (gezondheid, vaccinaties, etc.) spelen ook zoötechnische oorzaken een rol. Zij noemen vooral oorzaken als leeftijd van de ouderdieren en kwaliteit van het voer als belangrijke factoren. Uit het onderzoek van Lourens en Steentjes blijkt verder dat de uitval tijdens de eerste week bij vleeskuikens van jonge (< 30 weken leeftijd) en oude ouderdieren (> 60 weken leeftijd) verhoogd is. Uitval van kuikens uit eieren van jonge ouderdieren kan een aantal oorzaken hebben. Bij het aan de leg komen moeten de jonge ouderdieren voor wat betreft de energie- en nutriëntenverdeling een keuze maken tussen groei en broedeiproductie. In deze

beginfase groeien ze tot wel 250 tot 300 gram in een periode van ongeveer 10 dagen om de organen en het legapparaat klaar te krijgen en te stimuleren voor broedeiproductie. De timing van deze groeispuurt kan invloed hebben op de overdracht van energie, nutriënten, mineralen en vitamines van de hen naar het broedei. Een gebrekkige overdracht kan gevolgen hebben voor de broeduitkomsten, maar ook voor de nakomelingen. Uit een proef van De Heus (Rombouts, 2007) met Ross 308 en 708 ouderdieren bleek dat een koppel jonge hennen dat aan de leg komt een hoge nutriëntenbehoefte heeft. De helft van de ouderdieren kreeg de piek in voergift op het moment dat de broedei-dagproductie 40% was; de andere helft van de ouderdieren kreeg de piek in voergift wanneer de broedei dagproductie 80% was. Op het moment dat de hennen 27 weken oud waren zijn broedeieren verzameld en uitgebroed; deze kuikens werden opgezet in een vleeskuikenproef om de uitval bij de nakomelingen te bepalen. Uit deze proef bleek dat de uitval bij de nakomelingen aanzienlijk lager was als de ouderdieren de piek in voergift al bij 40% dagproductie ontvingen in plaats van op 80% dagproductie (dus op een eerder moment). Bij praktijkkoppels is het moeilijk om hetzelfde voerschema te volgen omdat de dieren de voergift op een gegeven moment niet meer kunnen opnemen. Een geconcentreerder energievoer tussen globaal 20 en 30 weken leeftijd kan mogelijk wel tegemoet komen aan de verhoogde behoefte aan energie.

1.3 Bevedering

De laatste jaren is de kwaliteit van de bevedering van vleeskuikenouderdieren flink afgenomen. Gedurende de opfokperiode komt de ontwikkeling van het verenpak slecht op gang en is het verenpak voor overplaatsen (op de leeftijd van 20 weken) onvoldoende sterk en gesloten. Uit onderzoek door ASG (Van Emous, 2009) bleek dat op 30 weken leeftijd het verenpak van de dieren niet volledig was doorgeruid. Hij vermoedde dat dit te maken heeft met een trage ontwikkeling van het verenpak. Omdat het verenpak niet goed is doorgeruid en in principe niet klaar is, is de stevigheid van de veren niet voldoende. Daardoor neemt mogelijk de kwaliteit van het verenpak na circa 25 weken leeftijd te snel af. De slechte bevedering van de hennen geeft op haar beurt weer een scala aan problemen:

- beschadigingen aan de dieren omdat de bescherming van het verenpak is weggefallen;
- hennen zijn minder geneigd om te paren met de hanen omdat het paren door het ontbreken van het verenpak een grotere aanslag is op de hennen;
- slechte kwaliteit van de dieren als slachtproduct omdat de hennen meer beschadigingen hebben en vaak een donkerrode huid;
- verhoogde behoefte aan energie omdat de isolerende werking van het verenpak is verdwenen.

Om het energietekort te compenseren krijgen de dieren in de praktijk tijdens de tweede helft van de legperiode meer voer aangeboden zonder dat de samenstelling van het voer wordt aangepast. Dit geeft vooral op latere leeftijd een flink overschot aan eiwit dat weer voor de nodige problemen zorgt. In de eerste plaats moet dit overschot aan eiwit worden afgebroken en dit kost weer extra energie. In de tweede plaats geeft het overschot aan eiwit een hoger gewicht aan de eieren en een hoger lichaamsgewicht van de dieren door aanzet van meer borstfilet. En in de derde plaats geeft het overschot aan eiwit problemen met nattere verse mest en dus nattere stallen en dit geeft problemen met de voetsoorten bij vooral de hanen.

De oorzaak van de slechte bevedering is niet goed duidelijk. Wel is uit een praktijkinventarisatie van Van Emous (2009) gebleken dat factoren als voerbaklengte en het gedrag tijdens het voeren een rol spelen. Uit oud onderzoek van Twining et al. (1976) weten we dat het eiwitgehalte op jonge leeftijd voldoende hoog moet zijn. De onderzoekers gaven aan dat jonge kuikens (< 15 dagen) duidelijk slechter bevederd waren als ze voer kregen met minder dan 16% ruw eiwit. Het is de vraag hoe relevant dat onderzoek is omdat het vleeskuikenouderdier in de tijd is veranderd en de samenstelling van het huidige opfokvoer nauwelijks is veranderd.

Een ander idee is dat het energiegehalte in het voer mogelijk een rol speelt in de ontwikkeling van het verenpak (Van Krimpen, persoonlijke mededeling). De gedachte was altijd dat juist het eiwitgehalte en dan vooral de zwavelhoudende aminozuren methionine en cystine van groot belang zijn (Wheeler en Latshaw, 1981). Vooral ook omdat de genoemde aminozuren gebruikt worden als bron voor het vereneiwit (keratine). Nu bestaat de indruk dat het absolute aanbod aan aminozuren niet limiterend is, maar veel meer het energie-aanbod om de veren te ontwikkelen. Veren bestaan vooral uit eiwit. Eiwit bestaat uit aminozuren. Voor eiwitaanzet (in welke vorm dan ook) is energie nodig. Bij een tekort aan energie vindt onvoldoende eiwitaanzet plaats.

Verder is het beperken van de voeropname (en dus nutriënten) tijdens de opfok van invloed op de ontwikkeling van het verenpak. Door de toenemende groei van de vleeskuikens moeten de

vleeskuikenouderdieren steeds meer beperkt worden. Twintig jaar geleden werden vleeskuikenouderdieren tijdens de opfok nog beperkt tot 70% van hun behoefte, maar dat is bij het huidige ouderdier opgelopen tot 25 tot 33% (Savory et al., 1996; De Jong et al., 2002; Mench, 2002). Mogelijk dat het toepassen van een hogere energie-opname tijdens de opfokperiode een positief effect heeft op de ontwikkeling en de kwaliteit van het verenpak.

1.4 Persistentie ouderdieren

In het algemeen ziet men in de praktijk een aantal zaken die wijzen op een slechtere persistentie van de ouderdieren. Dit manifesteert zich in slechtere technische resultaten in de tweede helft van de legperiode. De productie neemt te snel af waardoor het productiegetal (leeftijd dieren plus productie) van gemiddeld 118 punten op 40 weken leeftijd afneemt richting 110 punten. In dit soort koppels worden regelmatig kippen aangetroffen die spontaan in de 'rui' zijn gegaan. Verder neemt de bevruchting van de broedeieren te snel af en komen er zogenaamde 'slijters' in het koppel. De oorzaak van de slechtere persistentie van de ouderdieren kan ontstaan in verschillende fasen van het leven:

1. Opfokperiode: tijdens de opfokperiode wordt alleen gekeken naar het streefgewicht en veel minder naar de samenstelling van het dier. Mogelijk dat door de genetische aanleg van het dier om borstfilet aan te leggen het dier met te weinig conditie (vetreserve) uit de opfok naar de leg wordt gestimuleerd.
2. Tussen 20 en 30 weken leeftijd: uit berekeningen naar energiebehoefte met formules van recent onderzoek (Rabello et al., 2006) zien we dat het ouderdier op weg naar de topproductie te weinig energie binnenkrijgt. Het dier gaat door deze negatieve energiebalans zijn verdeling van nutriënten prioriteren. Dit heeft mogelijk verstrekende gevolgen voor de lichaamssamenstelling (te weinig vetreserve), kwaliteit eendagskuikens en de bevedering van de vleeskuikenouderdieren.
3. Na 40 weken leeftijd: zoals al eerder aangegeven neemt de kwaliteit van het verenpak van vleeskuikenouderdieren tijdens de legperiode te snel af. Dit heeft gevolgen voor de energiebehoefte van de dieren. Uit onderzoek met legkippen bleek dat volledig kale legkippen per dag 43 kcal (15 gram voer bij 2.700 kcal/kg) (Ambrosen en Petersen, 1997) extra nodig hebben. Worden vleeskuikenouderdieren in de praktijk gevoerd met een standaard voer, dan kan het energie-aanbod te laag zijn omdat de dieren kaler worden. Dit vertaalt zich vaak in een lagere groei of zelfs verlaging van het lichaamsgewicht. Om dit energietekort op te vangen, wordt vaak meer voer verstrekt. Echter dan krijgen de dieren een grote overmaat aan eiwit te verwerken dat op haar beurt weer zorgt voor een extra energiebehoefte door het omzetten van eiwit naar energie.

Het verhogen van de energie/eiwit verhouding gedurende de gehele legperiode heeft mogelijk een positief effect op de conditie van de dieren. Vleeskuikenouderdieren met een verbeterde conditie kunnen het langer volhouden en zijn minder snel geneigd zijn te gaan ruïen.

Hypothese

De veronderstelling was dat het volgen van een hogere groeicurve in combinatie met het verstrekken van een voer met een lager eiwitniveau tijdens de opfokperiode een verandering van de lichaamssamenstelling (hoger percentage buikvet- en lager percentage filetgehalte) bij het begin van de legperiode zou geven. Op zijn beurt zou een verbetering van de productie, de kwaliteit van de eendagskuikens, het gedrag en de bevedering tijdens het eerste gedeelte van de legperiode het gevolg zijn.

Doelstelling

Om deze hypothese te toetsen is een experiment uitgevoerd met als doel om het gecombineerde effect te bestuderen van twee verschillende groeicurves (standaard en hoog) en drie verschillende eiwitniveaus (hoog, gemiddeld en laag) van het voer tijdens de opfokperiode op lichaamssamenstelling, productie, kwaliteit eendagskuikens, gedrag en bevedering tijdens de opfokperiode en het eerste deel van de productie periode (tot en met 40 weken leeftijd).

2 Materiaal en methode

2.1 Dieren en huisvesting

Op de eerste dag van het experiment (9 maart 2011) werden 800 Ross 308 eendagskuikens (alleen henkuikens) opgezet. Van deze 800 kuikens waren er 32 reserve kuikens die gebruikt zijn om de uitval tot en met twee weken leeftijd op te vangen. Er werd gebruik gemaakt van Ross 308 vleeskuikenouderdieren, omdat dit de meest gebruikte dieren in de vermeerderingssector in Nederland zijn. Op 6 juni 2011 (hennen waren zeventien weken oud) werden achttien 20-weekse hanen vanuit een praktijkstal aangevoerd en individueel gehuisvest. Van deze hanen werd sperma gevangen om de hennen via KI te bevruchten.

De dieren werden gehuisvest op de proefaccommodatie De Haar in Wageningen in twee identieke afdelingen, die elk 24 grondhokken bevatten met afmetingen van 1,5 x 0,9 m (1,35 m² vloeroppervlakte). Tijdens de opfokperiode werd gebruik gemaakt van 48 van deze hokken (zes behandelingen met elk acht herhalingen per behandeling), waarin bij aanvang van het experiment zestien eendagskuikens per hok gehuisvest werden (11,9 kuiken/m²). Op verschillende leeftijden werd het aantal dieren per hok teruggebracht zoals aangegeven in tabel 1. Dit werd gedaan om te voldoen aan Europese regelgeving voor bezettingsnormen die opgesteld zijn voor dieren in een proefdierenexperiment (Anonymus, 2007). De dieren die werden verwijderd werden gebruikt om te selecteren of voor het vaststellen van de lichaamssamenstelling. Voor selectie van de dieren werden op 4, 10 en 20 weken leeftijd de kleinste dieren verwijderd. Op 15 weken leeftijd werden de aanwezige sexfouten (negen stuks in totaal) verwijderd. Bij de hokken zonder sexfouten werd de zwaarste hen verwijderd omdat sexfouten meestal een hoger lichaamsgewicht hebben.

Tabel 1 Aantal dieren per hok op verschillende leeftijden

Leeftijd (weken)	Aantal dieren per hok
0	16
4	15
10	12
15	9
20	6

De eerste dagen werd het voer verstrekt op eiertrays. Na enkele dagen werden deze trays vervangen door twee voerbakken met een lengte van elk één meter. Water werd verstrekt via vier drinknippels per hok. Per hok waren tijdens de opfokperiode twee zitstokken (totale lengte 180 cm) op twee verschillende hoogten (30 en 60 cm van de vloer) aangebracht. Op acht weken leeftijd werd één zitstok verwijderd. Omdat er geen rooster aanwezig was, was het gehele hok beschikbaar als scharrelruimte.

Voor het begin van de legperiode werd voor elk hok één sectie met legnesten geplaatst waar de dieren hun eieren in konden leggen. Het aantal dieren per hok werd voor aanvang van de legperiode (20 weken leeftijd) teruggebracht naar zes hennen per hok. Voor aanvang van de legperiode waren er in totaal dus 288 hennen aanwezig. Voor aanvang van de legperiode werd één voerbak verwijderd. In totaal werden in een aparte afdeling achttien hanen individueel gehuisvest op kooien met in elke kooi een zitstok, voer- en watervoorziening. De kooien waren uitgevoerd met draadrooster en om pootproblemen met de zware hanen te voorkomen werden er kunststof roosters op de bodem geplaatst.

2.2 Verzorging

Gedurende de eerste twee dagen werden de kuikens gehuisvest bij een (ruimte)temperatuur van 33°C en 24 uur licht met een lichtsterkte van 20 lux op dierhoogte. Daarna daalde de temperatuur geleidelijk, volgens de richtlijnen van het fokbedrijf, tot op vijf weken leeftijd een temperatuur van 20°C was bereikt (Ross, 2007). Deze temperatuur bleef tijdens de rest van de opfok- en legperiode gehandhaafd. Het lichtschema werd geleidelijk teruggebracht naar acht uur licht op drie weken leeftijd. Deze daglengte bleef gedurende de rest van de opfokperiode gehandhaafd.

Tot twee weken leeftijd werd het voer onbeperkt verstrekt tot een maximum van ca. 40 gram per dag. Na de periode van onbeperkte voeding werden de dieren dagelijks beperkt gevoerd. Het gewichtsverloop was steeds leidend en de dagelijkse voergift werd wekelijks aangepast aan de

gemeten lichaamsgewichten. Tijdens de opfokperiode werd het voer wekelijks in dagporties afgewogen in zakjes en voor het hok in een emmer geplaatst. Water werd, zoals gangbaar in de praktijk, tijdens de opfok- en legperiode beperkt verstrekt door twee uur nadat het voer op was, het water af te sluiten. De dieren werden geënt volgens een standaard entschema van de fokkerijorganisatie (bijlage 1).

Op 21 weken leeftijd werd de lichtperiode verhoogd naar elf uur licht en daarna wekelijks verhoogd met eerst één uur en later een half uur tot op 28 weken de maximale daglengte van vijftien uur was bereikt. Dit lichtschema bleef gehandhaafd tot aan het einde van de legperiode. De dieren werden tijdens de legperiode gehouden bij 60 lux op dierhoogte en een temperatuur van minimaal 20°C. De dieren kregen tijdens de legperiode een voergift die door de fokkerijorganisatie werd geadviseerd en die afhankelijk was van de productie en verloop van het lichaamsgewicht. Daarbij kregen alle dieren met de verschillende proefbehandelingen tijdens de opfokperiode dezelfde voerhoeveelheid (tabel 2). Daarbij werd een weekportie in een emmer afgewogen en voor het hok geplaatst. Iedere dag werd vanuit de emmer met een schep (met maatstreepje) een bepaalde hoeveelheid aan de dieren verstrekt. Water werd verstrekt via drinknippels tot twee uur nadat het voer van het laatste hok op was. Tijdens de legperiode werden de hennen vanaf 27 weken leeftijd geïnsemineerd (bij een gemiddelde dagproductie van ongeveer 70%). De hanen kregen een voergift van 100 tot 110 gram per dag op basis van het verloop van het lichaamsgewicht van de dieren. De mogelijke oorzaak van ziekte of uitval werd genoteerd.

2.3 Experimentele opzet

Tot een leeftijd van twee weken kregen alle dieren van de verschillende behandelingen standaard (start) voer verstrekt. Vanaf 2 tot en met 22 weken leeftijd werden drie voeders met verschillende eiwitniveaus vergeleken:

- Opfokvoer met een hoog eiwitgehalte (= HP)
- Opfokvoer met een gemiddelde eiwitgehalte (= MP)
- Opfokvoer met een laag eiwitgehalte (= LP)

Na het startvoer (twee weken leeftijd) werd gebruik gemaakt van een fasevoeding.

Achtereenvolgens kregen de dieren opfok 1 (2-6 weken leeftijd), opfok 2 (6-15 weken) en pre-foktoom (15-22 weken).

In eerste instantie was het de bedoeling om het energieniveau van de voeders te verhogen en het eiwitniveau gelijk te houden. Echter een hoger energieniveau zou ook een lagere voergift met zich mee brengen en dat zou nadelig zijn voor de uniformiteit van de dieren. Daarom is besloten om het energieniveau gelijk te houden en het ruw eiwitniveau aan te passen. Op die manier werden voeders verkregen met verschillende energie-eiwit verhoudingen. Bij het formuleren van de voeders werd in eerste instantie gekeken naar de adviezen zoals door de fokker zijn geformuleerd in hun managementgids (Ross, 2007). De normen voor de verteerbare aminozuren lysine, methionine en cystine werden als uitgangspunt genomen. Om voldoende contrast te krijgen tussen de voeders werd het aminozurenpatroon voor het uitgangsvoder (HP) met 5% verhoogd. Ten opzichte van het hoog eiwit voer werd voor het gemiddeld en laag eiwit voer het aminozurenpatroon met respectievelijk 8% en 16% verlaagd. Deze methodiek werd voor alle voeders tijdens de verschillende fasen toegepast. Vanaf 22 weken leeftijd (begin legperiode) kregen alle dieren van de verschillende behandelingen hetzelfde standaard foktoomvoer, op basis van 2.780 kcal OE-pluimvee (2.850 OE-leg). Ook kregen de dieren van alle behandelingen vanaf 22 weken leeftijd dezelfde voergift (tabel 2). De samenstellingen, gehalten en fysieke kenmerken (deeltjesgrootteverdeling) van de verschillende voeders zijn weergegeven in bijlage 2 en 3. Het voer werd verstrekt in de vorm van meel en de grondstoffen voor de opfokvoerders werden gemalen over een 3 mm zeef. De grondstoffen mais en tarwe in het legvoer werden gemalen over een 5 mm zeef.

Tabel 2 Voergift (gram/dier/dag) tijdens de legperiode

Leeftijd	Voergift (g/d/d)	Leeftijd	Voergift (g/d/d)
23	114	32	163
24	120	33	160
25	133	34	158
26	147	35	155
27	160	36	157
28	165	37	157
29	165	38	157
30	165	39	157
31	165	40	157

Naast de voeders met verschillende eiwitniveaus werden tijdens de opfok twee groeicurves toegepast, resulterend in twee verschillende lichaamsgewichten op 20 weken leeftijd:

- Norm lichaamsgewicht 2.200 gram (= SGP)
- Hoog lichaamsgewicht 2.400 gram (= HGP)

Het verschil in lichaamsgewicht werd tijdens het begin van de legperiode met dezelfde voergift zoveel mogelijk geminimaliseerd zodat de dieren bij aanvang van het leggen ongeveer hetzelfde gewicht bereikten.

Op de hierboven beschreven wijze ontstond een 2 x 3 factorieel opgezet experiment (tabel 3). Elke behandeling werd acht keer herhaald (hok is experimentele eenheid), waarbij de behandelingen willekeurig werden toegewezen aan de hokken.

Tabel 3 Behandelingen tijdens de opfokperiode (2-22 weken leeftijd)*

Behandeling	Naam behandeling	Lichaamsgewicht 20 weken leeftijd	Opfokvoeder (2-22 weken)
1	SGP-HP	Norm	Hoog Eiwit
2	SGP-MP	Norm	Gem Eiwit
3	SGP-LP	Norm	Laag Eiwit
4	HGP-HP	Hoog	Hoog Eiwit
5	HGP-MP	Hoog	Gem Eiwit
6	HGP-LP	Hoog	Laag Eiwit

* Voor de gedetailleerde samenstellingen van de voeders zie bijlage 2

2.4 Waarnemingen

- Alle voeders werden geanalyseerd op de Weende-analysekenmerken (vocht, ruw eiwit, ruw as, ruw vet, ruwe celstof), zetmeel, suiker, calcium, fosfor, kalium, chloor en natrium. Ook werd van elk voer de verdeling van de deeltjesgrootte vastgesteld met de droge zeefanalyse methode (Goelema et al., 1999). De analyses werden uitgevoerd op representatieve monsters, die genomen zijn tijdens de productie van de voeders.
- Op de dag van aankomst werden de kuikens per hok gewogen en ingedeeld in groepen van zestien dieren.
- Dagelijks werd de omgevingstemperatuur en relatieve luchtvochtigheid gemeten (ochtend en middag).
- Tijdens de opfok- en legperiode werden de standaard technische resultaten als voeropname, uitval (inclusief oorzaak), gewicht uitval, eiproduktie, gewicht broedeieren, uitsortering van de eieren (kneus/breuk, dubbeldooier, windei, etc.) bijgehouden.
- Tijdens de opfokperiode en in het begin van de legperiode (tot en met 27 weken leeftijd) werd wekelijks het lichaamsgewicht per hok vastgesteld. Hierbij werden alle dieren tegelijk in een doos of krat gewogen en werd het gemiddelde gewicht berekend. Vanaf 27 weken leeftijd werden de dieren om de week gewogen. Tijdens de opfokperiode werden de dieren nuchter gewogen (voor het voeren) en tijdens de legperiode werden de dieren 's middags gewogen.
- Op 0, 5, 10, 15 en 20 weken leeftijd werden alle dieren per hok individueel gewogen om inzicht te krijgen in de uniformiteit (CV% = variatiecoëfficiënt) van de dieren.
- Tijdens de opfok- en legperiode werd de kwaliteit van het verenpakket van alle dieren beoordeeld volgens de Bilcik en Keeling (1999) methode (tabel 4). Er werd gescoord op zeven onderdelen (nek/hals, borst, buik, rug, vleugels, staart en poten) van het lichaam en de score varieerde van 0 (volledig intacte bevedering) tot 5 (volledig kaal). De beoordeling aan het verenpak werd uitgevoerd

- op 6, 11, 16, 20, 25, 31, 35 en 40 weken leeftijd, Tegelijkertijd werd een vuilheidscore aan het totale verenpakket gedaan tussen 0 (schoon) en 5 (smerig).
- Op vier momenten (10, 15, 20 en 40 weken leeftijd) tijdens het experiment werden uit elk hok twee kippen gehaald om metingen te verrichten aan de vetreserve en lichaamssamenstelling. Hiervoor werden gemiddelde dieren gebruikt die random gekozen werden. De dieren werden gedood via cervicale dislocatie. De samenstelling van het lichaam werd gedaan door het uitvoeren van een slachtoproef. Hierbij werden de dieren opgedeeld in borstfilet, buikvet, vleugels, poten en karkas.
 - Vanaf 29 weken leeftijd werden om de vier weken (29, 33 en 37 weken leeftijd) van een weekproductie per hok broedeieren verzameld en uitgebroed om de vroeg-embryonale sterfte, bevruchting en uitkomstpercentage te bepalen. Op 29 weken leeftijd werden minimaal 30 broedeieren per hok van de laatste weekproductie ingelegd om voldoende kuikens te krijgen voor de groeiproef (tien haantjes en tien hennetjes per hok). Op 33 en 37 weken leeftijd werden circa 30 broedeieren per hok ingelegd en uitgebroed. De bevruchting en vroeg-embryonale sterfte werd na 18 dagen broeden bepaald door de eieren te schouwen en de schouweieren open te maken. Aan het einde van het broedproces werd de rest van de liggenblijvers (tussen 18 en 21 dagen) beoordeeld. Verder werd het kuikengewicht van de eerste klas kuikens gemeten.
 - Van drie kuikens per hok afkomstig van de inleg op 33 en 37 weken leeftijd werd het kuikengewicht, hartgewicht, levergewicht, darmgewicht en dooierrest bij uitkomst bepaald.
 - Op 30, 34 en 38 weken leeftijd werden per hok broed broedeieren onderzocht op de verhouding eiwit/dooier, dikwithoogte (haugh-units).
 - Op 7, 12, 17, 22 en 27 weken leeftijd werd tijdens twee dagen gedragsonderzoek uitgevoerd, per dag werd de voeropnametijd (in minuten) per hok gemeten. Daarnaast werd het gedrag (tabel 5) van de dieren zes- of zevenmaal per waarnemingsdag per hok gescand (via de zogenaamde scan-sampling methode). Als het voer- en watersysteem leeg was, werd pikken naar de voerbakken of drinkknippen genoteerd als object pikken.
 - Van twee hennen per hok werden op 11, 16, 21 en 26 weken leeftijd bloedmonsters genomen en werd de corticosteronconcentratie bepaald.
 - De kuikens van de broedeieren van de 29 weken oude vleeskuikenouderdieren werden gebruikt voor een groeiproef. Hierbij werden de kuikens direct na uitkomen gesekt en per hok werden tien henkuikens en tien haankuikens opgezet in grondkooien voor een groeiproef bij proefbedrijf Het Spelderholt te Lelystad. Hierbij werden dus 96 grondkooien gebruikt. Op 0 (= bij opzet), 10, 17, 27 en 33 (= bij afleveren) dagen leeftijd werd het gewicht van de kuikens vastgesteld. Het voer- en waterverbruik werd op 10, 17, 27 en 33 dagen leeftijd bepaald. Bij het uitrekenen van de voerconversie werd gecorrigeerd voor de voeropname van de uitgevallen dieren. De uitval werd per hok dagelijks genoteerd. Op 33 dagen leeftijd werden de slachtrendementen bepaald. Hiertoe werd aan de hand van een aselechte steekproef van twee dieren per grondkooi de volgende rendementen bepaald: griller, poot (dij + drum), vleugel, rug en filet. De rendementen werden bepaald door Plukon Poultry BV, te Wezep.

