



Pikkerij bij kalkoenen

Pecking in turkeys

Thea van Niekerk, Marc B.M. Bracke



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN **UR**

Pikkerij bij kalkoenen

Een stap terug naar het natuurlijk gedrag en soortspecifieke eigenschappen

Pecking in turkeys

A step back to natural behaviour and species-specific characteristics

Thea van Niekerk, Marc B. M. Bracke

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen UR Livestock Research, in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoek thema 'Dierenwelzijn' (projectnummer BO-22.04-003-004)

Wageningen UR Livestock Research
Wageningen, september 2016

Livestock Research Rapport 974

Van Niekerk, T., Bracke, M.B.M., 2016. Pikkerij bij kalkoenen – Een stap terug naar het natuurlijk gedrag en soortspecifieke eigenschappen. Wageningen, Wageningen UR (University & Research Centre) Livestock Research, Livestock Research Rapport 974.
DOI: <http://dx.doi.org/10.18174/388876>

Samenvatting

Bij het naderende verbod op snavelbehandelen dienen alternatieven gevonden te worden om beschadigend pikgedrag bij kalkoenen tegen te gaan. De maatregelen die bij kippen werken, lijken bij kalkoenen weinig effect te hebben. In dit rapport wordt daarom gekeken naar het natuurlijk gedrag van kalkoenen om van daaruit meer inzicht te krijgen in de oorzaken van het beschadigend pikgedrag bij kalkoenen. Vanuit dit inzicht wordt verder gekeken naar mogelijke oplossingsrichtingen voor kalkoenen.

Summary

With the upcoming ban on beak treatments in the Netherlands alternative measures have to be found to prevent injurious pecking behaviour in turkeys. The measures that are successful for