Tabel 4 Scoren van het verenkleed op de onderdelen: nek/hals, borst, buik, rug, vleugels, staart en poten (methode Bilcik en Keeling, 1999)

Score	Omschrijving
0	Intact verenkleed
1	Sommige veren beschadigd, minder dan drie veren weg
2	Veren licht beschadigd, meer dan drie veren weg
3	Kale plek met een diameter van < 5 cm, of minder dan 50% van het totale oppervlak
4	Kale plek met een diameter > 5 cm, of meer dan 50% van het totale oppervlak
5	Volledig kale plek

Tabel 5 Ethogram gedragswaarnemingen (naar de Jong et al., 2005)

Gedrag	Omschrijving
Pikken naar voer(systeem)	Pikken naar voer in het voersysteem
Pikken naar water(systeem)	Pikken naar het watersysteem
Foerageren	Pikken en scharrelen in het strooisel
Zitstok	Zitten op de zitstok
Lopen	Lopen, rennen zonder uitvoeren van foeragegedrag, verzorgingsgedrag of pikken
Staan	Staan zonder uitvoeren van foeragegedrag of pikken
Zitten	Zitten zonder uitvoeren van foeragegedrag of pikken. Tijdens de legperiode (27 weken leeftijd) ook zitten in legnest
Object pikken	Pikken in en naar leeg voersysteem, leeg watersysteem en delen van de inrichting of de wand
Pikken naar anderen	Pikken naar andere dieren

2.5 Statistische analyse

De effecten van de proefbehandelingen (groeicurve en eiwitniveau van het voer) zijn met door variantieanalyse (ANOVA) geanalyseerd met het statistische pakket Genstat (Genstat 14 Committee, 2011). Het basis statistische model was als volgt:

$$Y_{ij} = \mu + \text{groeicurve}_i + \text{eiwitniveau}_j + \text{groeicurve} \times \text{eiwitniveau} + e_{ij}$$

waarbij

Y_{ij} = afhankelijke variabele

μ = algemeen gemiddelde

groeicurve = fixed effect van groeicurve i ($i = 2$; standaard en hoog)

eiwitniveau = fixed effect van eiwitniveau van het voer j ($j = 3$; hoog, gemiddeld en laag)

e_{ij} = error term

De afdeling- en hokeffecten werden meegenomen als Block effect.

Voor de herhaalde waarnemingen in de tijd zijn correcties gemaakt door het toevoegen van een covariabele voor elke week. Dit betrof de waarnemingen: lichaamssamenstelling opfokperiode, lichaamskenmerken eendagskuikens, kenmerken broedeieren, voeropname tijd, voeropname snelheid, gedrag opfokperiode, gedrag legperiode, bevedering opfokperiode en bevedering legperiode. De gedragsvariabelen zijn Log getransformeerd om een normale verdeling te krijgen. Het statistische model is dan als volgt:

$$Y_{ijk} = \mu + \text{groeicurve}_i + \text{eiwitniveau}_j + \text{week}_k + \text{groeicurve} \times \text{eiwitniveau} + \text{groeicurve} \times \text{week} + \text{eiwitniveau} \times \text{week} + \text{groeicurve} \times \text{eiwitniveau} \times \text{week} + e_{ijk}$$

waarbij

Y_{ijk} = afhankelijke variabele

μ = algemeen gemiddelde

groeicurve $_i$ = fixed effect van groeicurve i ($i = 2$; standaard en hoog)

eiwitniveau $_j$ = fixed effect van eiwitniveau van het voer j ($j = 3$; hoog, gemiddeld en laag)

week $_k$ = fixed effect van leeftijd k ($k = 1, 2 \dots 20$ tijdens de opfokperiode en 21, 22...40 tijdens de legperiode)

e_{ijk} = error term

De afdeling-, hok en weekeffecten werden meegenomen als Block effect.

Voor de waarnemingen tijdens de groeiproef werd de covariabele sexe toegevoegd. Dit ging om de waarnemingen: technische resultaten en slachttrendementen vleeskuikens.

Het statistische model zag er dan als volgt uit:

$$Y_{ijk} = \mu + \text{groeicurve}_i + \text{eiwitniveau}_j + \text{week}_k + \text{groeicurve}_i \times \text{eiwitniveau}_j + \text{groeicurve} \times \text{week} + \text{eiwitniveau} \times \text{week} + \text{groeicurve} \times \text{eiwitniveau} \times \text{week} + e_{ijk}$$

waarbij

Y_{ijk} = afhankelijke variabele

μ = algemeen gemiddelde

groeicurve_i = fixed effect van groeicurve vleeskuikenouderdieren i (i = 2; standaard en hoog)

eiwitniveau_j = fixed effect van eiwitniveau van het voer vleeskuikenouderdieren j (j = 3; hoog, gemiddeld en laag)

sexe_k = fixed effect van sexe vleeskuikens k (k = 2; haan en hen)

e_{ijk} = error term

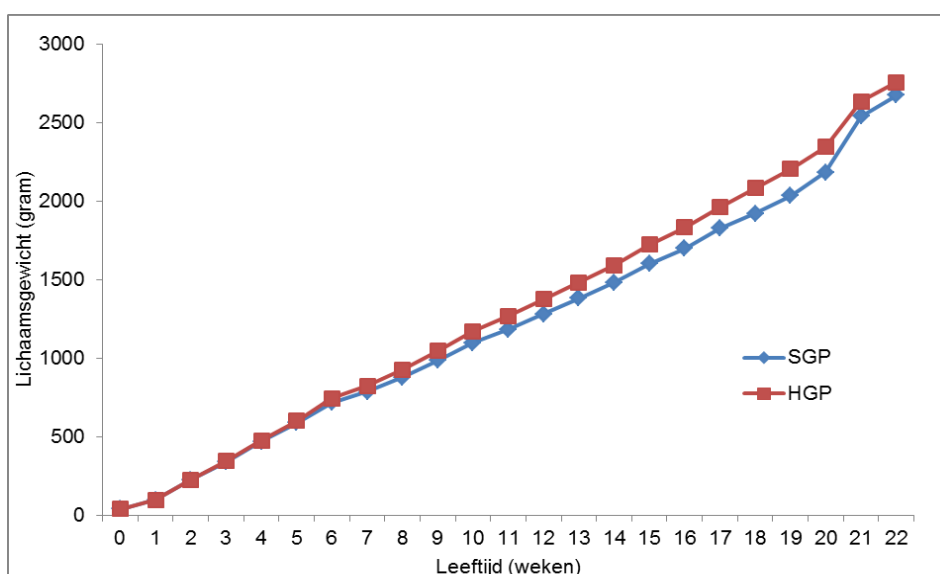
De afdeling-, hok en sexe-effecten werden meegenomen als Block effect.

3 Resultaten

3.1 Lichaamsgewicht

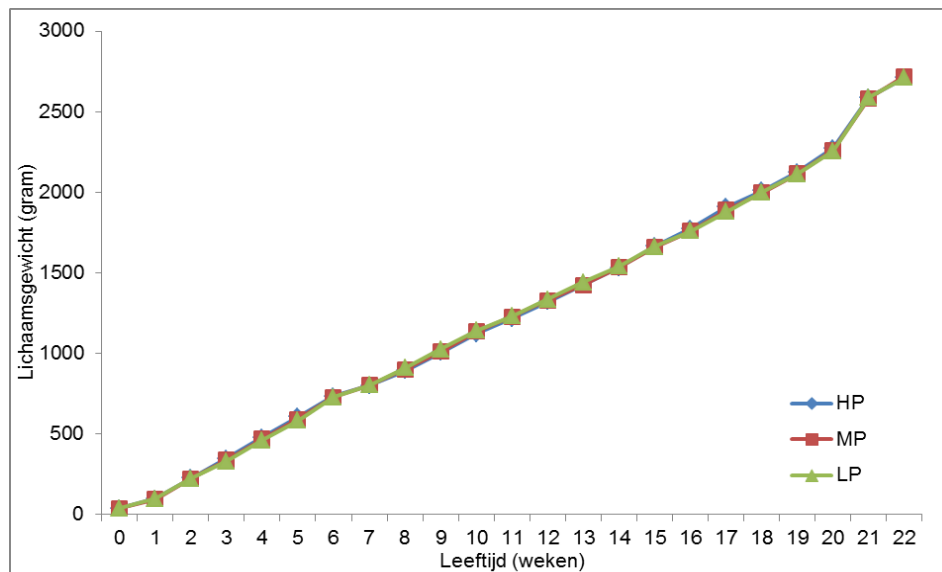
In figuur 2 is het verloop van het lichaamsgewicht tijdens de opfokperiode weergegeven van de dieren bij de twee verschillende groeicurves. Uit de figuur blijkt dat het verschil in lichaamsgewicht al op jonge leeftijd in gang is gezet zodat het verschil tussen de standaard en de hoge groeicurve geleidelijk uit elkaar ging lopen. Dit had tot gevolg dat het maximale verschil in lichaamsgewicht op 19 weken leeftijd was opgelopen tot 175 gram. Vanaf die leeftijd zijn de lichaamsgewichten namelijk naar elkaar toe gebracht om voor aanvang van de legperiode de verschillen te nivelleren zodat mogelijke effecten tijdens de legperiode volledig waren toe te schrijven aan de verschillen in de gewichtscurve tijdens de opfokperiode.

De knik in het verloop van het lichaamsgewicht tussen 20 en 21 weken leeftijd komt doordat de dieren tot 20 weken leeftijd 's ochtends werden gewogen en vanaf 21 weken leeftijd 's middags. Tot 20 weken leeftijd waren de dieren volledig nuchter terwijl vanaf 21 weken de dieren niet volledig nuchter waren.



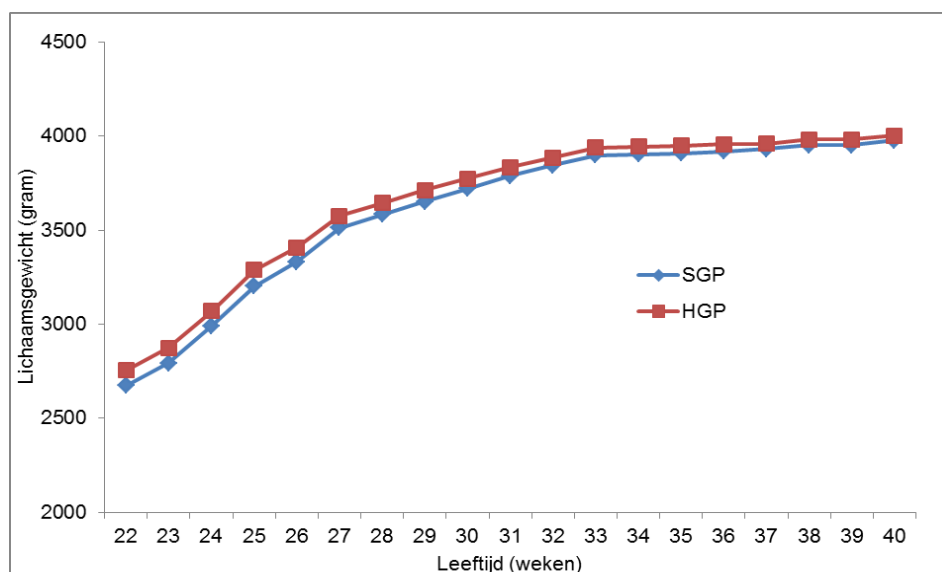
Figuur 2 Verloop van het lichaamsgewicht tijdens de opfokperiode bij de twee verschillende groeicurves (SGP = standaard groeicurve, HGP = hoge groeicurve)

In figuur 3 is het verloop van het lichaamsgewicht tijdens de opfokperiode weergegeven van de dieren die de drie voeders met het verschillende eiwitniveau kregen. Het verloop van het lichaamsgewicht is ondanks de verschillende samenstelling van de verschillende voeders goed vergelijkbaar.



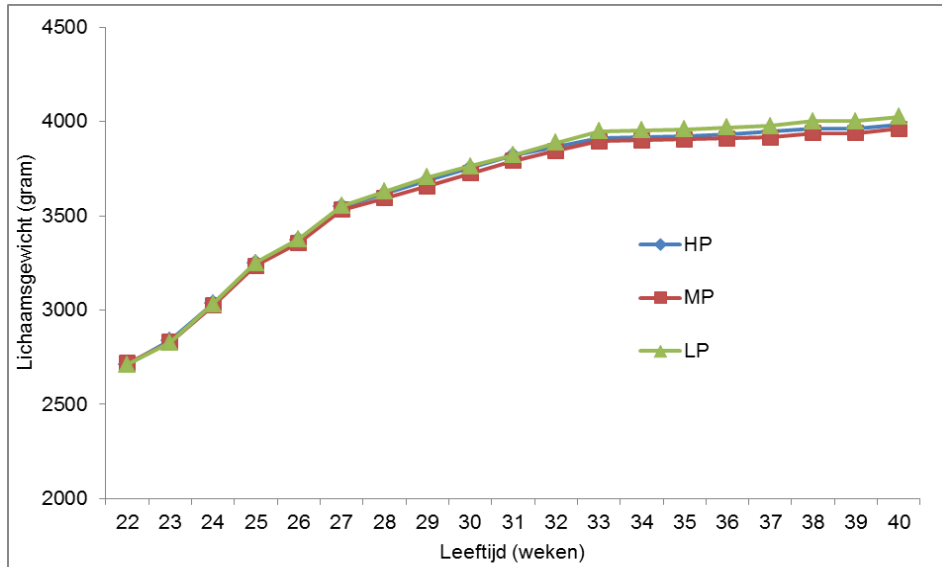
Figuur 3 Verloop van het lichaamsgewicht tijdens de opfokperiode bij de drie voeders met de verschillende eiwitniveaus (HP = hoog eiwitniveau voer, MP = gemiddelde eiwitniveau voer, LP = laag eiwitniveau voer)

Figuur 4 geeft het verloop weer van het lichaamsgewicht tijdens de legperiode van de dieren die werden opgefokt bij de twee verschillende groeicurves. Uit de grafiek blijkt dat door het gelijk schakelen van de voergift bij beide groeicurves de lichaamsgewichten steeds dicht bij elkaar kwamen. Het verschil in lichaamsgewicht was op 25 weken leeftijd teruggebracht naar 86 gram. Vanaf 30 weken leeftijd was er geen aantoonbaar verschil meer tussen de twee groeicurves.



Figuur 4 Verloop van het lichaamsgewicht tijdens de legperiode bij de twee verschillende groeicurves (SGP = standaard groeicurve, HGP = hoge groeicurve)

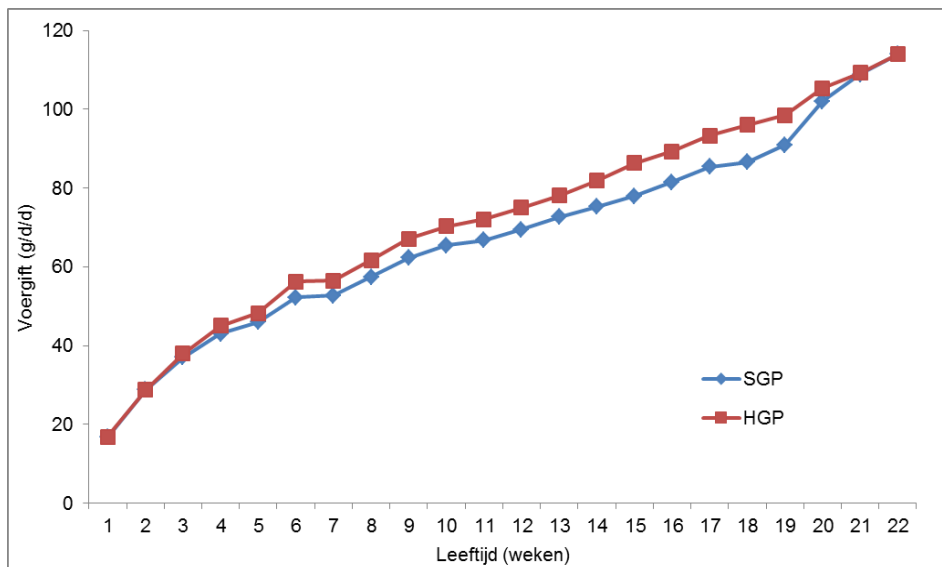
In figuur 5 is het verloop van het lichaamsgewicht tijdens de legperiode weergegeven van de dieren die tijdens de opfokperiode de drie verschillende voeders kregen. Tot 28 weken leeftijd bleven de lichaamsgewichten gemiddeld op gelijke hoogte. Vanaf dat tijdstip gingen de dieren die tijdens de opfokperiode het gemiddeld eiwit voer hadden gekregen wat minder groeien dan de dieren die tijdens de opfokperiode het hoge en lage eiwit voer hadden gekregen. Vanaf 32 weken leeftijd bleef de groei van de dieren die tijdens de opfok het hoge eiwit voer hadden gekregen wat achter vergeleken met de dieren die tijdens de opfok het lage eiwit voer hadden gekregen. Dit was echter geen aantoonbaar verschil, maar slechts numeriek.



Figuur 5 Verloop van het lichaamsgewicht tijdens de legperiode bij de drie voeders met de verschillende eiwitniveaus (HP = hoog eiwitniveau voer, MP = gemiddelde eiwitniveau voer, LP = laag eiwitniveau voer)

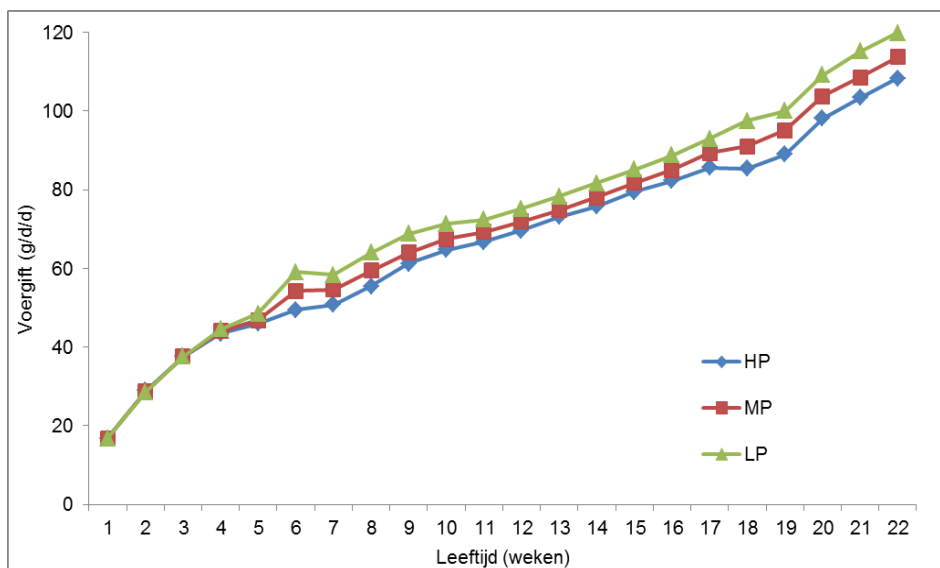
3.2 Voer- en nutriëntenopname

In figuur 6 is het verloop van de voergift per dier per dag voor de twee verschillende groeicurves weergegeven. Alle gegevens van de voeropname per behandeling zijn in bijlage 4 opgenomen. Om het hogere lichaamsgewicht te bereiken op 20 weken leeftijd namen de dieren met de hogere groeicurve over de opfokperiode tussen 2 en 22 weken leeftijd 6,5% meer voer op (tabel 6).



Figuur 6 Verloop van de voergift (gram/dier/dag) tijdens de opfokperiode bij de twee verschillende groeicurves (SGP = standaard groeicurve, HGP = hoge groeicurve)

In figuur 7 is het verloop van de voergift per dier per dag weergegeven voor de dieren die het voer met de verschillende eiwitniveaus kregen. Om hetzelfde gewicht op 20 weken leeftijd te bereiken kregen de dieren met het gemiddelde en lage eiwit voer respectievelijk 4,5 en 9,9% meer voer. Op 22 weken leeftijd was dit respectievelijk 4,6 en 10,0% (tabel 6).



Figuur 7 Verloop van de voergift (gram/dier/dag) tijdens de opfokperiode bij de voeders met de verschillende eiwitniveaus (HP = hoog eiwitniveau voer, MP = gemiddelde eiwitniveau voer, LP = laag eiwitniveau voer)

In tabel 6 is de totale voeropname en de totale opname van de verschillende nutriënten tijdens de opfokperiode (tussen 2 en 22 weken leeftijd) weergegeven. Er was een interactie tussen de groeicurve en het eiwitniveau van het voer op voeropname en dus ook energieopname, maar dit is minder relevant.

De opname aan energie, eiwit en aminozuren was bij de dieren die bij de hoge groeicurve werden opgefokt 6,5% hoger dan bij de dieren die de standaard groeicurve volgden.

Doordat het energie niveau binnen de verschillende fasen van de voeders gelijk werd gehouden was de totale energieopname (kcal/hen) tussen twee en 22 weken leeftijd ook 4,6 en 10,0% hoger bij de dieren die het gemiddeld en laag eiwit voer kregen. De totale ruw eiwit opname was echter respectievelijk 3,5 en 5,4% lager. Voor de vijf belangrijkste aminozuren gold dat door de dieren die het gemiddeld en laag eiwit voer kregen respectievelijk gemiddeld 4,3 en 8,7% minder werd opgenomen.

Tabel 6 Effect van groei curve (GP) en eiwitniveau van het voer (P) en hun interactie op de totale opname van voer, energie, ruw eiwit, vert. lysine, vert. methionine/cystine, vert. threonine en vert. tryptofaan vanaf 2 tot en met 22 weken leeftijd

Behandeling	Voer opname (kg/hen)	Energie opname (kcal/hen)	Ruw eiwit opname (g/hen)	Vert, Lysine opname (g/hen)	Vert, Meth+ Cyst opname (g/hen)	Vert, Threonine opname (g/hen)	Vert, Tryptofaan opname (g/hen)
SGP							
HP	9,67 ^a	25.836 ^a	1.465 ^c	55,06 ^d	47,29 ^c	40,56 ^d	13,05 ^(e)
MP	10,13 ^b	27.057 ^b	1.416 ^b	53,06 ^b	45,98 ^b	38,84 ^b	12,25 ^(c)
LP	10,59 ^d	28.285 ^d	1.378 ^a	50,69 ^a	44,39 ^a	36,72 ^a	11,34 ^(a)
HGP							
HP	10,28 ^c	27.448 ^c	1.556 ^f	58,48 ^f	50,21 ^f	43,08 ^f	13,85 ^(f)
MP	10,74 ^e	28.668 ^e	1.500 ^e	56,21 ^e	48,71 ^e	41,15 ^e	12,98 ^(d)
LP	11,36 ^f	30.338 ^f	1.478 ^d	54,32 ^c	47,56 ^d	39,36 ^c	12,15 ^(b)
SEM	0,017	45,1	2,35	0,087	0,077	0,064	0,021
Hoofd effect GP							
SGP	10,13	27.059	1.419	52,94	45,89	38,71	12,21
HGP	10,79	28.818	1.511	56,34	48,83	41,20	12,99
SEM	0,010	26,0	1,36	0,050	0,044	0,037	0,012
Hoofd effect P							
HP	9,98	26.642	1.510	56,77	48,75	41,82	13,45
MP	10,43	27.862	1.458	54,64	47,35	40,00	12,62
LP	10,98	29.312	1.428	52,50	45,98	38,04	11,75
SEM	0,012	31,9	1,67	0,061	0,054	0,045	0,015
P-waarde							
GP	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
GP * P	<0,001	<0,001	0,009	0,028	0,023	0,039	(0,078)

^{a-f} Verschillende letters binnen een kolom geven een significant verschil aan (P<0,05)

(a-f) Verschillende letters tussen haakjes binnen een kolom geven een tendens tot een verschil aan (0,05<P<0,10)

3.3 Lichaamsgewicht en uniformiteit

In tabel 7 zijn de resultaten van de individuele wegingen op 5, 10, 15 en 20 weken leeftijd weergegeven. Het verschil in lichaamsgewicht tussen de hoge en standaard groeicurve nam in de tijd langzaam toe. Op 5, 10, 15 en 20 weken leeftijd was het verschil respectievelijk 12, 70, 123 en 163 gram. Op 5 en 10 weken leeftijd was er ook een (klein) verschil in lichaamsgewicht tussen de dieren die het verschillende eiwit niveau voer kregen. Op 5 weken leeftijd waren de dieren die het hoog eiwit voer kregen 25 gram zwaarder dan de dieren die het laag eiwit voer kregen. Het lichaamsgewicht van de dieren die het gemiddeld eiwit voer kregen lagen tussen het hoge en lage eiwit voer in. Op 10 weken leeftijd waren de dieren die het hoge eiwit voer kregen 22 gram zwaarder dan de dieren die het laag eiwit voer kregen. Op 15 en 20 weken leeftijd was er echter geen aantoonbaar verschil meer tussen de dieren die het verschillende eiwit niveau voer kregen.

In bijlage 5 zijn lichaamsgewichten van alle behandelingen opgenomen.

Uit de tabel blijkt dat er op 5, 10 en 15 weken leeftijd geen effecten waren op de uniformiteit (CV%) van de dieren. Op 20 weken leeftijd hadden de dieren die het laag eiwit voer kregen echter een betere uniformiteit (CV% ca. 3% lager) in vergelijking met de dieren die het gemiddeld en hoog eiwit voer kregen.

Tabel 7 Effect van groeicurve (GP) en eiwitniveau van het voer (P) en hun interactie op lichaamsgewicht (gram) en variatiecoëfficiënt (CV%) op 5, 20, 15 en 20 weken leeftijd

Behandeling	Leeftijd							
	5		10		15		20	
	LG (g)	CV (%)	LG (g)	CV (%)	LG (g)	CV (%)	LG (g)	CV (%)
SGP								
HP	603	17,8	1.068	15,5	1.580	16,6	2.200	12,3
MP	581	16,8	1.077	14,9	1.576	13,6	2.181	10,2
LP	580	17,6	1.092	16,6	1.572	12,7	2.168	7,5
HGP								
HP	613	16,6	1.142	12,7	1.697	12,8	2.349	10,1
MP	601	15,8	1.145	16,0	1.696	14,2	2.344	11,4
LP	586	15,3	1.161	13,8	1.705	12,2	2.345	8,3
SEM	3,41	1,14	3,23	1,22	7,34	1,42	9,61	1,15
Hoofd effect GP								
SGP	588 ^b	17,4	1.079 ^b	15,7	1.576 ^b	14,3	2.183 ^b	10,0
HGP	600 ^a	15,9	1.149 ^a	14,2	1.699 ^a	13,1	2.346 ^a	9,9
SEM	1,97	0,66	1,87	0,70	4,24	0,82	5,55	0,67
Hoofd effect P								
HP	608 ^a	17,2	1.105 ^b	14,1	1.638	14,7	2.275	11,2 ^b
MP	591 ^b	16,3	1.111 ^b	15,4	1.636	13,9	2.263	10,8 ^b
LP	583 ^c	16,4	1.127 ^a	15,2	1.639	12,4	2.257	7,9 ^a
SEM	2,41	0,80	2,29	0,86	5,19	1,00	6,80	0,82
P-waarde								
GP	<0.001	0,113	<0.001	0,141	<0.001	0,303	<0.001	0,927
P	<0.001	0,708	<0.001	0,516	0,907	0,297	0,168	0,013
GP * P	0,124	0,822	0,666	0,193	0,515	0,277	0,336	0,278

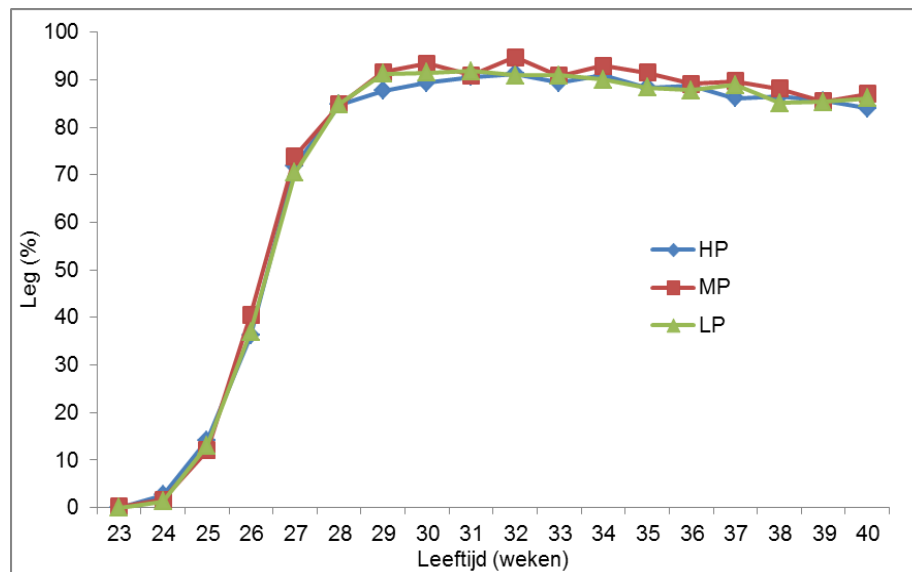
^{a-b} Verschillende letters binnen een kolom geven een significant verschil aan ($P < 0,05$)

3.4 Productieresultaten legperiode

Tabel 8 geeft de productieresultaten tijdens de legperiode. De behandelingen tijdens de opfok hadden geen carry-over effect op de technische resultaten tijdens de legperiode. Uitval is niet meegenomen omdat er nauwelijks sprake van uitval was. In totaal zijn tijdens de legperiode drie hennen uitgevallen en is één sexfout uitgeselecteerd.

Van de voeders met de verschillende eiwitniveaus werden geen effecten gezien op de productieresultaten. In figuur 8 is het verloop van de productie weergegeven. In de figuur lijkt het er op dat de dieren die het gemiddeld eiwit voer kregen vanaf 30 weken de meeste eieren produceerden. Dit was echter geen aantoonbaar verschil ($P = 0,317$).

De dieren hadden een bijzonder goede productie en een experiment met kleine groepen dieren geven een goed inzicht in het genetisch potentieel van het huidige ouderdier. De dieren produceerden zes weken boven de 90% productie en zouden een berekende productie (via extrapolatie) hebben bereikt van 190 eieren op 60 weken leeftijd. De fokkerij-organisatie geeft een normproductie op 60 weken leeftijd van 173,2 eieren (Ross, 2007).



Figuur 8 Verloop van de productie (leg%) bij de drie voeders met de verschillende eiwitniveaus (HP = hoog eiwitniveau voer, MP = gemiddelde eiwitniveau voer, LP = laag eiwitniveau voer)

Tabel 8 Effect van groeicurve (GP) en eiwitniveau van het voer (P) en hun interactie op het totaal aantal eieren, totaal aantal broedeieren, uitval eieren, eigewicht, leeftijd 50% productie, piekproductie en leeftijd piek productie

Behandeling	Totaal eieren /hen	Broed-eieren /hen	Uitval eieren /hen*	Eigewicht (g)	Leeftijd 50% prod. (d)	Piek prod. (%)	Leeftijd piek prod. (d)
SGP							
HP	88,9	80,7	8,2	57,4	184,0	96,1	224,0
MP	89,9	82,3	7,6	57,8	184,5	97,6	214,4
LP	89,6	82,0	7,6	57,5	184,7	96,9	222,2
HGP							
HP	88,7	80,5	8,2	57,1	185,5	97,3	210,9
MP	91,9	83,5	8,5	57,2	183,0	97,9	224,0
LP	88,9	80,6	8,3	57,4	184,7	95,8	215,2
SEM	1,458	1,491	0,826	0,35	0,85	1,11	5,74
Hoofd effect GP							
SGP	89,5	81,7	7,8	57,6	184,4	96,9	220,2
HGP	89,8	81,5	8,3	57,2	184,4	97,0	216,7
SEM	0,842	0,861	0,477	0,20	0,49	0,64	3,31
Hoofd effect P							
HP	88,8	80,6	8,2	57,2	184,7	96,7	217,4
MP	90,9	82,8	8,1	57,5	183,7	97,8	219,2
LP	89,2	81,3	7,9	57,5	184,7	96,3	218,8
SEM	1,031	1,054	0,584	0,25	0,60	0,78	4,06
P-waarde							
GP	0,765	0,901	0,454	0,260	0,985	0,866	0,459
P	0,317	0,306	0,951	0,735	0,409	0,406	0,951
GP * P	0,603	0,680	0,860	0,841	0,234	0,574	0,135

* Alle broedeieren onder 50 g, breuk/kneus, windei, dubbeldooiers en vuile eieren

3.5 Lichaamssamenstelling

In tabel 9 zijn de gemiddelde resultaten weergegeven van de lichaamssamenstelling die via een drietal slachtmomenten tijdens de opfokperiode (10, 15 en 20 weken leeftijd) zijn vastgesteld. In bijlage 6 zijn de tabellen van de afzonderlijke leeftijden apart weergegeven. De resultaten van de slachting op 40 weken leeftijd staan in tabel 10. De opfok- en legperiode zijn apart geanalyseerd

omdat de behandelingen alleen tijdens de opfokperiode werden toegepast en tijdens de legperiode alle dieren dezelfde behandeling kregen om eventuele carry-over effecten van opfok- naar legperiode duidelijk zichtbaar te maken.

Uit tabel 9 blijkt dat er een interactie ($P = 0,035$) was tussen groeicurve en eiwitniveau van het voer op het percentage buikvet. Bij het hoog eiwit voer werd er geen effect gezien van groeicurve op het percentage buikvet, terwijl bij het gemiddeld en laag eiwit voer er een hoger percentage buikvet werd gevonden bij de hoge groeicurve in vergelijking met de standaard groeicurve.

Naast de hierboven beschreven interactie werden er enkele hoofdeffecten waargenomen van het eiwitniveau van het voer op het percentage filet, poten en karkas. De dieren die tijdens de opfokperiode het voer met het laag eiwitniveau kregen hadden het laagste percentage filet, laagste percentage poten en hoogste percentage karkas vergeleken met de dieren die het hoog eiwit voer kregen. De dieren die het gemiddeld eiwit voer kregen hadden een gemiddeld percentage filet. Voor het percentage poten en karkas verschilde deze groep niet met het hoge en laag eiwit voer.

Tabel 9 Effect van groeicurve (GP), eiwitniveau van het voer (P), leeftijd (WK) en hun interactie op lichaamssamenstelling opfokperiode (10, 15 en 20 weken leeftijd)

Behandeling	Filet (%)	Buikvet (%)	Vleugels (%)	Poten (%)	Karkas (%)
SGP					
HP	15,70	0,10 ^a	9,52	22,17	52,50
MP	15,34	0,12 ^a	9,42	22,27	52,85
LP	15,11	0,24 ^b	9,40	21,78	53,47
HGP					
HP	15,98	0,09 ^a	9,35	22,44	52,14
MP	15,54	0,22 ^b	9,38	22,11	52,75
LP	14,74	0,39 ^c	9,25	22,13	53,49
SEM	0,179	0,032	0,100	0,126	0,257
Hoofd effect GP					
SGP	15,38	0,15	9,45	22,07	52,94
HGP	15,42	0,23	9,33	22,22	52,79
SEM	0,104	0,019	0,058	0,073	0,149
Hoofd effect P					
HP	15,84 ^c	0,10	9,44	22,31 ^a	52,32 ^a
MP	15,44 ^b	0,17	9,40	22,19 ^{ab}	52,80 ^{ab}
LP	14,93 ^a	0,32	9,33	21,95 ^b	53,48 ^b
SEM	0,127	0,023	0,071	0,089	0,182
P-waarde					
GP	0,810	0,004	0,147	0,147	0,490
P	<0,001	<0,001	0,526	0,025	<0,001
WK	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
GP * P	0,153	0,035	0,793	0,106	0,745
GP * WK	0,418	(0,086)	0,804	0,149	0,858
P * WK	0,135	<0,001	0,423	0,259	0,473
GP * P * WK	0,806	0,123	0,504	0,778	0,824

^{a-b} Verschillende letters binnen een kolom geven een significant verschil aan ($P < 0,05$)

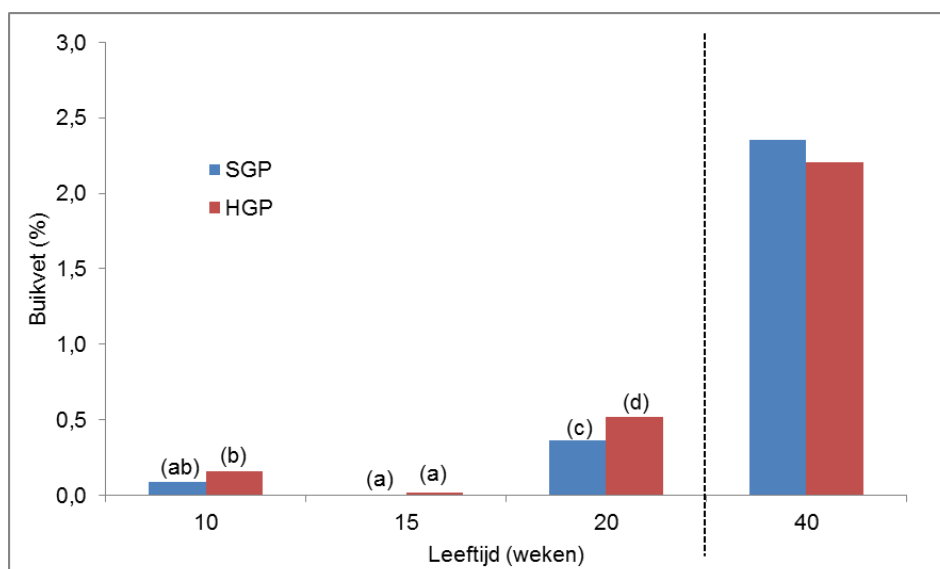
In tabel 10 zijn de resultaten van de slachting op 40 weken leeftijd weergegeven. Voor het percentage filet, poten en karkas werden geen verschillen aangetroffen. Het percentage vleugels was bij de dieren die tijdens de opfokperiode bij de standaard groeicurve werden gehouden iets lager dan bij de dieren die de hoge groeicurve hadden gevolgd.

Tabel 10 Effect van groeicurve (GP) en eiwitniveau van het voer (P) en hun interactie op lichaamssamenstelling einde legperiode (40 weken leeftijd)

Behandeling	Filet (%)	Buikvet (%)	Vleugels (%)	Poten (%)	Karkas (%)
SGP					
HP	17,48	2,51	5,05	21,07	53,88
MP	18,04	2,14	5,09	21,78	52,97
LP	17,66	2,42	5,04	21,52	53,37
HGP					
HP	17,57	2,05	5,35	21,64	53,39
MP	17,71	2,43	5,06	21,66	53,14
LP	17,48	2,13	5,21	21,89	53,30
SEM	0,294	0,196	0,072	0,277	0,371
Hoofd effect GP					
SGP	17,73	2,35	5,06 ^a	21,45	53,41
HGP	17,59	2,20	5,20 ^b	21,73	53,27
SEM	0,170	0,113	0,042	0,160	0,214
Hoofd effect P					
HP	17,53	2,28	5,20	21,35	53,64
MP	17,88	2,28	5,07	21,72	53,05
LP	17,57	2,27	5,12	21,70	53,33
SEM	0,208	0,138	0,051	0,196	0,262
P-waarde					
GP	0,568	0,349	0,017	0,229	0,663
P	0,440	0,999	0,215	0,340	0,299
GP * P	0,782	0,145	(0,092)	0,449	0,663

^{a-b} Verschillende letters binnen een kolom geven een significant verschil aan ($P < 0,05$)

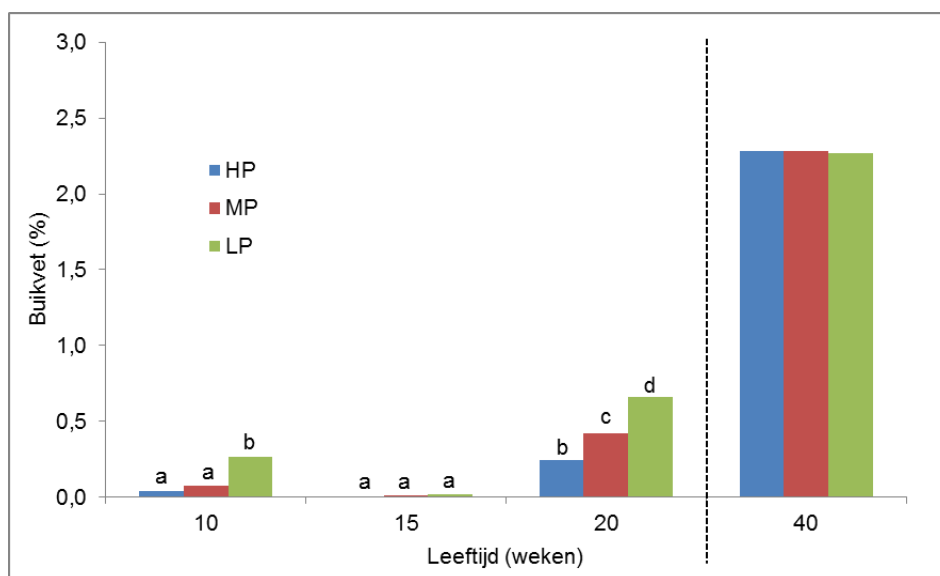
In figuur 9 is de tendens tot een interactie ($P = 0,086$) tussen leeftijd en groeicurve op het percentage buikvet weergegeven. De resultaten aan het einde van de legperiode (40 weken leeftijd) zijn apart van de opfokperiode geanalyseerd, maar wel in de figuur opgenomen. Uit de figuur blijkt dat op tien en vijftien weken leeftijd er geen verschil was in percentage buikvet tussen de twee verschillende groeicurven. Op 20 weken leeftijd hadden de dieren die waren opgefokt bij de hoge groeicurve echter een hoger percentage buikvet.

**Figuur 9** Verloop van het percentage buikvet bij de twee verschillende groeicurven (SGP = standaard groeicurve, HGP = hoge groeicurve)

De interactie ($P < 0,001$) tussen leeftijd en eiwitniveau van het voer op het percentage buikvet is weergegeven in figuur 10. Uit de figuur blijkt dat de dieren die het laag eiwit voer kregen tijdens de opfokperiode, op tien weken leeftijd het hoogste percentage buikvet hadden. Op vijftien weken leeftijd

was dit effect verdwenen en was het buikvet van alle dieren tot bijna 0% gereduceerd. Op 20 weken leeftijd werd het effect van eiwitniveau van het voer weer waargenomen waarbij het percentage buikvet toenam naarmate het eiwitniveau van het voer daalde.

De resultaten aan het einde van de leggerperiode zijn apart van de resultaten van de opfokperiode geanalyseerd en het bleek dat op 40 weken er geen carry-over effect was van de verschillende soorten voer tijdens de opfokperiode. Uit de grafiek blijkt dat de trend van 20 weken leeftijd op 40 weken leeftijd nog wel aanwezig was, maar er waren geen significante verschillen meer tussen de voeders met verschillend eiwitniveau ($P = 0,207$).



Figuur 10 Verloop van het percentage buikvet bij de drie voeders met verschillende eiwitniveaus (HP = hoog eiwitniveau voer, MP = gemiddelde eiwitniveau voer, LP = laag eiwitniveau voer)

3.6 Bevruchting, uitkomst en vroeg embryonale sterfte

De resultaten van de inleg van broedeieren van de productie in de 29^e levensweek zijn in tabel 11 weergegeven. De bevruchting van de broedeieren en uitkomst van de ingelege broedeieren was respectievelijk 3,5 en 4,7% hoger bij de dieren die tijdens de opfokperiode de hoge groeicurve volgden. Er was geen verschil in de uitkomst van de bevruchte broedeieren. Voor de hoge groeicurve werd een lagere vroeg embryonale sterfte gevonden tussen het begin van het broedproces en negen dagen broeden. Dit verklaart voor een groot gedeelte het verschil in uitkomst van de ingelege broedeieren.

Opvallend was het lagere uitkomstpercentage van de bevruchte broedeieren voor de dieren die het gemiddeld eiwit voer kregen. Dit werd veroorzaakt door de hogere embryonale sterfte tussen 18 en 21 dagen leeftijd.

De ingelege broedeieren van 33 en 37 weken leeftijd vertoonden geen verschillen op bevruchting, uitkomst, vroeg embryonale sterfte en tweede soort kuikens. Wel werd op 33 weken leeftijd een 2,5% lager kuikengewicht ($P = 0,004$) gevonden bij de dieren die tijdens de opfok een hogere groeicurve volgden.

Tabel 11 Effect van groeicurve (GP) en eiwitniveau van het voer (P) en hun interactie op percentage bevruchting, uitkomst van ingelegde broedeieren, uitkomst van bevruchte broedeieren (be), vroeg embryonale sterfte, tweede soort kuikens en kuikengewicht van broedeieren van 29 weken leeftijd

Behandeling	Bevruchting (%)	Uitkomst van ingelegde be (%)	Uitkomst van bevruchte be (%)	Vroeg embryonale sterfte (% van bevruchte be)			Tweede soort kuikens (%)	Kuiken gewicht (g)
				1 to 9 d	10-17 d	18-21 d		
SGP								
HP	92,1	85,0	96,6	7,3	0,0	3,7	0,4	36,5
MP	94,2	82,7	92,6	7,6	0,0	8,4	0,0	36,6
LP	86,7	81,2	97,1	7,3	0,0	3,4	0,0	37,1
HGP								
HP	96,8	91,2	95,9	2,9	0,0	4,9	0,9	36,9
MP	92,9	84,1	94,0	6,7	0,0	7,5	0,0	36,5
LP	93,7	87,9	97,2	4,9	0,4	3,5	0,5	36,7
SEM	1,90	2,32	1,36	1,53	0,18	1,68	0,33	0,41
Hoofd effect GP								
SGP	91,0 ^a	83,0 ^a	95,5	7,4 ^b	0,0	5,2	0,1	36,7
HGP	94,5 ^b	87,7 ^b	95,7	4,8 ^a	0,1	5,3	0,5	36,6
SEM	1,10	1,34	0,78	0,88	0,11	0,97	0,19	0,24
Hoofd effect P								
HP	94,4	88,1	96,2 ^b	5,1	0,0	4,3 ^a	0,6	36,6
MP	93,5	83,4	93,3 ^a	7,2	0,0	8,0 ^b	0,0	36,6
LP	90,2	84,6	97,2 ^b	6,1	0,2	3,5 ^a	0,3	36,9
SEM	1,34	1,64	0,96	1,08	0,13	1,19	0,23	0,29
P-waarde								
GP	0,030	0,016	0,825	0,045	0,341	0,908	0,226	0,806
P	(0,074)	0,118	0,019	0,398	0,377	0,024	0,174	0,690
GP * P	(0,093)	0,458	0,731	0,529	0,377	0,822	0,686	0,727

^{a-c} Verschillende letters binnen een kolom geven een significant verschil aan ($P < 0,05$)

3.7 Groeiproef vleeskuikens

De kuikens uit de inleg van de broedeieren zijn gebruikt voor een groeiproef. In tabel 12 zijn de resultaten van die groeiproef tot en met 33 dagen leeftijd weergegeven. Het eindgewicht was 1,4% hoger ($P = 0,059$) voor de kuikens afkomstig van de vleeskuikenouderdieren die tijdens de opfokperiode een hogere groeicurve volgden. Dit werd veroorzaakt door een hogere groei per dag van 1,3% ($P = 0,057$). De voeropname, voerconversie en uitval werden niet beïnvloed door de verschillende groeicurven.

Het gemiddeld en laag eiwit voer van de vleeskuikenouderdieren tijdens de opfokperiode resulteerde in een hogere voeropname bij de vleeskuikens.

Er was een effect van sexe op de technische resultaten verwacht. De hanen bereikten een hoger eindgewicht, hogere groei per dier per dag, hogere voeropname per dier per dag en een lagere voerconversie. Er waren geen interacties tussen groeicurve, eiwitniveau van het voer of sexe.

Tabel 12 Effect van groeicurve (GP), eiwitniveau van het voer (P) en sexe (SX) en hun interacties op de technische resultaten (0-33 dagen) van kuikens van broedeieren van vleeskuikenouderdieren van 29 weken leeftijd

Behandeling	Levend gewicht (g)	Groei (g/d/d)	Voer opname (g/d/d)	Voer-conversie	Uitval (%)	PG ¹
SGP						
HP	2.048	60,9	89,0	1,463	2,50	407
MP	2.056	61,2	90,0	1,473	2,66	406
LP	2.072	61,7	90,9	1,476	0,69	415
HGP						
HP	2.059	61,3	89,4	1,462	4,37	401
MP	2.101	62,5	91,5	1,465	3,75	411
LP	2.101	62,5	91,6	1,467	1,87	418
SEM	18,22	0,547	0,744	0,0061	1,189	6,80
Hoofd effect GP						
SGP	2.058 ^(a)	61,3 ^(a)	90,0	1,471	1,95	409
HGP	2.087 ^(b)	62,1 ^(b)	90,9	1,464	3,33	410
SEM	10,52	0,316	0,430	0,0035	0,687	3,92
Hoofd effect P						
HP	2.053	61,1	89,2 ^a	1,462	3,44	404
MP	2.078	61,9	90,8 ^b	1,469	3,20	408
LP	2.086	62,1	91,3 ^b	1,471	1,28	417
SEM	12,89	0,387	0,526	0,0043	0,841	4,81
Hoofd effect SX						
HAAN	2.222 ^b	66,2 ^a	95,9 ^b	1,447 ^a	3,41	442
HEN	1.923 ^a	57,2 ^b	85,0 ^a	1,488 ^b	1,88	377
SEM	10,52	0,316	0,430	0,0035	0,687	3,92
P-waarde						
GP	(0,059)	(0,057)	0,159	0,211	0,158	0,842
P	0,180	0,176	0,022	0,310	0,145	0,164
SX	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,118	<0,001
GP * P	0,662	0,662	0,751	0,777	0,937	0,710
GP * SX	0,977	0,989	0,766	0,704	0,891	0,891
P * SX	0,744	0,738	0,526	0,719	0,969	0,888
GP * P * SX	0,907	0,909	0,657	0,657	0,763	0,847

^{a-b} Verschillende letters binnen een kolom geven een significant verschil aan ($P < 0,05$)

^(a-b) Verschillende letters tussen haakjes binnen een kolom geven een tendens tot een verschil aan ($0,05 < P < 0,10$)

¹ PG = Productiegetal = $((100 - \text{uitvalspercentage}) \times \text{daggroei in grammen}) / (\text{voerconversie} \times 10)$

De slachtrendementen van de vleeskuikens zijn in tabel 13 weergegeven. Op een klein verschil bij het onderdeel vleugel voor eiwitniveau van het voer na werden er geen significante verschillen aangetroffen. Wel was er tendens tot een verschil ($P = 0,074$) in levend gewicht voor groeicurve.

De haan-vleeskuikens hadden natuurlijk een hoger levend gewicht dan de hen-vleeskuikens, maar ook een hoger percentage poten. Verder werd een tweetal interacties (percentage poot en filet) gevonden tussen sexe en eiwitniveau van het voer (figuur 11: links). Het percentage poot was verschillend tussen de haan- en henkuikens waarvan de ouderdieren tijdens de opfokperiode het hoog of het gemiddeld eiwitniveau voer kregen, terwijl er geen verschil was tussen de haan- en henkuikens waarvan de ouderdieren het laag eiwitniveau voer tijdens de opfokperiode kregen. Het percentage filet van de haankuikens afkomstig waren van ouderdieren die tijdens de opfokperiode het hoog eiwit voer kregen was lager dan van de henkuikens afkomstig van ouderdieren die tijdens de opfokperiode het hoog eiwit voer kregen (figuur 11 rechts). Er was tussen de sexen geen verschil in percentage filet als de ouderdieren tijdens de opfokperiode het gemiddeld en laag eiwit voer kregen.

Tabel 13 Effect van groeicurve (GP), eiwitniveau van het voer (P) en sexe (SX) en hun interactie op de slachtrendementen (33 dagen leeftijd) van kuikens van broedeieren van vleeskuikenouderdieren van 29 weken leeftijd

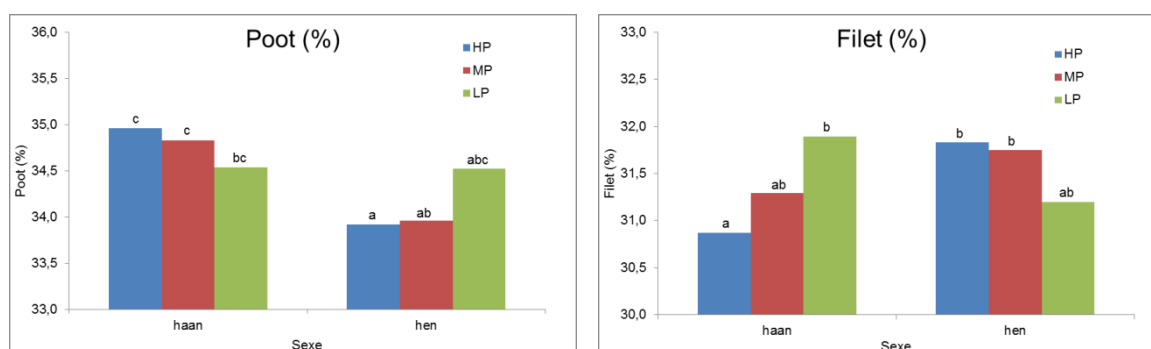
Behandeling	Levend gewicht (g)	Griller (%) ¹	Vleugel (%) ²	Poot (%) ²	Rug (%) ²	Filet (%) ²
SGP						
HP	2.278	66,5	11,1	34,2	15,4	31,8
MP	2.249	66,4	11,2	34,5	15,6	31,2
LP	2.282	66,4	11,0	34,5	15,5	31,5
HGP						
HP	2.271	66,2	11,3	34,7	15,6	31,0
MP	2.345	66,4	11,0	34,3	15,4	31,8
LP	2.340	67,0	10,9	34,5	15,4	31,6
SEM	33,1	0,298	0,091	0,217	0,182	0,309
Hoofd effect GP						
SGP	2.270 ^(a)	66,5	11,1	34,4	15,5	31,5
HGP	2.319 ^(b)	66,5	11,0	34,5	15,5	31,5
SEM	19,1	0,172	0,053	0,125	0,105	0,178
Hoofd effect P						
HP	2.275	66,4	11,2 ^b	34,4	15,5	31,4
MP	2.297	66,4	11,1 ^{ab}	34,4	15,5	31,5
LP	2.311	66,7	11,0 ^a	34,5	15,5	31,6
SEM	23,4	0,211	0,064	0,153	0,128	0,218
Hoofd effect SX						
HAAN	2.476 ^b	66,3	11,1	34,8 ^b	15,4	31,4
HEN	2.112 ^a	66,7	11,1	34,1 ^a	15,6	31,6
SEM	19,1	0,172	0,053	0,125	0,105	0,178
P-waarde						
GP	(0,074)	0,717	0,312	0,435	0,839	0,860
P	0,544	0,487	0,045	0,817	0,959	0,790
SX	<0,001	0,188	0,346	<0,001	0,218	0,342
GP * P	0,291	0,370	0,163	0,214	0,520	0,103
GP * SX	0,513	0,924	0,656	0,368	0,287	0,937
P * SX	(0,063)	0,549	0,593	0,045	0,380	0,027
GP * P * SX	0,931	0,323	0,621	0,245	0,225	0,466

¹ Percentage van levend gewicht

² Percentage van griller gewicht

a-b Verschillende letters binnen een kolom geven een significant verschil aan (P<0,05)

(a-b) Verschillende letters tussen haakjes binnen een kolom geven een tendens tot een verschil aan (0,05<P<0,10)



Figuur 11 Interactie tussen sexe en eiwitniveau voer op percentage poot (links) en percentage filet (HP = hoog eiwitniveau voer, MP = gemiddelde eiwitniveau voer, LP = laag eiwitniveau voer) (rechts)

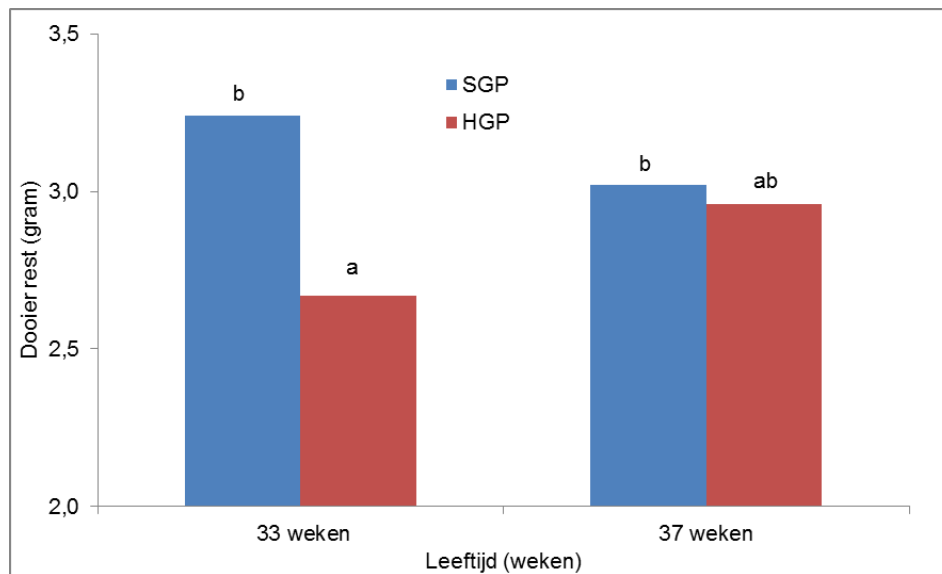
3.8 Kenmerken eendagskuikens en broedeieren

De lichaamskenmerken van eendagskuikens van de broedeieren afkomstig van de vleeskuikenouderdieren van 33 en 37 weken leeftijd zijn weergegeven in tabel 14. Naast logische effecten van leeftijd op gewicht kuiken en dooiervrij gewicht embryo werd een interactie-effect op dooierrest gevonden tussen groeicurve en leeftijd (figuur 12). Op 33 weken leeftijd hadden de eendagskuikens van ouderdieren die bij de hoge groeicurve werden opgefokt een lager dooierrest gewicht dan de eendagskuikens afkomstig van ouderdieren van de lage groeicurve. Op 37 weken leeftijd was er geen verschil in dooierrest gewicht tussen beide groeicurven.

Tabel 14 Effect van groeicurve (GP), eiwitniveau van het voer (P), leeftijd (WK) en hun interactie op de lichaamskenmerken van eendagskuikens van broedeieren van vleeskuikenouderdieren van 33 en 37 weken leeftijd

Behandeling	Gewicht kuiken (g)	Dooier vrij gew. (g)	Dooier-rest (g)	Darmen (%DVG)	Lever (%DVG)	Maag (%DVG)	Hart (%DVG)
SGP							
HP	40,5	37,5	3,0	5,6	3,1	6,0	1,1
MP	40,5	37,4	3,1	5,7	3,2	6,1	1,1
LP	40,9	37,6	3,3	5,5	3,1	6,0	1,1
HGP							
HP	40,3	37,5	2,8	5,6	3,2	6,0	1,1
MP	40,3	37,5	2,8	5,5	3,2	6,1	1,1
LP	40,5	37,7	2,8	5,7	3,2	6,0	1,1
SEM	0,43	0,38	0,12	0,13	0,04	0,08	0,02
Hoofd effect GP							
SGP	40,6	37,5	3,1 ^b	5,6	3,2	6,1	1,1
HGP	40,4	37,6	2,8 ^a	5,6	3,2	6,0	1,1
SEM	0,25	0,22	0,07	0,08	0,03	0,04	0,01
Hoofd effect P							
HP	40,4	37,5	2,9	5,6	3,2	6,0	1,1
MP	40,4	37,4	3,0	5,6	3,2	6,1	1,1
LP	40,7	37,7	3,1	5,6	3,2	6,0	1,1
SEM	0,30	0,27	0,09	0,09	0,03	0,05	0,02
P-waarde							
GP	0,525	0,784	0,003	0,879	0,157	0,694	0,716
P	0,683	0,829	0,469	0,999	0,477	0,771	0,931
WK	<0,001	<0,001	0,810	(0,051)	0,964	(0,090)	0,287
GP * P	0,963	0,986	0,344	0,239	0,422	0,965	0,316
GP * WK	0,211	0,484	0,037	0,508	0,356	0,961	0,839
P * WK	0,946	0,863	0,910	0,968	0,656	0,155	0,735
GP * P * WK	0,827	0,805	0,953	0,617	0,625	0,801	0,897

^{a-b} Verschillende letters binnen een kolom geven een significant verschil aan (P<0,05)



Figuur 12 Ontwikkeling van de dooierrest (gram/kuiken) bij de twee verschillende groeicurves (SGP = standaard groeicurve, HGP = hoge groeicurve)

De broedeikenmerken van 30, 34 en 38 weken leeftijd zijn weergegeven in tabel 15. De leeftijd van de vleeskuikenouderdieren gaf verwachte effecten op het gewicht van ei, dooier, eiwit en schaal en eiwit/dooier ratio. Daarnaast was er een tendens tot een interactie ($P = 0,075$) tussen groeicurve en eiwitniveau van het voer op eiwit gewicht. De broedeieren van de ouderdieren die tijdens de opfokperiode het hoog eiwit voer kregen en de hoge groeicurve volgden, hadden een lager eiwit gewicht dan de broedeieren van ouderdieren die het hoog eiwit voer kregen en de standaard groeicurve volgden. Dit effect was niet aanwezig bij de broedeieren afkomstig van ouderdieren die tijdens de opfokperiode het gemiddeld en laag eiwit voer kregen.

Tabel 15 Effect van groeicurve (GP) en eiwitniveau van het voer (P) en hun interactie op de broedeikenmerken afkomstig van vleeskuikenouderdieren van 30, 34 en 38 weken leeftijd

Behandeling	Ei gew. (g)	Dooier gew. (g)	Eiwit gew. (g)	Eischaal gew. (g)	Eiwit/dooier ratio	Schaal dikte (µm)	Dikwit hoogte (mm)
SGP							
HP	60,6	17,7	37,5 ^(b)	5,4	2,13	311	10,2
MP	59,5	17,4	36,8 ^(ab)	5,3	2,13	309	10,0
LP	59,8	17,8	36,7 ^(ab)	5,3	2,07	306	10,1
HGP							
HP	58,8	17,6	35,9 ^(a)	5,3	2,05	315	9,9
MP	59,0	17,3	36,1 ^(ab)	5,5	2,10	321	10,4
LP	60,9	18,0	37,5 ^(b)	5,4	2,10	308	10,3
SEM	0,64	0,25	0,51	0,12	0,037	6,4	0,22
Hoofd effect							
GP							
SGP	60,0	17,6	37,0	5,4	2,11	308	10,1
HGP	59,6	17,6	36,5	5,4	2,08	315	10,2
SEM	0,37	0,14	0,29	0,06	0,021	3,7	0,13
Hoofd effect P							
HP	59,7	17,7	36,7	5,4	2,09	313	10,1
MP	59,3	17,4	36,5	5,4	2,11	315	10,2
LP	60,4	17,9	37,1	5,4	2,09	307	10,2
SEM	0,46	0,17	0,36	0,08	0,026	4,5	0,16
P-waarde							
GP	0,418	0,960	0,257	0,528	0,358	0,237	0,664
P	0,229	0,112	0,432	0,825	0,705	0,407	0,792
WK	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,393	0,209
GP * P	0,102	0,867	(0,075)	0,433	0,385	0,711	0,241
GP * WK	0,232	0,759	0,313	0,130	0,767	0,151	0,674
P * WK	0,382	0,357	0,466	0,922	0,721	0,673	0,554
GP * P * WK	0,948	0,733	0,899	0,585	0,686	0,559	0,376

^(a-b) Verschillende letters tussen haakjes binnen een kolom geven een tendens tot een verschil aan (0,05<P<0,10)

3.9 Voeropnametijd en -snelheid

De voeropnametijd (minuten/dag) en de voeropnamesnelheid (gram/minuut) is weergegeven in tabel 16. Omdat er voor de interactie tussen groeicurve en eiwitniveau van het voer slechts een tendens tot een verschil is op voeropnametijd tijdens de opfok, wordt vooral gekeken naar de hoofdeffecten.

Zowel de groeicurve als de verschillende eiwitniveaus van het voer beïnvloedden de voeropnametijd en -snelheid tijdens de opfokperiode. De dieren die tijdens de opfokperiode via de hogere groeicurve werden gevoerd deden 17% langer over de opname van hun dagportie. Dit resulteerde in een 8% lagere voeropnamesnelheid.

Uit de tabel blijkt dat tijdens de opfokperiode de voeropnametijd steeg en de voeropnamesnelheid daalde naarmate het eiwit niveau afnam. De dieren die het laag eiwit voer kregen hadden, in vergelijking met de dieren die het hoog eiwit voer kregen tijdens de opfokperiode, 63% meer tijd per dag nodig om het voer op te nemen. Daardoor was hun voeropnamesnelheid 25% lager. Voor de dieren die het gemiddeld eiwit voer kregen was de voeropnametijd en -snelheid respectievelijk 22% langer en 8% lager vergeleken met de dieren die het hoog eiwit voer kregen. De voeropnametijd en -snelheid was ook verschillend tussen de dieren die het laag en gemiddeld eiwit voer kregen.

De voeders met de verschillende eiwitniveaus tijdens de opfokperiode gaven geen carry-over effect op de voeropnametijd tijdens de legperiode. Wel was er een carry-over effect op de voeropnamesnelheid van de verschillende voeders. Deze was tegengesteld aan wat werd aangetroffen tijdens de opfokperiode. De dieren die tijdens de opfokperiode het gemiddeld en het laag eiwit voer kregen hadden tijdens de legperiode een respectievelijk 8 en 14% hogere voeropnamesnelheid dan de dieren die tijdens de opfokperiode het hoog eiwit voer kregen.

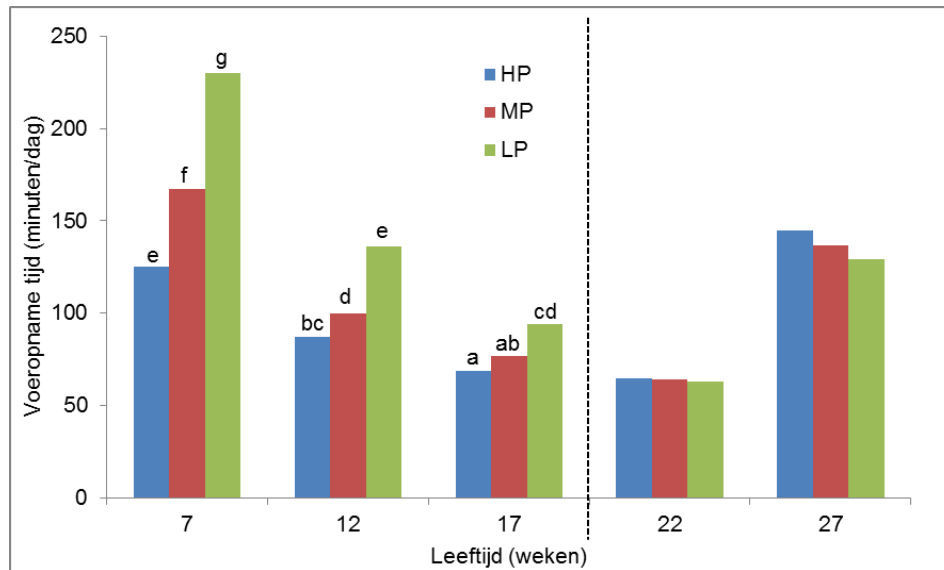
De verschillende groeicurven vertoonden geen carry-over effect van de opfok- naar de legperiode voor voeropnametijd en -snelheid.

Tabel 16 Effect van groeicurve (GP) en eiwitniveau van het voer (P) en hun interactie op voeropnametijd (min. per dag) en voeropnamesnelheid (gram/min) tijdens de opfok- en de legperiode

Behandeling	Opfokperiode		Legperiode	
	Voeropnametijd (min/d)	Voeropname-snelheid (g/min)	Voeropnametijd (min/d)	Voeropname-snelheid (g/min)
SGP				
HP	87	0,86	102	1,44
MP	108	0,76	103	1,51
LP	138	0,67	96	1,64
HGP				
HP	101	0,81	108	1,36
MP	121	0,76	98	1,51
LP	169	0,56	96	1,57
SEM	4,7	0,028	5,1	0,066
Hoofd effect GP				
SGP	111 ^a	0,77 ^a	100	1,53
HGP	130 ^b	0,71 ^b	101	1,48
SEM	2,7	0,016	2,9	0,038
Hoofd effect P				
HP	94 ^a	0,83 ^a	105	1,40 ^a
MP	115 ^b	0,76 ^b	100	1,51 ^{ab}
LP	153 ^c	0,62 ^c	96	1,60 ^b
SEM	3,3	0,020	3,6	0,047
P-waarde				
GP	<0,001	0,012	0,851	0,352
P	<0,001	<0,001	0,223	0,015
WK	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
GP * P	(0,097)	0,176	0,529	0,800
GP * WK	(0,057)	0,408	0,397	0,108
P * WK	<0,001	0,231	0,296	0,325
GP * P * WK	0,117	0,311	0,333	0,314

^{a-c} Verschillende letters binnen een kolom geven een significant verschil aan (P<0,05)

In figuur 13 is de interactie tussen leeftijd en eiwitniveau van het voer grafisch weergegeven. Uit de grafiek blijkt dat in week 7 en 12 de voeropnametijd toenam bij afnemend eiwitniveau voer. In week 17 was er echter geen verschil in voeropnametijd tussen de dieren die het hoog en gemiddeld eiwit voer kregen. Wel was er een verschil in voeropnametijd tussen de dieren die het hoog en gemiddeld eiwit voer kregen en de dieren die het laag eiwit voer kregen.



Figuur 13 Verloop van de voeropname tijd (minuten/dag) bij de drie voeders met verschillende eiwitniveaus (HP = hoog eiwitniveau voer, MP = gemiddelde eiwitniveau voer, LP = laag eiwitniveau voer)

3.10 Gedrag

Het optreden van de verschillende vormen van gedrag is weergegeven in tabel 17. Er was een interactie tussen de behandeling groeicurve en eiwitniveau van het voer voor eten ($P = 0,005$) en zitten ($P = 0,024$). De dieren die het gemiddeld voer kregen hadden geen verschillend eetgedrag als ze bij de standaard of hoge groeicurve werden gehouden. De dieren die het hoog en laag eiwit voer kregen vertoonden echter meer eetgedrag als ze gehouden werden bij de hoge ten opzichte van de standaard groeicurve.

Naast de bovengenoemde interacties waren er ook verschillen op hoofdeffect. De dieren die het laag eiwit voer kregen zaten meer op de zitstok, stonden meer en vertoonden minder stereotiep pikgedrag (object en naar andere kippen) vergeleken met de dieren die het hoog eiwit voer kregen. Het gedrag van de dieren die het gemiddeld eiwit voer kregen lag tussen die van de dieren die het voer met het laag en hoog eiwit voer in.

De dieren die bij de hoge groeicurve werden gehouden vertoonden minder foerageer gedrag dan de dieren bij de standaard groeicurve.

Tabel 17 Effect van groeicurve (GP), eiwitniveau van het voer (P) en leeftijd (WK) en hun interactie op het gedrag tijdens de opfokperiode (% dieren dat bepaald gedrag vertoonde tijdens de waarnemingen)

Behandeling	Eten	Drinken	Foera- geren	Zitstok	Lopen	Staan	Zitten	Object pikken	Kip pikken
SGP									
HP	20,3 ^a	4,5	3,0	15,1	1,3	14,4	1,7 ^{ab}	32,9	7,0
MP	25,1 ^c	2,8	2,9	18,6	1,5	16,5	2,0 ^{ab}	26,1	4,5
LP	28,6 ^d	2,8	2,3	17,3	1,4	20,0	2,4 ^{ab}	19,9	5,4
HGP									
HP	21,9 ^b	3,5	1,5	14,5	1,2	13,7	1,2 ^a	33,4	9,3
MP	25,8 ^c	3,8	2,5	17,1	1,5	17,9	2,8 ^b	24,3	4,3
LP	32,1 ^e	2,9	1,3	20,6	1,6	20,8	4,4 ^c	14,9	1,4
SEM	0,43	0,54	0,44	1,46	0,21	1,54	0,44	1,80	1,52
Hoofd effect GP									
SGP	24,7	3,3	2,7 ^a	17,0	1,4	17,0	2,0	26,3	5,6
HGP	26,6	3,4	1,8 ^b	17,4	1,4	17,4	2,8	24,2	5,0
SEM	0,25	0,31	0,25	0,84	0,12	0,89	0,25	1,04	0,88
Hoofd effect P									
HP	21,1	4,0	2,2	14,8 ^a	1,2	14,0 ^a	1,4	33,2 ^c	8,1 ^b
MP	25,4	3,3	2,7	17,8 ^b	1,5	17,2 ^b	2,4	25,2 ^b	4,4 ^{ab}
LP	30,4	2,8	1,8	19,0 ^b	1,5	20,4 ^c	3,4	17,4 ^a	3,4 ^a
SEM	0,31	0,38	0,31	1,03	0,15	1,09	0,31	1,27	1,07
P-waarde									
GP	<0,001	0,889	0,016	0,710	0,904	0,654	0,031	0,065	0,467
P	<0,001	0,134	0,142	0,024	0,254	<0,001	<0,001	<0,001	0,006
WK	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
GP * P	0,005	0,255	0,243	0,247	0,870	0,719	0,024	0,223	0,211
GP * WK	<0,001	0,841	(0,056)	0,025	0,759	0,836	0,349	0,042	0,855
P * WK	<0,001	0,811	0,133	0,646	0,687	0,002	0,032	0,039	0,710
GP * P * WK	0,021	0,184	0,694	0,164	0,338	0,194	0,280	0,028	0,058

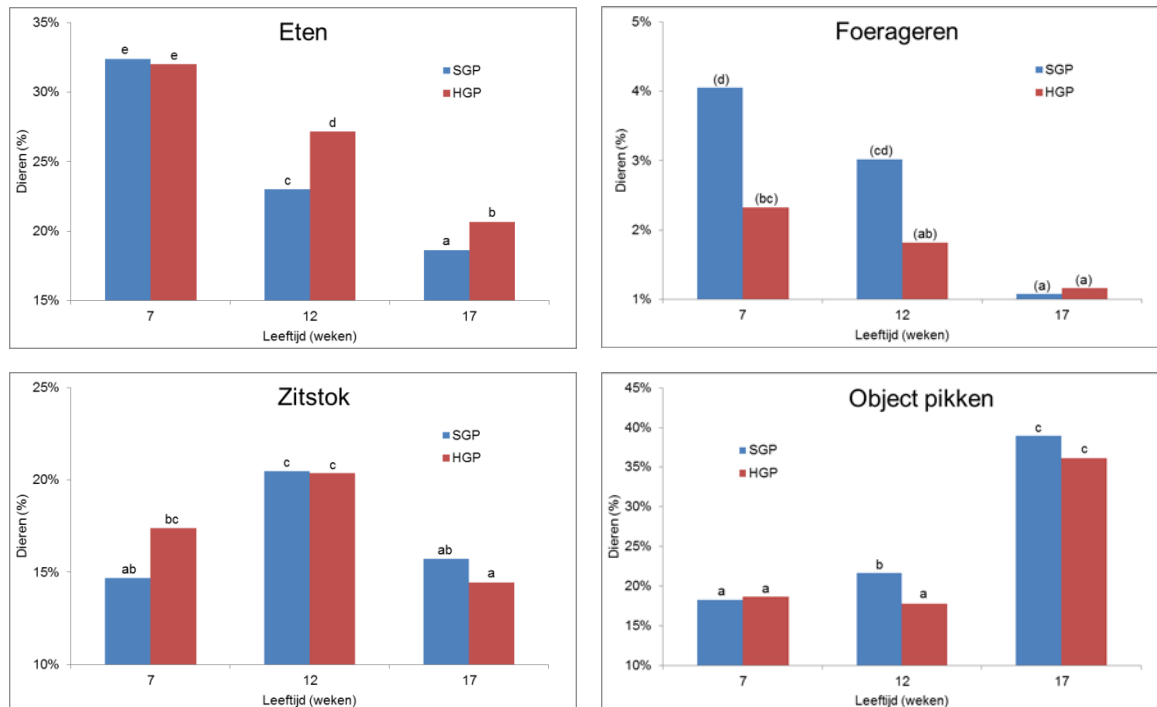
^{a-c} Verschillende letters binnen een kolom geven een significant verschil aan ($P < 0,05$)

Er werd een interactie (figuur 14) tussen leeftijd en groeicurve gevonden voor eten ($P < 0,001$), foeragegedrag ($P = 0,056$), gebruik van de zitstok ($P = 0,025$) en objectpikken ($P = 0,042$). Op 7 weken leeftijd was er nog geen verschil tussen de dieren van de twee verschillende groeicurven op eetgedrag. Op 12 weken leeftijd waren echter 4,1% meer dieren, die bij de hoge groeicurve werden opgefokt, aan het voer opnemen en op 17 weken leeftijd was dit 2,0%.

Op zowel 7 als 12 weken leeftijd waren de dieren die bij de hoge groeicurve werden opgefokt respectievelijk 1,7 en 1,2% minder aan het foerageren. Op 17 weken was dit verschil niet meer aanwezig.

Op 12 weken leeftijd zaten bij de standaard groeicurve meer op de zitstok, terwijl dit op 7 en 17 weken leeftijd minder was. Voor de hoge groeicurve was er geen verschil tussen 7 en 12 weken leeftijd terwijl het zitstokgebruik op 17 weken lager was.

Dieren die werden opgefokt bij de standaard groeicurve vertoonden een toename van het object pikken in de tijd. De dieren die bij de hoge groeicurve werden opgefokt verschilden niet in object pikken tussen 7 en 12 weken leeftijd. Wel nam het object pikken op 17 weken leeftijd flink toe in vergelijking met 7 en 12 weken leeftijd.



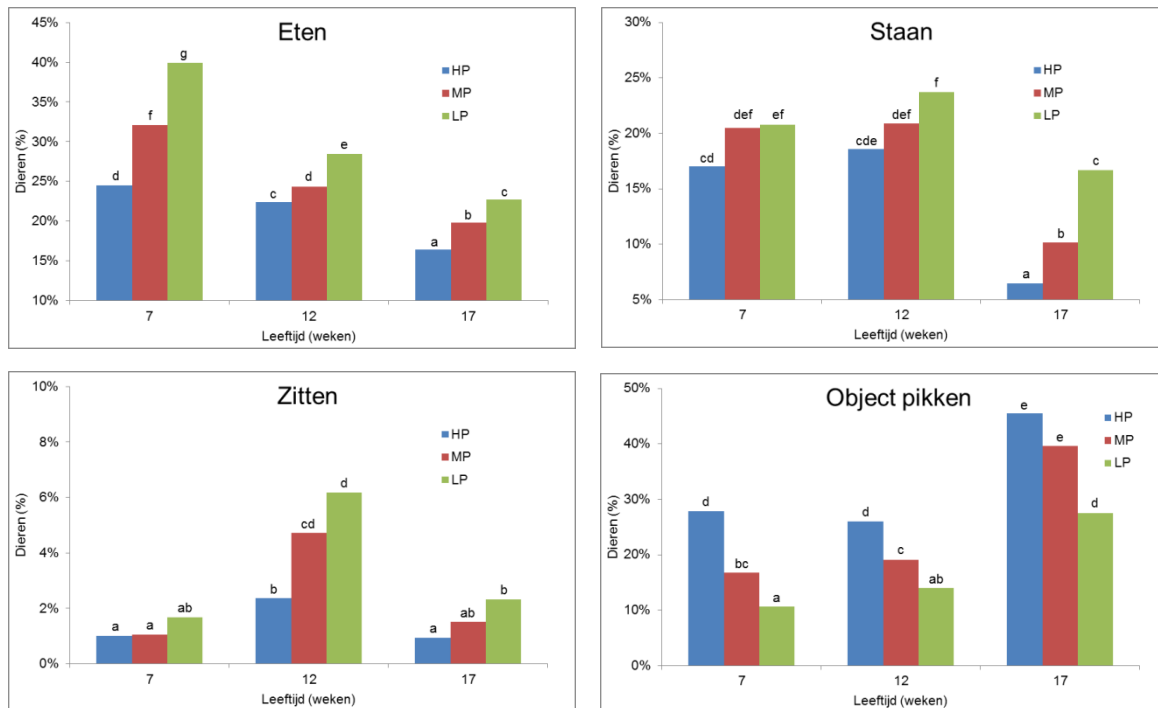
Figuur 14 % dieren dat eet, foerageert, op zitstok zit en object pikt bij de twee verschillende groeicurven (SGP = standaard groeicurve, HGP = hoge groeicurve)

Tussen leeftijd en het eiwitniveau van het voer werden interacties waargenomen voor eten ($P < 0,001$), staan ($P = 0,002$), zitten ($P = 0,032$) en object pikken ($P < 0,039$). In figuur 15 zijn de verschillende interacties grafisch weergegeven. Als het eiwitniveau van het voer afnam, nam de tijd besteed aan eten toe. Echter het verschil tussen de voersoorten nam in de tijd af. De tijd besteed aan eten nam voor het hoog, gemiddeld en laag eiwit voer respectievelijk met 8,1, 12,3 en 17,2% (absoluut) af in de tijd.

Het staan nam toe bij een lager eiwitniveau van het voer. Bij het ouder worden namen de verschillen tussen de voersoorten voor staan echter toe. Dus de dieren die het lager eiwit voer kregen stonden op 17 weken leeftijd relatief meer dan de dieren die het hoog eiwitniveau kregen op die leeftijd.

Op 7 weken leeftijd was er geen verschil in zitten tussen de verschillende voersoorten. Op 12 en 17 weken leeftijd echter vertoonden de dieren die het laag eiwit voer kregen meer zitten dan de dieren die het hoog eiwit voer kregen, en de dieren die het gemiddeld eiwit voer zaten daar tussenin. Het percentage dieren dat zitten vertoonden was bij het ouder worden wel afgenomen.

Het object pikken werd ook beïnvloed door de samenstelling van het voer. Bij een afnemend eiwitniveau van het voer vertoonden de dieren minder object pikken. Op 7 en 12 weken leeftijd verschilden de drievoersoorten van elkaar terwijl op 17 weken leeftijd er geen verschil was tussen de dieren die het hoog en gemiddeld eiwit voer kregen. Wel was er op 17 weken leeftijd een verschil in object pikken tussen de dieren die het hoog en gemiddeld eiwit voer kregen en de dieren die het laag eiwit voer kregen.



Figuur 15 % Dieren dat eet, staat, zit of object pikt op de verschillende leeftijden bij de drie verschillende eiwitniveaus van het voer (HP = hoog eiwitniveau voer, MP = gemiddelde eiwitniveau voer, LP = laag eiwitniveau voer)

De gevonden effecten op gedrag tijdens de opfokperiode waren tijdens de legperiode grotendeels verdwenen (tabel 18). Er werden enkele carry-over effecten van opfok- naar legperiode gevonden. De dieren die bij de hoge groeicurve waren opgefokt liepen iets meer tijdens de legperiode. Verder vertoonden de dieren die tijdens de opfokperiode het laag eiwit voer kregen meer staan en een tendens tot minder objectpikken dan de dieren die het hoog en gemiddeld eiwit voer kregen. De andere gedragingen tijdens de legperiode werden niet beïnvloed door de verschillende voorbehandelingen.

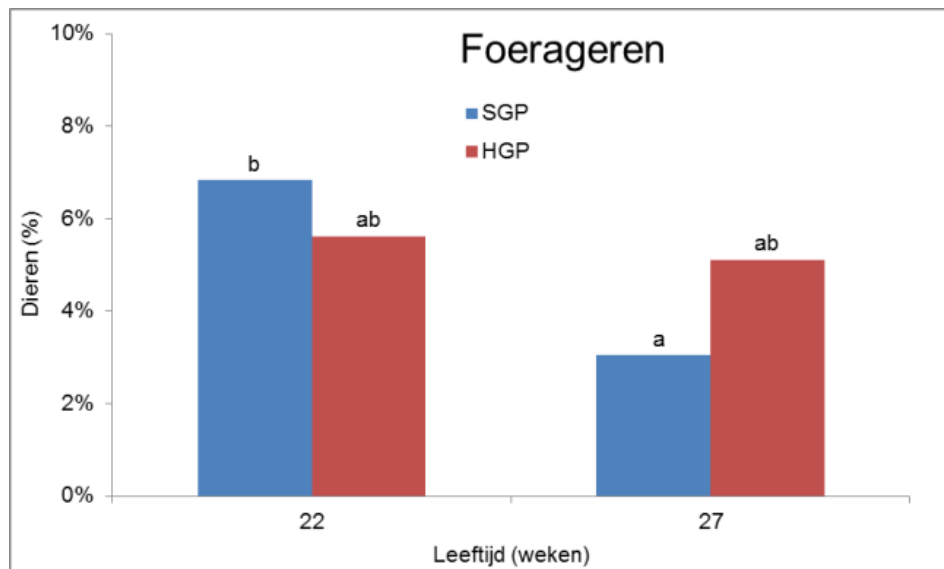
Tabel 18 Effect van groeicurve (GP), eiwitniveau van het voer (P) en leeftijd (WK) en hun interactie op het gedrag tijdens de legperiode (% dieren dat bepaald gedrag vertoonde tijdens de waarnemingen)

Behandeling	Eten	Drinken	Foera- geren	Zitstok	Lopen	Staan	Zitten	Object pikken	Kip pikken
SGP									
HP	25,3	10,1	5,1	5,5	2,8	8,5	7,3	30,2	5,2
MP	25,2	7,7	3,7	5,3	4,6	11,5	7,3	30,1	4,7
LP	23,7	9,7	6,1	6,2	4,8	14,5	5,8	22,6	6,6
HGP									
HP	25,0	9,2	4,4	7,3	4,8	9,6	7,1	27,5	5,1
MP	24,1	10,4	5,2	6,7	5,6	10,3	5,7	27,7	4,4
LP	24,9	7,9	6,5	6,5	5,7	13,7	7,2	24,8	2,9
SEM	0,77	0,98	1,10	1,12	0,77	1,29	0,99	2,49	1,74
Hoofd effect GP									
SGP	24,7	9,2	4,9	5,7	4,1 ^a	11,5	6,8	27,6	5,5
HGP	24,7	9,2	5,4	6,8	5,4 ^b	11,2	6,7	26,7	4,1
SEM	0,44	0,57	0,63	0,65	0,45	0,75	0,57	1,44	1,00
Hoofd effect P									
HP	25,2	9,6	4,8	6,4	3,8	9,0 ^a	7,2	28,9 ^(b)	5,2
MP	24,6	9,1	4,4	6,0	5,1	10,9 ^a	6,5	28,9 ^(b)	4,5
LP	24,3	8,8	6,3	6,3	5,3	14,1 ^b	6,5	23,7 ^(a)	4,7
SEM	0,54	0,69	0,78	0,79	0,55	0,91	0,70	1,76	1,23
P-waarde									
GP	0,894	0,991	0,664	0,220	0,044	0,749	0,846	0,652	0,346
P	0,539	0,690	0,203	0,930	0,127	0,001	0,707	(0,067)	0,926
WK	<0,001	0,888	0,010	0,013	<0,001	0,033	<0,001	<0,001	<0,001
GP * P	0,336	0,105	0,611	0,792	0,722	0,645	0,352	0,543	0,514
GP * WK	0,184	0,335	0,047	0,214	0,170	0,951	0,474	0,216	0,327
P * WK	0,607	0,617	0,431	0,153	0,100	0,959	0,195	0,489	0,759
GP * P * WK	0,557	0,939	0,885	0,970	0,111	0,765	0,563	0,753	0,116

^{a-c} Verschillende letters binnen een kolom geven een significant verschil aan ($P < 0,05$)

^(a-b) Verschillende letters tussen haakjes binnen een kolom geven een tendens tot een verschil aan ($0,05 < P < 0,10$)

Er werd een interactie voor foerageren gevonden tussen leeftijd en groeicurve (figuur 16). De dieren die bij de standaard groeicurve waren opgefokt vertoonden op 22 weken leeftijd meer foerageergedrag dan op 27 weken leeftijd. De dieren die bij de hoge groeicurve waren opgefokt vertoonden geen verschil in foerageergedrag tussen de twee leeftijden.



Figuur 16 Ontwikkeling van foerageergedrag (percentage dieren) bij de twee verschillende groeicurves (SGP = standaard groeicurve, HGP = hoge groeicurve)

Tijdens de opfokperiode maakte een behoorlijk aandeel van de dieren gebruik van de zitstokken. Ze zaten zowel op de houten zitstok(ken) als de stalen buis boven de drinknippellijn. Gemiddeld zaten gedurende de lichtperiode op 7, 12 en 17 weken leeftijd respectievelijk 16,0, 20,4 en 15,1% van de dieren op de zitstokken. Dit was ruim tweemaal hoger dan wat Van Emous et al. (2004) vonden bij opfokdieren van 17/18 waarbij 7,1% van de dieren op de zitstok werden aangetroffen. Tijdens de nachtperiode was dit slechts 3,4%. Bij het onderzoek van Van Emous et al. (2004) was slechts 4,4 cm zitstok per dier aanwezig, terwijl bij het huidige onderzoek op 17 weken 20 cm per dier beschikbaar was. Dit verschil in beschikbaarheid verklaart het hogere percentage zitstokgebruik voor het grootste gedeelte.

3.11 Plasma corticosteronconcentratie

In tabel 19 zijn de resultaten van de plasma corticosteronconcentratie weergegeven. Er werden naast het verwachte effect van de leeftijd op plasma corticosteronconcentratie geen effecten gevonden van groeicurve en eiwitniveau van het voer op de plasma corticosteronconcentratie.

Tabel 19 Effect van groeicurve (GP), eiwitniveau van het voer (P) en leeftijd (WK) en hun interactie op het de plasma corticosteronconcentratie (ng/ml) van 11, 16, 21 en 26 weken leeftijd

Behandeling	Plasma corticosteronconcentratie (ng/ml)
SGP	
HP	2,57
MP	2,62
LP	2,72
HGP	
HP	2,15
MP	2,46
LP	2,53
SEM	0,205
Hoofd effect GP	
SGP	2,64
HGP	2,38
SEM	0,118
Hoofd effect P	
HP	2,36
MP	2,54
LP	2,62
SEM	0,145
P-waarde	
GP	0,131
P	0,430
WK	<0,001
GP * P	0,778
GP * WK	0,329
P * WK	0,103
GP * P * WK	0,436

3.12 Bevedering

De kwaliteit van de bevedering tijdens de opfokperiode is weergegeven in tabel 20. Er werden geen interacties tussen groeicurve en eiwitniveau van het voer gevonden. De dieren die werden opgefokt bij de hogere groeicurve hadden een gemiddeld betere bevedering in de nek/hals dan de dieren bij de standaard groeicurve.

De dieren die het laag eiwit voer kregen hadden een slechtere bevedering op de borst, rug, vleugels, staart en poten. Voor de nek/hals en buik werden geen verschillen aangetroffen. De kwaliteit van de gemiddelde bevedering was het slechtst bij de dieren die tijdens de opfokperiode het laag eiwit voer kregen. De dieren die het gemiddeld eiwit voer kregen, hadden meestal een bevedering die tussen het

hoog en laag eiwit voer in lag.

De vuilheid van de dieren werd niet beïnvloed door de groeicurve of het eiwitniveau van het voer.

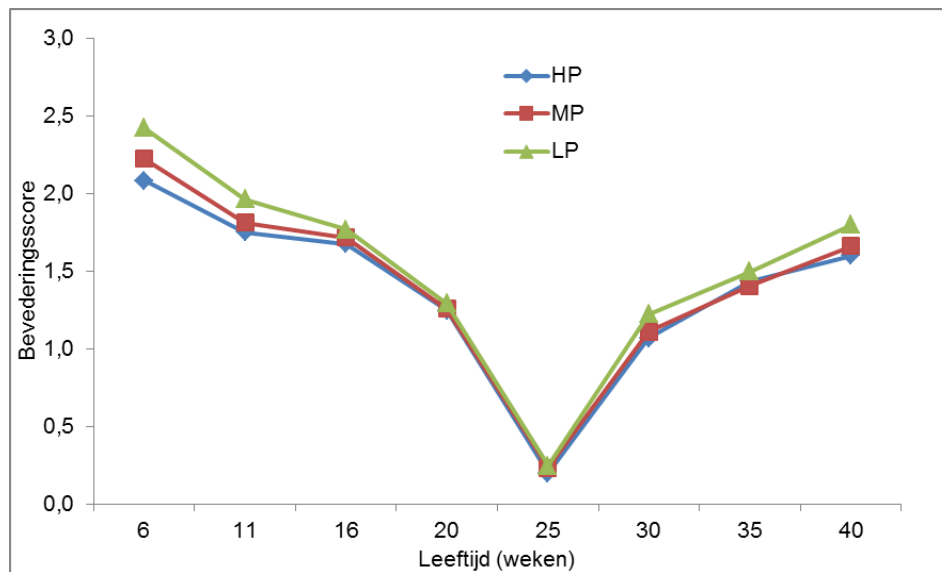
Tabel 20 Effect van groeicurve (GP), eiwitniveau van het voer (P) en leeftijd (WK) en hun interactie op de bevedering (0 = volledig intacte bevedering en 5 = volledig kaal) tijdens de opfokperiode

Behandeling	Nek/ hals	Borst	Buik	Rug	Vleu- gels	Staart	Poten	Gem bev.	Vuil- heid
SGP									
HP	2,28	2,19	2,24	0,31	1,32	1,09	2,56	1,71	2,04
MP	2,26	2,32	2,20	0,36	1,36	1,13	2,68	1,76	2,14
LP	2,32	2,44	2,34	0,38	1,62	1,26	2,85	1,89	2,21
HGP									
HP	2,17	2,16	2,24	0,31	1,26	1,09	2,45	1,67	2,13
MP	2,20	2,27	2,23	0,33	1,48	1,11	2,62	1,75	2,22
LP	2,18	2,37	2,33	0,40	1,60	1,18	2,79	1,83	2,23
SEM	0,050	0,049	0,052	0,027	0,035	0,043	0,061	0,029	0,143
Hoofd effect GP									
SGP	2,29 ^b	2,32	2,26	0,35	1,43	1,16	2,70	1,79	2,13
HGP	2,18 ^a	2,27	2,26	0,35	1,45	1,13	2,62	1,75	2,19
SEM	0,029	0,028	0,030	0,016	0,020	0,025	0,035	0,017	0,055
Hoofd effect P									
HP	2,23	2,17 ^a	2,24 ^(ab)	0,31 ^a	1,29 ^a	1,09 ^a	2,50 ^a	1,69 ^a	2,09
MP	2,23	2,30 ^b	2,21 ^(a)	0,35 ^{ab}	1,42 ^b	1,12 ^a	2,65 ^b	1,75 ^b	2,18
LP	2,25	2,41 ^c	2,33 ^(b)	0,39 ^b	1,61 ^c	1,22 ^b	2,82 ^c	1,86 ^c	2,22
SEM	0,035	0,035	0,037	0,019	0,025	0,031	0,043	0,021	0,067
P-waarde									
GP	0,014	0,208	0,930	0,924	0,668	0,354	0,127	0,137	0,452
P	0,876	<0,001	(0,061)	0,017	<0,001	0,010	<0,001	<0,001	0,346
WK	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
GP * P	0,678	0,935	0,909	0,770	(0,052)	0,645	0,910	0,733	0,946
GP * WK	0,607	0,485	0,580	0,577	0,668	0,372	0,954	0,673	0,923
P * WK	0,264	(0,053)	0,035	<0,001	(0,096)	0,209	0,617	0,003	0,564
GP * P * WK	0,639	0,978	0,714	0,742	<0,001	0,882	0,995	0,793	0,745

^{a-c} Verschillende letters binnen een kolom geven een significant verschil aan ($P < 0,05$)

^(a-b) Verschillende letters tussen haakjes binnen een kolom geven een tendens tot een verschil aan ($0,05 < P < 0,10$)

Er was een interactie tussen de leeftijd en het eiwitniveau van het voer voor de bevedering van de buik ($P = 0,035$) en rug ($P < 0,001$). Daarnaast waren er nog twee tendensen (borst en vleugels) tot een interactie tussen leeftijd en eiwitniveau van het voer. Ook de gemiddelde bevedering vertoonde een interactie voor leeftijd en eiwitniveau van het voer. Het verloop van de bevedering van de afzonderlijke onderdelen en de gemiddelde bevedering van de dieren was nagenoeg hetzelfde en daarom wordt hieronder alleen het verloop van de gemiddelde bevedering gegeven. Uit figuur 17 blijkt dat op de leeftijd van 6 en 11 weken de dieren die het laag eiwit voer kregen een slechtere gemiddelde bevedering hadden dan de dieren die het gemiddeld en hoog eiwit voer kregen. Vanaf 16 tot en met 25 weken leeftijd was er geen verschil in bevedering tussen de dieren die de verschillende voersoorten kregen. Vanaf 30 weken leeftijd leek het effect vanuit de opfokperiode weer terug te keren, maar dit was niet aantoonbaar.



Figuur 17 Verloop van de gemiddelde bevedering (0 = volledig intacte bevedering en 5 = volledig kaal) bij de drie voeders met verschillend eiwitniveau (HP = hoog eiwitniveau voer, MP = gemiddelde eiwitniveau voer, LP = laag eiwitniveau voer)

De effecten van het eiwitniveau van het voer tijdens de opfokperiode op de bevedering was gedurende de legperiode nagenoeg geheel verdwenen (tabel 21). Alleen voor de vleugels werd bij de dieren die opgefokt werden met het laag eiwit voer nog een slechtere bevedering ($P = 0,038$) tijdens de legperiode aangetroffen. Verder waren er nog enkele interacties van leeftijd met eiwitniveau van het voer, maar er werd geen interactie met de gemiddelde bevedering gevonden. Daar wordt niet dieper op ingegaan.

Tabel 21 Effect van groeicurve (GP), eiwitniveau van het voer (P) en leeftijd (WK) en hun interactie op de bevedering tijdens de legperiode

Behandeling	Nek/hals	Borst	Buik	Rug	Vleugels	Staart	Poten	Gem bev.	Vuilheid
SGP									
HP	1,54	1,31	1,91	0,08	0,98	0,84	0,62	1,04	2,09
MP	1,67	1,35	2,07	0,09	1,14	0,96	0,64	1,13	2,18
LP	1,59	1,38	2,15	0,13	1,24	0,97	0,68	1,16	2,15
HGP									
HP	1,69	1,45	1,80	0,09	1,13	0,98	0,68	1,12	2,06
MP	1,59	1,33	2,04	0,10	1,03	0,85	0,59	1,08	2,01
LP	1,73	1,61	2,21	0,14	1,22	0,97	0,69	1,22	2,47
SEM	0,073	0,136	0,170	0,036	0,071	0,063	0,041	0,063	0,128
Hoofd effect GP									
SGP	1,60	1,35	2,05	0,10	1,12	0,92	0,64	1,11	2,14
HGP	1,67	1,45	2,02	0,11	1,12	0,93	0,65	1,14	2,18
SEM	0,042	0,079	0,098	0,021	0,041	0,037	0,024	0,037	0,074
Hoofd effect P									
HP	1,61	1,38	1,86	0,08	1,05 ^a	0,91	0,65	1,08	2,08
MP	1,63	1,34	2,06	0,09	1,08 ^a	0,91	0,61	1,10	2,09
LP	1,66	1,49	2,18	0,14	1,23 ^b	0,97	0,68	1,19	2,31
SEM	0,052	0,096	0,120	0,025	0,050	0,045	0,029	0,045	0,090
P-waarde									
GP	0,259	0,309	0,841	0,795	0,926	0,821	0,756	0,608	0,721
P	0,802	0,507	0,176	0,322	0,038	0,562	0,247	0,174	0,137
WK	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
GP * P	0,232	0,660	0,884	0,997	0,188	0,149	0,469	0,536	0,148
GP * WK	0,310	0,124	0,255	0,632	0,420	0,436	0,895	0,688	0,976
P * WK	0,892	0,173	0,036	0,033	(0,053)	0,526	0,228	0,261	0,414
GP * P * WK	0,774	0,432	0,917	0,972	0,410	0,234	0,848	0,871	0,905

^{a-b} Verschillende letters binnen kolom geven een significant verschil aan ($P < 0,05$)

4 Discussie

In dit hoofdstuk worden de effecten van groeicurve, eiwitniveau van het voer en de interactie tussen beide hoofdeffecten besproken.

4.1 Interactie groeicurve en eiwitniveau van het voer

De hypothese was dat de combinatie van een hogere groeicurve en een lager eiwitniveau van het voer een verandering van de lichaamssamenstelling (hoger percentage buikvet en lager filet) zou geven. Deze verandering van het lichaam zou een positief effect moeten geven op productie, kwaliteit van de eendagskuikens, het gedrag en de bevedering tijdens de opfok- en het eerste gedeelte van de legperiode.

In het algemeen kan gesteld worden dat er weinig interacties waren tussen groeicurve en eiwitniveau van het voer. Er was een interactie op voeropname maar de verschillen waren erg klein en lijken niet echt relevant. Het hoog eiwit voer gaf in combinatie met de groeicurve geen effect op het percentage buikvet, terwijl dit bij het gemiddeld en laag eiwit voer wel het geval was (tabel 9). Echter dit had geen effect op de technische resultaten tijdens de legperiode (tabel 8). Er was aan het einde van het experiment (40 weken leeftijd) ook geen verschil meer in percentage buikvet.

Verder werd er een interactie gevonden tussen groeicurve en eiwitniveau van het voer op eten en zitten tijdens de opfokperiode. De interactie met eten is te verklaren omdat de voeropname bij het laag eiwit voer en hoge groeicurve hoger was dan de andere behandelingen. Het effect van een hogere voeropname en meer eten werd ook gevonden door De Jong et al. (2005) bij voeders met een lager energiegehalte. Meer zitten heeft mogelijk te maken met het feit dat door de hogere voer- en energieopname waardoor de dieren wat voller zitten en waardoor ze rustiger gedrag vertonen. Dit is ook aangetoond door Nielsen et al. (2011). Een verminderde activiteit is ook een indicatie van minder honger en frustratie om voer te zoeken (Savory et al., 1993; Hocking et al., 1996; Savory et al., 1996).

Samenvattend kunnen we concluderen dat de hogere groeicurve en een lager eiwitniveau van het voer wel een effect had op het percentage buikvet tijdens de opfokperiode, maar nauwelijks effect had op de prestaties van de dieren. Mogelijk dat het gerealiseerde verschil in percentage buikvet te klein was of dat het effect in het begin van de legperiode snel verloren ging omdat de dieren allemaal hetzelfde voer kregen.

4.2 Effect van groeicurve

Van te voren was de verwachting dat een hogere groeicurve, en dus een zwaarder gewicht aan het begin van de legperiode, een snellere start van de productie tot gevolg zou hebben. Dit zou dan op zijn beurt een hoger eigewicht en zwaardere kuikens in het begin van de legperiode moeten genereren (Van Emous et al., 2004).

De hennen die werden opgefokt bij de hoge groeicurve namen 6,5% meer voer op tussen 2 en 22 weken leeftijd dan de hennen die bij de standaard groeicurve werden opgefokt. Dit was ook de verwachting omdat dieren die zwaarder moeten worden meer voedingsstoffen nodig hebben om een hoger diergewicht te bereiken. De dieren die via de hoge groeicurve werden opgefokt bereikten op 19 weken leeftijd het maximale gewichtsverschil van 173 gram. Dit is 8,1% hoger dan het lichaamsgewicht van de dieren die de standaard groeicurve volgden. Een hogere groeicurve geeft dus een iets efficiëntere groei dan de standaard groeicurve. Dieren die iets minder beperkt worden ervaren mogelijkwijs wat minders stress waardoor ze efficiënter met het voer omgaan.

Ondanks de hogere voeropname bij de dieren die bij de hoge groeicurve werden opgefokt was de uniformiteit (CV%) niet beter.

Opvallend was dan ook dat er totaal geen effecten waren op de technische resultaten tijdens de legperiode. Dit is in tegenstelling met het onderzoek van Van Emous et al. (2004) die wel effecten vonden op technische resultaten van zwaardere vleeskuikenouderdieren aan het begin van de legperiode (2,4 versus 2,0 kg). De zwaardere dieren bereikten vier dagen eerder de 50% productie en produceerden tot en met 30 weken leeftijd meer en zwaardere eieren. In tegenstelling tot het onderzoek van Van Emous et al. (2004) was bij het huidige onderzoek het tijdstip van in productie komen nagenoeg hetzelfde (184,4 dagen). De verklaring hiervoor is dat de voergift vanaf 20 weken

leeftijd op hetzelfde niveau werd gebracht, waardoor de dieren die voorheen bij de hoge groeicurve werden gehouden relatief minder groeiden dan de dieren die bij de lage groeicurve werden gehouden. Hierdoor werd hun ontwikkeling mogelijk wat geremd en kwamen de dieren wat later in productie dan wanneer het gewichtsverschil gehandhaafd was gebleven. Dit laatste werd bij het onderzoek van Van Emous et al. (2004) namelijk wel gedaan. Daar bleef het verschil van 400 gram in lichaamsgewicht in het begin van de legperiode gedurende de gehele legperiode gehandhaafd waardoor ze niet geremd werden in ontwikkeling.

Het effect van lichaamsgewicht in het begin van de legperiode op het tijdstip van in productie komen is ook in ander onderzoek gevonden. Onderzoek van Bornstein et al. (1984) toonde in twee verschillende experimenten aan dat dieren die circa 160 en 200 gram zwaarder waren bij het begin van de legperiode hun eerste ei respectievelijk 14 en 7 dagen eerder legden. De Beer en Coon (2007) zagen dat opfokdieren die op 20 weken 140 gram zwaarder waren 3,5 dag eerder hun eerste ei produceerden. Wel wordt hierbij opgemerkt dat de lichtere dieren een ander voerprogramma (skip-a-day) kregen dan de zwaardere dieren (iedere dag voeren). Het is dus niet helemaal zeker of het verschil in tijdstip van in productie komen te maken heeft met het lichaamsgewicht of een carry-over effect is van het voerprogramma.

De lichaamssamenstelling van de dieren die via de standaard en de hoge groeicurve werden opgefokt was nauwelijks verschillend. Wel was er een kleine toename (0,08%) van percentage buikvet bij de dieren die bij de hoge groeicurve werden opgefokt. Gemiddeld genomen kregen de dieren van beide groeicurven dezelfde voersamenstelling waardoor de verdeling van de nutriënten over de diverse lichaamsdelen ongeveer hetzelfde is geweest. Dit komt overeen met de veronderstelling van Mba et al. (2010) dat dieren die meer voer kregen het voer ongeveer in gelijke mate gebruiken voor spier- en vetaanzet.

De bevruchting en uitkomst van de ingelegde broedeieren van de 29^e levensweek was voor de dieren die tijdens de opfokperiode de hoge groeicurve hadden gevolgd respectievelijk 3,5 en 4,7% hoger dan die dieren bij de lage groeicurve. De hogere bevruchting werd mogelijk veroorzaakt doordat de dieren die tijdens de opfokperiode bij de hoge groeicurve werden gehouden vanaf 28 weken leeftijd nog steeds iets zwaarder waren en ook een iets hoger vetpercentage hadden op 20 weken leeftijd (bijlage 6). Door Mba et al. (2010) wordt gesuggereerd dat vleeskuikenouderdieren voor een goede reproductie meer vet en minder filet moeten bevatten.

Het effect op bevruchting en uitkomst van de ingelegde broedeieren was op 33 en 37 weken leeftijd niet meer aanwezig. Mogelijk dat de afname van het verschil in lichaamsgewicht vanaf 20 weken leeftijd hierbij een rol heeft gespeeld. De dieren die bij de hoge groeicurve werden gehouden wogen op 29 weken leeftijd nog steeds circa 80 gram meer dan de dieren van de lage groeicurve. Op 33 en 37 weken leeftijd was dit verschil gehalveerd waardoor de beide groepen dieren steeds meer qua lichaamsgewicht op elkaar gingen lijken. Daarnaast was de lichaamssamenstelling van de dieren die bij de standaard en hoge groeicurve werden opgefokt aan het einde van de legperiode (40 weken leeftijd) niet meer verschillend (tabel 10).

De Beer & Coon (2007) vonden bij dieren die aan het einde van de opfok lichter waren (140 gram) geen verschillen op bevruchting en uitkomst van de broedeieren. Het verschil in lichaamsgewicht aan het einde van de opfok ontstond bij hen echter doordat ze de dieren verschillende voorprogramma's (skip-a-day t.o.v. iedere dag voeren) gaven en niet door een verschillende groeicurve.

Van Emous et al. (2004) vonden ook geen effect op bevruchting van de broedeieren bij lichte en zware ouderdieren. Wel zagen zij dat ouderdieren die lichter uit de opfokperiode kwamen een betere uitkomst hadden. Maar dit werd voornamelijk veroorzaakt doordat deze dieren minder last hadden van een warmteperiode tijdens het experiment.

De kuikens die afkomstig waren van de vleeskuikenouderdieren (broedeieren 29 weken leeftijd) die volgens de hoge groeicurve werden opgefokt waren aan het einde van de groeiproef 1,4% zwaarder. Doordat de kuikens bij aanvang van de groeiproef nagenoeg hetzelfde gewicht hadden (tabel 11) betekende dit dat de dieren ook een hogere daggroei hadden (62,1 t.o.v. 61,3 gram per dier per dag). Opvallend is dat er geen verschil in eigewicht, en dus ook kuikengewicht, was op die leeftijd. Er zijn geen waarnemingen gedaan aan het dooierrest gewicht op 29 weken leeftijd maar uit de gegevens van 33 weken leeftijd bleek dat de kuikens afkomstig van ouderdieren die bij de hoge groeicurve waren opgefokt minder dooierrest hadden. Dit is een indicatie dat kuikens afkomstig van deze ouderdieren mogelijk iets eerder uitkwamen, waardoor ze hun dooierrest iets meer aanspraken. Deze kuikens hebben daardoor mogelijk een snellere start kunnen maken tijdens de groeiproef.

Er werden geen effecten gezien van de hoge groeicurve tijdens de opfokperiode van de ouderdieren op de voeropname, voerconversie, uitval en slachttrendementen van de vleeskuikens. Dat er nauwelijks verschillen waren van de vleeskuikens is te verklaren omdat er ook nauwelijks verschillen bij het huidige onderzoek werden gezien op bijvoorbeeld eigewicht, tijdstip 50% productie, lichaamsgewicht. Dit geeft al aan dat de verschillen die tijdens de opfokperiode waren aangebracht van weinig invloed waren op de dieren in het begin van de legperiode. Logisch is dan ook dat er weinig effecten op de nakomelingen werden gevonden. De vraag blijft of bijvoorbeeld bij kuikens van eieren van 27 of 28 weken leeftijd mogelijk wel effecten van groeicurve zichtbaar waren.

De dieren die volgens de hogere groeicurve werden opgefokt, hadden 17% meer tijd nodig om hun dagelijkse voergift op te nemen. Dit resulteerde in een 8% langzamere voeropnamesnelheid. Tijdens de waarnemingen (7, 12 en 17 weken leeftijd) kregen de dieren bij de hogere groeicurve gemiddelde 8,1% meer voer verstrekt. De langere voeropnametijd is dus niet volledig te verklaren door de hogere voergift. Wel is het verschil verklaarbaar omdat de voeropnamesnelheid bij de dieren die bij de hogere groeicurve werden gehouden lager lag. De combinatie van een hogere voergift en de lagere voeropnamesnelheid zorgden ervoor dat de dieren 17% langer over hun dag-portie deden. De lagere voeropnamesnelheid is mogelijk te verklaren doordat de dieren bij een hogere voergift en langere voeropnametijd wat vaker tussendoor moesten drinken waardoor de snelheid van voeropname minder werd. Daarnaast is het mogelijk dat de dieren wat minder fel op het voer waren, door de hogere voergift, dan hun soortgenoten die bij de lagere groeicurve, en dus lagere voergift, werden gehouden. Tijdens de legperiode werden geen carry-over effecten van de groeicurve gevonden voor voeropnametijd en -snelheid. Dit is te verklaren doordat de dieren vanaf 20 weken leeftijd hetzelfde voer en dezelfde voerhoeveelheid kregen verstrekt. Op 22 weken leeftijd was de voeropnamesnelheid bij de dieren die tijdens de opfok bij de hogere groeicurve werden gehouden nog een klein beetje langzamer ($P = 0,076$), maar op 27 weken leeftijd was er geen verschil meer. Dit betekent dat het effect wat tijdens de opfokperiode ontstond op voeropname-gedrag in circa vijf weken teniet werd gedaan nadat de dieren hetzelfde voer en dezelfde voerhoeveelheid kregen.

De dieren die bij de hoge groeicurve werden opgefokt vertoonden tijdens de opfokperiode minder foerageren en meer zitten. Er was van deze gedragingen geen carry-over effect naar de legperiode want deze effecten zijn daar niet meer waargenomen. Er werd alleen iets meer lopen gezien bij de dieren die tijdens de opfokperiode de hogere groeicurve volgden.

De bevedering van de dieren werd op de nek/hals na niet beïnvloed door de verschillende groeicurves. De nek/hals was bij de dieren die bij de hoge groeicurve werden opgefokt iets beter bevederd.

Samengevat: de hogere groeicurve gaf tijdens de opfokperiode een hogere voeropname, een iets hoger percentage buikvet aan het einde van de opfokperiode, een langere voeropnametijd en een langzamere voeropnamesnelheid. Tijdens de legperiode werd van broedeieren van 29 weken leeftijd een hogere uitkomst en bevruchting gevonden voor de hogere groeicurve. Daarnaast was er een tendens tot een hogere groei van de vleeskuikens afkomstig van ouderdieren die bij de hogere groeicurve waren opgefokt. Uit het voorgaande blijkt dat ondanks het aanbrengen van het verschil in lichaamsgewicht tijdens de opfokperiode dit slechts geringe effecten had op de resultaten tijdens de opfokperiode en nog minder op de resultaten tijdens de legperiode. Mogelijk dat een groter verschil in lichaamsgewicht aan het einde van de opfokperiode meer effecten zou sorteren. De verwachting is dat het handhaven van dat verschil in lichaamsgewicht tijdens het begin van de legperiode (minimaal tot 30 weken leeftijd) en pas daarna nivelleren kan mogelijk wel een positief effect hebben op de technische resultaten.

4.3 Effect van eiwitniveau van het voer

Het idee achter het verlagen van het eiwitniveau van het voer was dat dit een verhoging van het percentage buikvet en verlaging van het percentage filet tot gevolg zou hebben. Een dusdanig aangepaste lichaamssamenstelling zou dan een positief effect moeten geven op productie, kwaliteit van de eendagskuikens (vooral tot 30 weken leeftijd), gedrag en bevedering.

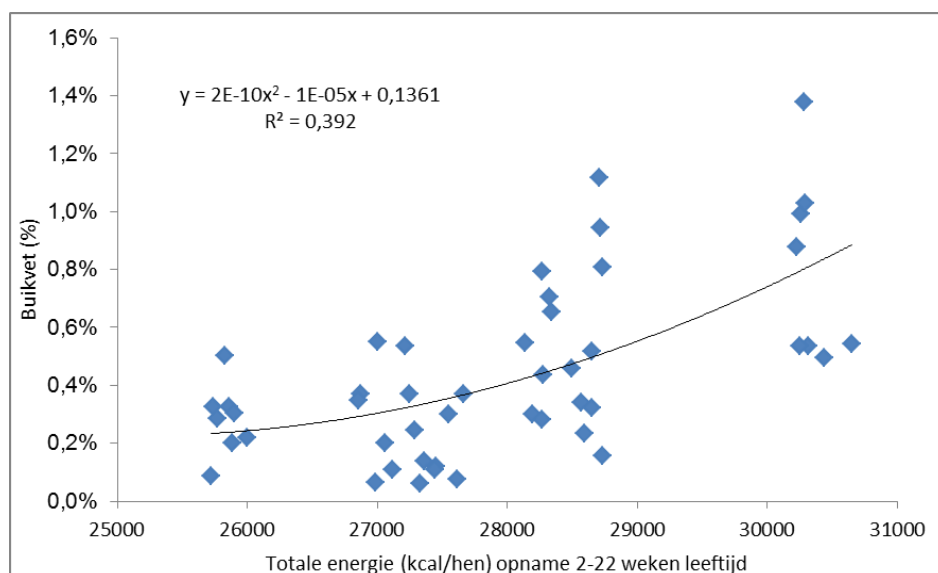
Om hetzelfde gewicht op 22 weken leeftijd te bereiken hadden de dieren met het gemiddeld en laag eiwit voer respectievelijk 4,6 en 10,0% meer voer nodig dan de dieren die het hoog eiwit voer kregen.

Omdat de verschillende voeders binnen de verschillende fases hetzelfde energieniveau hadden, was de totale energie opname tussen 2 en 22 weken leeftijd ook 4,6 en 10,0% hoger voor het gemiddeld en laag eiwit voer. De totale eiwitopname was respectievelijk 4,3 en 8,7% lager voor de dieren die het gemiddeld en laag eiwit voer kregen. Opvallend was dat de verdunning van het voer op eiwit (aminozuren) voor gemiddeld en laag eiwit voer respectievelijk 8 en 16% was. Dit betekent dat bij een verdunning van het voer op eiwit van 1% de voergift met 0,6% verhoogd moest worden.

Onderzoek van Enting et al. (2007) heeft aangetoond dat door verdunnen van het opfokvoer met 12 en 23% de voeropname tijdens de opfokperiode met respectievelijk 11,3 en 25,2% stijgt om hetzelfde lichaamsgewicht te bereiken. Bij dit onderzoek werden naast energie ook de andere nutriënten (eiwit/aminozuren) met ongeveer dezelfde verhouding verlaagd. Uit vergelijkbaar onderzoek van Van Emous et al. (2004) bleek dat het verdunnen van opfokvoer (zowel energie als eiwit/aminozuren), tussen 3 en 20 weken leeftijd met gemiddeld 17,6% de voergift tijdens de verdunningsperiode met hetzelfde percentage (17,7%) toenam.

De conclusie van het bovenstaande is dan ook dat, om hetzelfde lichaamsgewicht te bereiken, bij een verdunning van het opfokvoer van alle nutriënten (zowel energie als eiwit) dit volledig gecompenseerd wordt door een verhoging van de voergift waardoor het niveau van de nutriënten opname hetzelfde is. Echter als het energieniveau gelijk wordt gehouden en het eiwitniveau van het voer lager (huidig onderzoek) is dit niet het geval.

Om na te gaan of er een relatie is tussen de totale energie opname tijdens de opfokperiode (2 tot en met 22 weken leeftijd) en het percentage buikvet zijn deze twee kenmerken grafisch weergegeven (figuur 18). De R^2 is echter niet voldoende hoog en dit is een indicatie dat bij dit onderzoek de relatie niet voldoende duidelijk is geworden.



Figuur 18 Verband tussen totale energie opname (kcal/hen) tijdens de opfokperiode (2 tot en met 22 weken leeftijd) en het percentage buikvet op 20 weken leeftijd.

Voor de uniformiteit van de dieren werd alleen een positief effect gevonden van het laag eiwit voer ten opzichte van het gemiddeld en hoog eiwitniveau van het voer op 20 weken leeftijd. De verbetering van de uniformiteit werd mogelijk veroorzaakt door de gemiddeld 10% hogere voeropname tijdens de opfokperiode voor het laag eiwit voer. De dieren die het gemiddeld eiwit voer kregen hadden ook een hogere voeropname, maar dit was slechts 4,6%. Dit was mogelijk te weinig om een verbetering van de uniformiteit te bewerkstelligen. Dit kwam ook tot uitdrukking bij de dieren die bij de hoge groeicurve werden gehouden. Deze dieren namen over de opfokperiode 6,5% meer voer op maar dit gaf ook geen verbetering van de uniformiteit.

Het eiwitniveau van het voer had geen effect op de technische resultaten van de dieren tijdens de legperiode. Dit komt overeen met onderzoek van Miles et al. (1997) die voer met verschillende eiwitniveaus tijdens de opfokperiode toepasten. Daarbij volgden ze voor alle dieren de voorgeschreven groeicurve. Zij verlaagden tijdens de opfokperiode iedere drie weken het ruw eiwit percentage van het voer. Zij maakten gebruik van drie proefvoerders waarbij het ruw eiwit gehalte van

het voer tussen 3 en 24 weken leeftijd daalde van respectievelijk 20, 19 en 17% naar 12, 11 en 8%. Men vergeleek dit met een (controle)voer met 14% ruw eiwit tussen 3 en 24 weken leeftijd. Vanaf 24 weken leeftijd kregen alle proefgroepen hetzelfde foktoomvoer. Pishnamazi et al. (2011) zagen een verhogend effect op het eigewicht (1,8 gram) in het begin van de legperiode als tijdens de opfokperiode een energiearm (2.650 kcal/kg) voer werd vergeleken met een energierijk (2.900 kcal/kg) voer. De dieren die het energiearmer voer kregen hadden een hogere voergift waardoor ze ook een hogere eiwit/aminozuren opname hadden wat een verklaring is voor het hogere eigewicht. Hudson et al. (2000) vonden een lagere productie als ze in het begin van de opfokperiode (tot 6 weken leeftijd) de dieren een opfokvoer gaven met 12% in plaats van 20% ruw eiwit. Een voer met een eiwitniveau van 16% gaf geen verschil in productie met het 20% eiwit voer.

De voeders met het verschillende eiwitniveau hadden een aantoonbaar effect op de samenstelling van het lichaam tijdens de opfokperiode. Op 10 en 20 weken leeftijd was het percentage filet respectievelijk 0,85 en 1,45% lager bij de dieren die het laag eiwit voer kregen verstrekt vergeleken met de dieren die het hoog eiwit voer kregen. Het percentage filet bij de dieren die het gemiddeld eiwit voer kregen lag ongeveer tussen het percentage filet in van de dieren die het hoog en laag eiwit voer kregen. Het verschil in percentage filet kwam ook naar voren in onderzoek van Mba et al. (2010). Zij vergeleken voer met een ruw eiwit gehalte van respectievelijk 14 en 16% gedurende de opfokperiode (tot 25 weken leeftijd). Op 12 en 22 weken leeftijd zagen zij een hoger percentage filet, bij de dieren die het hoge eiwit voer kregen, van respectievelijk 0,8 en 2,0%. Het grotere verschil op 22 weken, vergeleken met het huidige onderzoek, komt doordat er Ross 708 vleeskuikenouderdieren werden gebruikt. In vergelijking met de Ross 308 geeft de Ross 708 meer borstfilet aanzet. Opvallend bij het huidige onderzoek was dat op 15 weken leeftijd er geen verschil was in percentage filet tussen de verschillende voeders, terwijl dit op 10 weken leeftijd duidelijk het geval was. Numeriek was er op 15 weken leeftijd een verschil tussen de dieren die het hoog en laag eiwit voer kregen van slechts 0,44% (niet significant). Op 10 weken leeftijd was het verschil in percentage filet nog 0,85%. Dit duidt erop dat de aanzet van filet in de periode vanaf 10 tot 15 weken leeftijd onder druk heeft gestaan. Bij het onderzoek van Mba et al. (2010) zag men ook een vermindering van het verschil in percentage filet tussen 12 en 22 weken leeftijd. Het wegebben van het verschil in percentage filet heeft mogelijk te maken met de toename van de beperking op voergift halfweg de opfokperiode. In de periode tussen 7/8 en 15/16 weken leeftijd is de voerbepijking het grootst (De Jong en Jones, 2006) en verder is bekend dat in deze periode de beperking in voergift kan oplopen tot 25-33% van ad libitum opname (Savory et al., 1996; De Jong et al., 2002; Mench, 2002). Op 40 weken leeftijd werden bij het huidige onderzoek geen verschillen in percentage filet gevonden. Dit kwam doordat de dieren vanaf 22 weken allemaal hetzelfde voer en dezelfde voerhoeveelheid tijdens de legperiode kregen verstrekt.

Het percentage buikvet was voor de dieren die het laag eiwit voer kregen op 10 en 20 weken leeftijd respectievelijk 0,22 en 0,42% hoger ten opzichte van de dieren die het hoog eiwit voer kregen. De dieren die het gemiddeld eiwit voer kregen lag qua percentage buikvet ongeveer tussen de dieren in die het laag en hoog eiwit voer kregen. Het effect van eiwitniveau van het voer op percentage buikvet werd ook door Mba et al. (2010) gevonden. Een voer met 14% ruw eiwit gaf op 12 en 25 weken leeftijd respectievelijk een 0,09 en 0,40% hoger percentage buikvet in vergelijking met een voer met 16% ruw eiwit. Uit onderzoek van Miles et al. (1997) is ook bekend dat een lager ruw eiwit in het voer tijdens de opfokperiode een verhoging van het vetgehalte van de dieren geeft. Ook Hudson et al. (2000) zagen een hoger percentage buikvet door een laag eiwit voer (12 t.o.v. 20% RE). Zij gaven kuikens direct vanaf opzet tot 6 weken leeftijd voer met 12, 16 of 20% ruw eiwit. Daarna kregen alle dieren standaard groeivoer verstrekt. Op 14 weken leeftijd waren nog slechts kleine verschillen op percentage buikvet aanwezig en op 22 weken leeftijd waren alle verschillen verdwenen. Het ontstane verschil in percentage buikvet tussen de verschillende eiwitniveaus van het voer op 10 weken leeftijd bij het huidige onderzoek was echter op 15 weken leeftijd niet meer aanwezig. Het was zelfs zo dat op 15 weken leeftijd bij de dieren die het laag eiwit voer kregen gemiddeld nog maar 0,02% buikvet aanwezig was terwijl dit op 10 weken leeftijd nog 0,26% was. Dus de verschillen in percentage buikvet waren op 15 weken leeftijd volledig verdwenen, maar het buikvet was zelfs bij die dieren die het laag eiwit voer kregen nagenoeg verdwenen. Dit heeft hoogstwaarschijnlijk ook te maken met de in de vorige alinea besproken voerbepijgingsperiode tussen 7/8 en 15/16 weken leeftijd. Door de beperking in het voer gaan de dieren hun reserves aanspreken waardoor eventueel aanwezige vetreserves verdwijnen. Doordat de dieren vanaf circa 18 weken leeftijd meer en energierijker voer (pre-foktoomvoer; 2.700 i.p.v. 2.600 kcal/kg) kregen kwam het buikvet weer terug en

ontstonden er aan het einde van de opfokperiode (20 weken leeftijd) weer verschillen in percentage buikvet omdat de opname aan energie verschilde tussen de drie voersoorten.

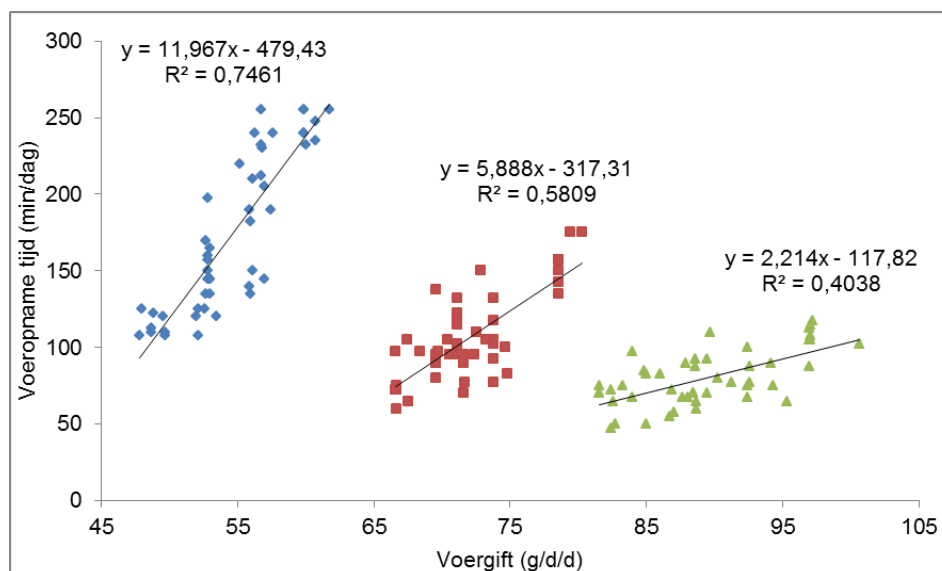
Aan het einde van het huidige onderzoek (40 weken leeftijd) waren de verschillen in percentage buikvet die op 20 weken leeftijd werden waargenomen verdwenen. De trend van meer buikvet bij een lager eiwitniveau van het voer tijdens de opfokperiode was nog wel aanwezig op 40 weken leeftijd, maar was niet significant ($P = 0,207$).

Het is dus mogelijk om het percentage buikvet via een lager eiwitniveau van het voer tijdens de opfokperiode te verhogen, maar als daarna overgeschakeld wordt op een standaard voer verdwijnt het verschil na enige tijd.

Er werden geen verschillen gevonden op de bevruchting van de broedeieren op de verschillende leeftijden. Wel was de uitkomst van de bevruchte broedeieren van de dieren die het gemiddeld eiwit voer tijdens de opfokperiode kregen op 29 weken leeftijd lager dan die van de dieren die het laag en hoog eiwit voer kregen. Dit werd veroorzaakt door de hogere embryonale sterfte tussen 18 en 21 dagen leeftijd. Dit is niet in overeenstemming met Miles et al. (1997) die geen verschillen vonden op uitkomst van bevruchte broedeieren bij vleeskuikenouderdieren die tijdens de opfokperiode voeders met verschillende eiwitniveaus kregen.

De vleeskuikens van de ouderdieren (broedeieren van 29 weken leeftijd) die tijdens de opfokperiode een laag en gemiddeld eiwit voer kregen hadden een hogere voeropname dan de vleeskuikens die afkomstig waren van ouderdieren die tijdens de opfokperiode een hoog eiwit voer kregen. Dit komt mogelijk doordat de ouderdieren die bij het lage eiwit voer werden opgefokt ook een hogere voeropname hadden.

Een laag eiwit voer leidde, t.o.v. een hoog eiwit voer, tot meer eten (+9,3%), meer rusten (+12,6%) en minder pikken (-20,5%) tijdens de opfokperiode. Dit werd in eerste instantie veroorzaakt doordat het lager eiwit voer een hogere voergift tot gevolg had om het vereiste lichaamsgewicht op 20 weken te bereiken. Door de hogere voergift nam de tijd die de dieren nodig hadden om het voer op te nemen ook toe. Het verband tussen de voergift (gram/dier/dag) en voeropnametijd (minuten/dag) is weergegeven in figuur 19. Daarbij zijn de blauwe, rode en groene punten gegevens van respectievelijk 7, 12 en 17 weken leeftijd. Uit de figuur blijkt verder dat de opnamecapaciteit van de dieren bij het ouder worden toeneemt. Op 7 weken leeftijd is er een behoorlijk verschil in voeropnametijd tussen de snelste en langzaamste hokken. Op 17 weken leeftijd is dit verschil duidelijk minder geworden. Naast de toenemende voeropname capaciteit van de dieren worden de verschillen genivelleerd door de toenemende beperking van de voergift bij het ouder worden van de dieren.



Figuur 19 Verband voergift (gram/dier/dag) en de voeropnametijd (minuten/dag)

Een hogere voergift bij het laag eiwit voer geeft dus een langere voeropnametijd waardoor de dieren minder tijd over hebben voor ander gedrag zoals pikken naar objecten en andere kippen. Daarnaast lijkt het dat de dieren wat minder hongerig zijn wat tot uitdrukking kwam in meer rustgedrag (staan,

zitten op de grond en zitstok). Dat de dieren rustiger en minder gestrest zijn was ook zichtbaar in de gemiddeld 25% lagere voeropnamesnelheid (gram/minuut) tijdens de opfokperiode.

In een onderzoek van De Jong et al. (2005) werd gevonden dat dieren die een verdund voer (zowel energie als eiwit lager) kregen tijdens de opfokperiode de dieren ook langer over het voer deden, meer voergedrag vertoonden en minder pikgedrag.

Het effect op het gedrag van de dieren ebde tijdens de legperiode echter snel weg. Op 22 weken leeftijd waren er nog effecten van het eiwitniveau van het voer zichtbaar op voergedrag, lopen, staan, zitten en object pikken zichtbaar maar de trend was al minder duidelijk. Op 27 weken leeftijd vertoonden de dieren die tijdens de opfokperiode het laag eiwit voer gekregen hadden alleen nog meer staan. Dit duidt erop dat de verschillen in gedragingen tijdens de opfokperiode volledig zijn toe te schrijven aan het verschil in voergift tijdens de opfokperiode. Tijdens de legperiode kregen de dieren namelijk allemaal hetzelfde voer en dezelfde voergift.

Tijdens de vroege opfok (6 en 11 weken leeftijd) was er een negatief effect op de gemiddelde bevedering van de dieren die het laag eiwit voer kregen. Uit het voorgaande blijkt dat het aanbod van eiwit op jonge leeftijd belangrijk is voor de ontwikkeling van het verenpak. Dit werd ook gevonden in onderzoek van Twining et al. (1976) bij vleeskuikens. Zij vonden bij jonge vleeskuikens (< 15 dagen) een slechtere bevedering als de kuikens voer kregen met minder dan 16% ruw eiwit. Zij vonden ook een positief verband tussen het ruw eiwitgehalte in het voer en het aantal veren op de grond, en dit wijst erop dat een hoog ruw eiwitgehalte de groei van veren en daarmee ook de rui van de veren bevordert.

Tijdens de legperiode was alleen op 30 weken leeftijd er alleen een tendens ($P = 0,085$) tot een slechtere gemiddelde bevedering voor de dieren die het laag eiwit voer kregen. Opvallend was dat op 25 en 40 weken leeftijd er wel een verschil was voor de kwaliteit van de bevedering op de vleugels. Voorafgaand aan het onderzoek was de veronderstelling dat een hoger aanbod van energie mogelijk een positief effect zou hebben op de bevedering van de dieren. Uit de resultaten blijkt dat dit niet het geval is en zelfs een negatief op jonge leeftijd. Mogelijk dat het op latere leeftijd (bijvoorbeeld 10 weken) inzetten van een eiwit armer voer het negatieve effect in het begin van de opfokperiode kan ondervangen.

Samengevat: opfokvoer met een lager eiwit niveau gaf tijdens de opfokperiode een hogere voeropname, betere uniformiteit op 20 weken leeftijd (alleen voor het laag eiwitniveau voer) en lager percentage filet en hoger percentage buikvet. De kwaliteit van het verenpak was slechter in de eerste helft (zes en elf weken leeftijd) van de opfokperiode bij de dieren die een lager eiwitniveau voer kregen. Na elf weken leeftijd werd dit verschil niet meer aangetroffen. Verder beïnvloedde het lagere eiwit voer het gedrag van de dieren tijdens de opfokperiode in de vorm van meer eetgedrag, meer rustgedrag, minder pikgedrag, langere voeropnametijd en lagere voeropnamesnelheid. De effecten op gedrag verdwenen in het begin van de legperiode vrij snel. Een lager eiwit voer tijdens de opfokperiode had tijdens de legperiode geen effect op de technische resultaten. Het gemiddeld eiwit voer gaf wel een negatief effect op de uitkomst van de bevruchte broedeieren wat veroorzaakt werd door de hogere embryonale sterfte tussen 18 en 21 dagen leeftijd. De voeropname van de vleeskuikens van ouderdieren (29 weken leeftijd) die tijdens de opfokperiode een laag en gemiddeld eiwit voer kregen was hoger.

4.4 Ontwikkeling bevedering

De ontwikkeling van de bevedering tijdens het experiment vertoonde een opmerkelijk verloop. De score van 1,1 op 30 weken leeftijd komt goed overeen met scores die bij semi-praktijk of praktijkkoppels werden gevonden. De Jong et al. (2011) vond bij een experiment met 150 dieren een gemiddelde score van 0,9 en Van Emous (2009) vond bij een inventarisatie naar de bevedering bij praktijkkoppels een gemiddelde score van 1,2. Maar op 40 weken leeftijd vonden De Jong et al. (2011) en Van Emous (2009) gemiddelde scores van 2,6 en 2,7, terwijl bij het huidige onderzoek de score slechts 1,7 was. De lage score bij het huidige onderzoek kwam door het ontbreken van hanen, de ruime voerbaklengte en de kleine groep dieren. Wat de meeste invloed heeft gehad van deze drie zaken is moeilijk te beoordelen maar de ruime voerbaklengte (16,7 i.v.m. 12,5 cm per dier) heeft mogelijk de grootste invloed gehad.

Conclusies

De resultaten van het onderzoek zijn als volgt:

- Vleeskuikenouderdieren die werden opgefokt bij een hogere groeicurve (+175 gram op 19 weken leeftijd) namen tussen 2 en 22 weken leeftijd 6,5% meer voer op om het hogere lichaamsgewicht te bereiken. Vleeskuikenouderdieren die werden opgefokt met een gemiddeld en laag eiwit voer hadden respectievelijk 4,5 en 10,0% meer voer nodig om hetzelfde lichaamsgewicht aan het einde van de opfokperiode te bereiken dan de dieren die werden opgefokt met een hoog eiwit voer.
- Een laag eiwitvoer gaf aan het einde van de opfokperiode een verbetering van de uniformiteit vergeleken met het hoog en gemiddeld eiwit voer.
- Groeicurve en eiwitniveau van het voer tijdens de opfokperiode had geen carry-over effect op de het aantal eieren, aantal broedeieren, uitval eieren, eigewicht, leeftijd 50% productie, piek productie, leeftijd piek productie tijdens de legperiode.
- Bij het hoog eiwit voer werd er geen effect gezien van groeicurve op het percentage buikvet, terwijl bij het gemiddeld en laag eiwit voer er een hoger percentage buikvet werd gevonden bij de hoge groeicurve in vergelijking met de standaard groeicurve.
- Een laag eiwit voer gaf tijdens de opfokperiode een lager percentage filet, lager percentage poten en hoger percentage karkas in vergelijking met het gemiddeld en hoog eiwit voer. Het gemiddeld eiwit voer lag qua waarden tussen die van het hoog en laag eiwit voer in. Aan het einde van de legperiode (40 weken leeftijd) waren er geen verschillen meer in lichaamssamenstelling behalve dat de dieren die waren opgefokt bij de hoge groeicurve een hoger percentage vleugels hadden.
- Op 29 weken leeftijd was bij de ouderdieren die bij de hoge groeicurve waren opgefokt de bevruchting van de broedeieren en de uitkomst van de ingelegde broedeieren het hoogst. Dit laatste kwam doordat de vroegembryonale sterfte tussen 1 en 9 dagen bij deze behandeling het laagst was. De uitkomst van de bevruchte broedeieren was het laagst bij het gemiddeld eiwit voer dat veroorzaakt werd door een hogere vroeg embryonale sterfte tussen 18 en 21 dagen leeftijd.
- De vleeskuikens afkomstig van ouderdieren van 29 weken leeftijd die bij de hoge groeicurve waren opgefokt hadden een tendens tot een hoger slachtgewicht dat veroorzaakt werd door de tendens tot een hogere groei per dag. De voeropname was het hoogst bij de vleeskuikens afkomstig van ouderdieren die waren opgefokt bij het gemiddeld en laag eiwit voer.
- Vleeskuikens afkomstig van ouderdieren van 29 weken leeftijd die opgefokt waren met het laag eiwit voer hadden, ten opzichte van het hoog eiwit voer, een lager percentage vleugels. Daarnaast waren er interactie effecten van sexe en eiwit niveau voer op percentage poten en filet. Het percentage poten was lager bij de henkuikens als de ouderdieren het hoog en gemiddeld eiwit voer kregen. Dit gold niet voor de henkuikens als de ouderdieren het laag eiwit voer kregen. Het percentage filet van de haankuikens afkomstig van ouderdieren die tijdens de opfokperiode het hoog eiwit voer kregen was lager dan die van henkuikens.
- De eendagskuikens afkomstig van ouderdieren van 33 weken leeftijd die bij de hoge groeicurve waren opgefokt hadden een lager dooier restgewicht.
- De broedeieren van de ouderdieren die tijdens de opfokperiode het hoog eiwit voer kregen vertoonden een tendens tot een hoger ei-eiwit (albumen) gewicht bij de standaard groeicurve ten opzichte van de hoge groeicurve. Bij het gemiddeld en laag eiwit voer werd dit effect niet gevonden.
- De voeropnametijd tijdens de opfokperiode was langer bij de dieren die bij de hoge groeicurve werden opgefokt. Daarnaast was de voeropnamesnelheid bij deze dieren tijdens de opfokperiode lager. Deze effecten werden tijdens de legperiode niet meer teruggevonden. De ouderdieren die het laag eiwit voer kregen hadden een langere voeropnametijd en lagere voeropnamesnelheid tijdens de opfokperiode dan de dieren die het hoog en gemiddeld eiwit voer kregen. De ouderdieren die het gemiddeld eiwit voer kregen lagen tussen het hoog en laag eiwit voer in. Opvallend was dat de voeropnamesnelheid tijdens de legperiode sneller was bij de dieren die het laag eiwit voer kregen tijdens de opfokperiode in vergelijking met de dieren die het hoog en gemiddeld eiwit voer kregen.
- De combinatie van de hoge groeicurve en een laag eiwit voer had een versterkend effect op het eet- en zitgedrag tijdens de opfokperiode. Daarbij wordt opgemerkt dat vooral de aanpassing van de voersamenstelling het grootste aandeel in het effect had. Het vertonen van meer eetgedrag bij het laag eiwit voer ging samen met meer rustgedrag (staan, zitten op zitstok) en minder stereotiep pikgedrag (object pikken en pikken naar andere dieren).
- De effecten die tijdens de opfokperiode op het gedrag werden waargenomen waren tijdens de legperiode grotendeels verdwenen. De ouderdieren die tijdens de opfokperiode de hoge groeicurve

volgden vertoonden tijdens de legperiode wat meer loopgedrag. De ouderdieren die tijdens de opfokperiode het laag eiwit voer kregen stonden meer tijdens de legperiode en vertoonden een tendens tot minder object pikken.

- De plasma corticosteronconcentratie werd niet beïnvloed door de groeicurve en eiwitniveau van het voer.
- De kwaliteit van de bevederings werd vooral tijdens de eerste helft van de opfokperiode negatief beïnvloed door het laag eiwit voer. Het gemiddeld eiwit voer vertoonde hetzelfde effect, maar in mindere mate. Vanaf de tweede helft van de opfokperiode en tijdens de legperiode werd dit niet meer waargenomen.

Concluderend, op basis van de resultaten van dit onderzoek kan vastgesteld worden dat het verstrekken van een eiwit armer voer een lager percentage filet en hoger percentage buikvet geeft dan het hoge eiwit voer. Het volgen van een hogere groeicurve geeft alleen een hoger percentage buikvet. De verandering van de lichaamssamenstelling is het gevolg van aanpassingen in de hoogte van de voergift dat directe gevolgen heeft op het gedrag van de dieren tijdens de opfokperiode maar nauwelijks op de technische resultaten, nakomelingen en gedrag tijdens de legperiode. Op basis van de gedragswaarnemingen lijkt een hogere groeicurve en het verstrekken van eiwit armer voer een licht positief effect te hebben op het welzijn van de dieren.

Uit het experiment is gebleken dat vleeskuikenouderdieren een hoog adaptief vermogen hebben en snel reageren op veranderde omstandigheden. Daarom biedt het aanpassen van de voersamenstelling tijdens de legperiode mogelijk meer kansen om de technische resultaten tijdens de legperiode te verbeteren. Verder biedt het toepassen van een hogere groeicurve (verschil van 200 gram) en het handhaven van dit verschil tijdens het begin van de legperiode (tot minimaal 25 weken leeftijd) waarschijnlijk meer mogelijkheden om de technische resultaten en kuikenkwaliteit in het begin van de legperiode te verbeteren. Dit wordt in een volgend experiment onderzocht.

Literatuur

- Ambrosen, T., Petersen, V.E., 1997. The influence of protein level in the diet on cannibalism and quality of plumage of layers. *Poultry Science*, 76: 559–563.
- Anonymus, 2007. Richtlijn 86/609/EEG. Richtsnoeren voor de huisvesting en verzorging van dieren die voor experimentele en andere wetenschappelijke doeleinden worden gebruikt. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:197:0001:0089:NL:PDF>
- Bilcik, B., Keeling, L.J., 1999. Changes in feather condition in relation to feather pecking and aggressive behaviour in laying hens. *British Poultry Science*, 40: 444–451.
- Bornstein, S., Plavnik, I., Lev, Y., 1984. Body weight and/or fatness as potential determinants of the onset of egg production in broiler breeder hens. *British Poultry Science*, 25:323–341.
- Coon, C.N., De Beer, M., Manangi, M., Lu, J., Reyes, M., Bramwell, K., Sun, J. M., 2006. Broiler Breeder Nutrition: The Amino Acid and Crude Protein Requirements of Broiler Breeder Hens for Maintenance, Production and Fertility. *Proceedings of Arkansas Nutrition Conference*, Rogers, Arkansas.
- De Beer, M., Coon, C.N., 2007. The effect of different feed restriction programs on reproductive performance, efficiency, frame size, and uniformity in broiler breeder hens. *Poultry Science*, 86: 1927–1939.
- De Beer, M., 2009. Current approaches to feeding broiler breeders. *World Poultry Science Association (WPSA), 17th European Symposium on Poultry Nutrition*, Edinburgh, UK, 23–27 August, 2009: 104–114.
- De Jong, I.C., Van Voorst, S., Ehlhardt, D.A., Blokhuis, H.J., 2002. Effects of restricted feeding on physiological stress parameters in growing broiler breeders. *British Poultry Science* 43: 157–168.
- De Jong, I.C., Enting, H., Van Voorst, A., Blokhuis, H. J., 2005. Do Low-Density Diets Improve Broiler Breeder Welfare During Rearing and Laying? *Poultry Science* 84: 194–203.
- De Jong, I.C., Jones, B., 2006. Feed restriction and welfare in domestic birds, in: BELS, V. (Ed.) *Feeding in domestic vertebrates*, pp. 120–135 (Wallingford, CABI).
- De Jong, I.C., Lourens, A., Gunnink H., Workel, L., Van Emous, R.A., 2011. Effect van bezettingsdichtheid op (de ontwikkeling van) het paargedrag en de technische resultaten bij vleeskuikenouderdieren. *Rapport 457, Wageningen UR Livestock Research*, Lelystad.
- Enting, H., Veldman, A., Verstegen, M.W.A., Van der Aar, P.J., 2007. The effect of low-density diets on broiler breeder development and nutrient digestibility during the rearing period, *Poultry Science Association Inc.*, 86: 720–726.
- Hocking, P.M., Maxwell, M.H., Mitchell, M.A., 1996. Relationships between the degree of food restriction and welfare indices in broiler breeder females. *British Poultry Science* 37: 263–278.
- Hudson, B.P., Lien, R.J., Hess, J.B., 2000. Effects of early protein intake on development and subsequent egg production of broiler breeder hens. *Journal of Applied Poultry Science*, 9: 324–333.
- Lourens, A., Steentjes, A., 2008. Zoötechnische en veterinaire factoren op vermeerderingsniveau: effecten op uitval bij vleeskuikens. *Rapport 194. Animal Sciences Group, Wageningen UR*, Lelystad.
- Lopez, G., Leeson, S., 1995. Response of broiler breeders to low-protein diets. 1. Adult breeder performance. *Poultry Science* 74: 685–694.
- Mba, E.T., Renema, R.A., Pishnamazi, A., Zuidhof, M.J., 2010. Do dietary protein:energy ratios modify growth and frame size of young broiler breeder females? *Poultry Science* Vol. 89, E-Suppl. 1: 122–123.
- Mench, J.A., 2002. Broiler breeders: feed restriction and welfare. *World's Poultry Science Journal* 58: 23–30.
- Mevius, D.J., Koene, M.G.J., Wit, B., Van Pelt, W., Bondt, D., 2011. MARAN-2009 - Monitoring of Antimicrobial Resistance and Antibiotic Usage in Animals in the Netherlands in 2009. Lelystad.
- Miles, R.D., Wilson, H.R., Harms, R.H., 1997. Protein intake of broiler breeder replacements and its effect on body composition and subsequent performance. *Journal of Applied Animal Research*, 11: 25–36.
- Pearson, R.A., Herron, K.M., 1982. Relationship between energy and protein intakes and laying characteristics in individually-caged broiler breeder hens. *British Poultry Science* 23: 145–159.
- Pishnamazi, A., Mba, E.T., Moraes, T.G.V., Renema, R.A., Zuidhof, M.J., 2011. Broiler breeder composition restriction. 1: Do attempts to shift body composition using dietary protein and energy affect early production traits? *Poultry Science* 90, E-Suppl. 1: 105–106.
- PVE, 2009. *Statistics Livestock, meat and eggs 2009*.
http://www.pve.nl/wdocs/dbedrijfsnet/up1/Zemotnill_Kengetallen_Engels_2009.pdf

- Rabello, C.B.V., Sakomura, N.K., Longo, F.A., Couto, H.P., Pacheco, C.R., J. B. Fernandes, K., 2006. Modelling energy utilisation in broiler breeder hens. *British Poultry Science* 47: 622-631.
- Rombouts, C., 2007. Voergift van ouderdieren. Snel verhogen geeft betere resultaten bij vleeskuikens. In: *Leesvoer*, jaargang 10, nummer 5, november 2007. De Heus, Ede.
- Ross, 2007. Management gids. Ross vleeskuikenouderdieren. Roermond, Nederland.
- Savory, C.J., Maros, K., Rutter, S.M., 1993. Assessment of hunger in growing broiler breeders in relation to a commercial restricted feeding programme. *Animal Welfare* 2: 131-152.
- Savory, C.J., Hocking, P.M., Mann, J.S., Maxwell, M.H., 1996. Is broiler breeder welfare improved by using qualitative rather than quantitative food restriction to limit growth rate? *Animal Welfare* 5: 105-127.
- Twining, P. V., Thomas, O. P. and Bossard, E. H., 1976. Number of Feathers on Litter - Another Criterion for Evaluating Adequacy of Broiler Diets. *Poultry Science* (55) 4: 1200-1207.
- Van Emous, R.A., Lourens, A., Van Harn, J., 2004. Vitaliteit vleeskuikenouderdieren en ammoniakmetingen Lelystad: Animal Sciences Group Praktijkonderzoek Veehouderij, (Praktijkrapport Pluimvee / Animal Sciences Group 13).
- Van Emous, R.A., 2007. Hanenmanagement: 1+1=3. Inventarisatie reproductieproblematiek VB sector. *De Pluimveehouderij* 37 (12): 14-15.
- Van Emous, R.A., 2009. Strak in het verenpak. *De Pluimveehouderij* 39 (7): 30-31.
- Wheeler, K. B., Latshaw, J. D., 1981. Sulfur Amino-Acid-Requirements and Interactions in Broilers During 2 Growth Periods. *Poultry Science* (60) 1: 228-236.

Bijlagen

Bijlage 1 Entschema

Leeftijd (dagen)	Datum	Vaccinatie	Toediening
0 dagen	9 feb 2011	Marek	Injectie op broederij
0 dagen	9 feb 2011	IB primer (M41-D274)	Spray op broederij
3 dagen	12 feb 2011	Snavelbehandelen	
81 dagen	17 feb 2011	Coccidiose (Paracox)	Drinkwater
13 dagen	22 feb 2011	IB 4-91	Oogdruppel
16 dagen	25 feb 2011	NCD	Oogdruppel
28 dagen	9 mrt 2011	Gumboro	Drinkwater
6 weken	23 mrt 2011	NCD	Oogdruppel
10 weken	21 april 2011	Pokken/Difterie + Trilziekte Reo Levend	Wing web
11 weken	28 april 2011	ILT	Injectie
		Salmonella	Oogdruppel
12 weken	4 mei 2011	IB 4-91	Injectie
16 weken	1 juni 2011	NCD	Oogdruppel
17 weken	15 juni 2011	Salmonella	Oogdruppel
		IB H52	Injectie
18 weken	22 juni 2011	NCD + IB3 + TRT+ Gumboro Reo Dood +C.A.V.	Oogdruppel
			Injectie
21 weken	6 juli 2011	TRT	Oogdruppel

Bijlage 2 Samenstelling voeders

	Startvoer	Opfokvoer 1 (15-42 dagen)			Opfokvoer 2 (43-105 dagen)			Pre-foktoomvoer (106-154 dagen)			Foktoom1
		HP	MP	LP	HP	MP	LP	HP	MP	LP	
Grondstof (g/kg)											
Mais	450,00	440,00	440,00	440,00	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	425,00
Tarwe	189,57	200,00	200,00	200,00	190,00	190,00	190,00	248,86	249,43	250,00	200,00
Sojaschroot (RE > 480 g/kg)	216,78	148,15	99,09	50,03	43,00	26,50	10,00	101,82	64,54	27,25	104,03
Zonnenbloemschr. (RC 200-240)	49,51	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Maisglutenvoer (RE 200-230)	----	125,00	125,00	125,00	104,05	104,05	104,05	0,00	39,00	78,00	----
Raapschroot (RE<380 g/kg)	35,00	35,00	35,00	35,00	25,00	17,50	10,00	35,00	35,00	35,00	50,00
Tarwegries	----	0,00	33,17	66,34	150,00	158,15	166,30	150,00	150,00	150,00	99,15
Erwten	----	0,00	8,19	16,37	----	----	----	----	----	----	----
Maisglutenmeel	10,00	1,21	7,98	14,74	----	----	----	----	----	----	----
Maiszetmeel	----	----	----	----	0,00	6,65	13,30	----	----	----	----
Luzernemeel (RE 160-180)	----	----	----	----	52,10	61,05	70,00	15,93	12,46	8,98	----
Sojaolie	7,16	9,34	9,43	9,52	2,00	2,35	2,70	2,00	2,93	3,85	27,61
Krijt (fijn gemalen)	16,46	17,22	17,47	17,71	15,50	15,25	15,00	24,64	25,02	25,40	18,00
Kalksteentjes	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	53,95
Mono-Calcium fosfaat	10,16	9,56	9,63	9,69	4,00	4,20	4,40	5,04	4,86	4,67	5,91
Landbouwzout	1,48	0,82	0,62	0,41	0,40	0,30	0,20	1,48	1,22	0,95	1,77
Natriumbicarbonaat	4,15	3,65	3,94	4,23	4,30	4,45	4,60	4,11	4,05	3,98	3,79
Premix opfok	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	----	----	----	----
Premix leg	----	----	----	----	----	----	----	10,00	10,00	10,00	10,00
Choline Chloride 50%	2,80	2,80	2,80	2,80	2,00	2,00	2,00	----	----	----	----
Natuphos 5000	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	----	----	----	----
Rovabio Excel AP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	----	----	----	----
L-Lysine HCL	0,81	1,20	1,75	2,30	1,80	1,85	1,90	0,48	0,97	1,46	0,24
DL-Methionine	0,98	0,73	0,54	0,34	0,40	0,30	0,20	0,64	0,54	0,43	0,56
L-Threonine	---	0,17	0,27	0,37	0,30	0,25	0,20	0,00	0,02	0,03	----
Geanalyseerde nutriënten (g/kg)											
Droge stof	879,3	872,3	872,6	872,9	876,9	875,9	873,3	869,0	870,3	871,2	882,1
Ruw as	57,8	58,1	55,8	56,1	59,9	60,8	60,6	60,0	61,4	60,8	96,0
Ruw eiwit	207,4	192,1	179,6	145,9	141,3	129,6	122,7	148,8	139,6	127,9	144,8
Ruw vet	42,4	45,5	47,0	48,6	37,9	40,7	39,5	34,7	36,9	38,2	59,1
Zetmeel	375,3	405,7	413,8	418,2	365,9	381,1	395,5	401,4	405,6	385,6	391,3
Suiker	38,6	33,6	31,5	29,0	34,4	32,9	31,6	35,2	33,2	31,5	31,9
Berekende nutriënten											
OEpl (kcal/kg)	2.794	2.799	2.799	2.799	2.599	2.599	2.599	2.699	2.699	2.699	2.780
OEsl (kcal/kg)	2.627	2.632	2.630	2.625	2.372	2.365	2.357	2.498	2.503	2.505	2.603
OEIh (kcal/kg)	2.833	2.845	2.847	2.847	2.637	2.637	2.637	2.732	2.735	2.739	2.847
OEpl (MJ/kg)	11,70	11,72	11,72	11,72	10,88	10,88	10,88	11,30	11,30	11,30	11,64
OEsl (MJ/kg)	11,00	11,02	11,01	10,99	9,93	9,90	9,87	10,46	10,48	10,49	10,90
OEIh (MJ/kg)	11,86	11,91	11,92	11,92	11,04	11,04	11,04	11,44	11,45	11,47	11,92
Ruw eiwit (g/kg)	200,0	172,9	160,4	147,9	140,7	132,8	125,0	150,0	140,0	130,0	142,0
Vert. lysine (g/kg)	8,60	7,18	6,61	6,04	5,36	4,93	4,50	5,59	5,15	4,71	5,30
Vert. methionine + cystine (g/kg)	6,70	5,70	5,25	4,80	4,50	4,15	3,80	5,02	4,70	4,38	4,77
Vert. threonine (g/kg)	6,01	5,17	4,77	4,36	3,97	3,64	3,30	4,13	3,76	3,38	4,04
Vert. tryptofaan (g/kg)	1,95	1,54	1,35	1,16	1,18	1,09	1,00	1,45	1,28	1,11	1,36

Bijlage 3 Deeltjesgrootteverdeling voeders

Zeeffractie		Startvoer (%)	Opfokvoer 1 (%)			Opfokvoer 2 (%)			Pre-foktoomvoer (%)			Foktoom1 (%)
Van zeef (mm)	Tot zeef (mm)		HP	MP	LP	HP	MP	LP	HP	MP	LP	
< 0,071		0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,5	0,3
0,071	0,16	12,0	12,9	11,8	11,1	16,4	17,2	15,4	17,2	17,2	17,3	8,7
0,16	0,315	19,3	15,2	16,0	16,7	15,3	15,0	14,9	14,4	15,0	14,8	13,8
0,315	0,63	27,3	24,6	25,0	25,2	24,2	24,1	23,2	26,9	26,8	26,6	23,2
0,63	1,25	30,2	32,3	32,5	32,1	32,7	32,0	32,5	35,2	34,4	34,0	23,8
1,25	2,5	10,4	14,1	13,9	14,3	10,7	11,0	13,3	5,9	6,1	6,6	18,8
	>2,5	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	11,3
Gemiddeld (mm) ¹		0,34	0,38	0,38	0,38	0,34	0,34	0,36	0,31	0,31	0,31	0,58

¹ Gebaseerd op: $(0,00 \times \text{fractie } <0,071 + 0,0355 \times \text{fractie } <0,16 + 0,1155 \times \text{fractie } <0,16 + 0,2375 \times \text{fractie } <0,315 + 0,4725 \times \text{fractie } <0,63 + 0,94 \times \text{fractie } <1,25 + 1,875 \times \text{fractie } >2,5)/100$

Bijlage 4 Voerschema (0-22 weken leeftijd)

Leeftijd (wk)	SGP-HP	SGP-MP	SGP-LP	HGP-HP	HGP-MP	HGP-LP
1	16,9	16,4	16,8	16,7	17,1	16,8
2	28,9	28,4	28,7	28,9	29,0	28,4
3	37,0	37,0	37,0	38,0	38,0	38,0
4	42,4	43,1	43,5	44,5	44,9	45,6
5	45,3	45,4	47,4	46,8	48,1	49,7
6	47,2	52,1	57,3	51,7	56,4	60,8
7	48,9	52,9	56,5	52,6	56,4	60,3
8	53,5	57,5	61,3	57,3	61,2	66,6
9	58,9	62,5	65,4	63,6	65,5	72,2
10	62,2	65,7	68,4	67,2	69,3	74,2
11	64,3	67,1	69,0	69,1	71,4	75,8
12	67,1	69,8	71,4	72,2	74,0	78,9
13	70,4	72,9	74,6	75,7	76,6	81,9
14	73,1	75,2	77,4	78,5	81,0	85,9
15	76,0	77,6	80,4	82,9	86,0	89,9
16	78,9	81,3	84,2	85,7	88,8	93,4
17	82,3	85,4	88,4	89,1	93,3	97,5
18	81,3	86,5	92,0	89,5	95,5	103,1
19	85,5	90,8	96,5	92,4	99,4	103,5
20	96,3	102,2	107,4	99,8	105,2	110,9
21	103,1	108,5	115,0	103,6	108,8	115,4
22	108,3	113,7	119,8	108,3	113,7	119,8

Bijlage 5 Verloop lichaamsgewicht

Leeftijd (wk)	SGP-HP	SGP-MP	SGP-LP	HGP-HP	HGP-MP	HGP-LP
0	40	39	40	40	40	40
1	98	97	99	99	98	97
2	226	221	226	227	226	224
3	345	333	332	350	344	333
4	478	466	461	482	476	463
5	603	581	579	613	601	586
6	720	711	719	748	749	737
7	784	783	790	819	827	818
8	871	874	890	916	929	931
9	975	982	996	1035	1040	1056
10	1083	1104	1102	1159	1171	1184
11	1175	1190	1185	1260	1269	1277
12	1274	1286	1283	1365	1371	1387
13	1375	1384	1381	1473	1467	1503
14	1479	1486	1482	1586	1585	1599
15	1605	1597	1595	1723	1720	1727
16	1713	1695	1689	1836	1825	1833
17	1851	1820	1807	1969	1959	1951
18	1934	1919	1910	2084	2074	2093
19	2044	2033	2019	2208	2199	2208
20	2200	2181	2168	2349	2344	2345
21	2536	2542	2541	2643	2625	2636
22	2665	2690	2665	2758	2748	2760
23	2792	2805	2783	2887	2859	2874
24	2990	2988	2994	3077	3060	3068
25	3194	3206	3203	3301	3262	3298
26	3318	3335	3338	3426	3376	3419
27	3487	3516	3530	3607	3547	3575
28	3571	3570	3605	3662	3618	3653
29	3656	3623	3679	3717	3690	3732
30	3724	3696	3742	3781	3753	3786
31	3792	3769	3804	3845	3815	3840
32	3839	3819	3877	3893	3868	3898
33	3886	3869	3939	3940	3921	3956
34	3892	3880	3938	3944	3921	3969
35	3899	3891	3937	3948	3920	3981
36	3916	3892	3947	3947	3928	3992
37	3943	3895	3957	3946	3936	3996
38	3958	3912	3970	3958	3949	4015
39	3972	3928	3984	3970	3963	4033
40	3987	3945	3998	3982	3976	4052

Bijlage 6 Lichaamssamenstelling op de leeftijd van 10, 15 en 20 weken

Effect van groeicurve (GP) en eiwitniveau van het voer (P) en hun interactie op lichaamssamenstelling 10 weken leeftijd

Behandeling	Filet (%)	Buikvet (%)	Vleugels (%)	Poten (%)	Karkas (%)
SGP					
HP	14,38	0,03	10,10	21,06	54,43
MP	14,09	0,06	10,10	20,91	54,84
LP	13,68	0,19	9,80	20,66	55,67
HGP					
HP	14,38	0,05	9,94	21,39	54,23
MP	13,90	0,09	10,03	21,01	54,97
LP	13,37	0,34	9,68	21,23	55,38
SEM	0,245	0,046	0,133	0,208	0,386
Hoofd effect GP					
SGP	14,05	0,09 ^(a)	10,00	20,88 ^(a)	54,98
HGP	13,88	0,16 ^(b)	9,88	21,21 ^(b)	54,86
SEM	0,141	0,026	0,077	0,120	0,223
Hoofd effect P					
HP	14,38 ^b	0,04 ^a	10,02 ^b	21,23	54,33 ^a
MP	13,99 ^{ab}	0,08 ^a	10,06 ^b	20,96	54,91 ^{ab}
LP	13,53 ^a	0,26 ^b	9,74 ^a	20,95	55,52 ^b
SEM	0,173	0,032	0,094	0,147	0,273
P-waarde					
GP	0,410	(0,065)	0,280	(0,056)	0,704
P	0,005	<0,001	0,040	0,325	0,014
GP * P	0,823	0,292	0,957	0,535	0,848

^{a-b} Verschillende letters binnen een kolom geven een significant verschil aan (P<0,05)

Effect van groeicurve (GP) en eiwitniveau van het voer (P) en hun interactie op lichaamssamenstelling 15 weken leeftijd

Behandeling	Filet (%)	Buikvet (%)	Vleugels (%)	Poten (%)	Karkas (%)
SGP					
HP	14,99	0,00	10,30	22,89	51,82
MP	14,88	0,00	9,84	22,83	52,46
LP	14,89	0,01	10,15	22,56	52,38
HGP					
HP	15,50	0,00	9,82	23,13	51,55
MP	15,27	0,02	9,96	22,86	51,89
LP	14,72	0,03	9,95	22,98	52,32
SEM	0,265	0,011	0,237	0,221	0,487
Hoofd effect GP					
SGP	14,92	0,00	10,10	22,76	52,22
HGP	15,17	0,02	9,91	22,99	51,92
SEM	0,153	0,006	0,137	0,128	0,281
Hoofd effect P					
HP	15,25	0,00	10,06	23,01	51,68
MP	15,08	0,01	9,90	22,84	52,17
LP	14,81	0,02	10,05	22,77	52,35
SEM	0,187	0,008	0,168	0,156	0,345
P-waarde					
GP	0,265	0,118	0,334	0,211	0,457
P	0,260	0,158	0,740	0,555	0,374
GP * P	0,398	0,531	0,455	0,684	0,874

Effect van groeicurve (GP) en eiwitniveau van het voer (P) en hun interactie op lichaamssamenstelling 20 weken leeftijd

Behandeling	Filet (%)	Buikvet (%)	Vleugels (%)	Poten (%)	Karkas (%)
SGP					
HP	17,73	0,28	8,17	22,55 ^{ab}	51,26
MP	17,05	0,29	8,33	23,07 ^c	51,26
LP	16,77	0,52	8,25	22,12 ^a	52,34
HGP					
HP	18,05	0,21	8,30	22,80 ^{bc}	50,64
MP	17,46	0,55	8,16	22,45 ^{ab}	51,38
LP	16,12	0,80	8,13	22,16 ^a	52,79
SEM	0,308	0,084	0,100	0,168	0,358
Hoofd effect GP					
SGP	17,18	0,36 ^a	8,25	22,58	51,62
HGP	17,21	0,52 ^b	8,20	22,47	51,60
SEM	0,178	0,049	0,058	0,097	0,207
Hoofd effect P					
HP	17,89 ^c	0,24 ^a	8,23	22,68	50,95 ^a
MP	17,25 ^b	0,42 ^b	8,25	22,76	51,32 ^a
LP	16,44 ^a	0,66 ^c	8,19	22,14	52,57 ^b
SEM	0,218	0,059	0,071	0,118	0,253
P-waarde					
GP	0,911	0,029	0,502	0,429	0,947
P	<0,001	<0,001	0,837	0,001	<0,001
GP * P	0,180	(0,071)	0,285	0,034	0,322

^{a-b} Verschillende letters binnen een kolom geven een significant verschil aan (P<0,05)



Wageningen UR Livestock Research

Edelhertweg 15, 8219 PH Lelystad T 0320 238238 F 0320 238050

E info.livestockresearch@wur.nl | www.livestockresearch.wur.nl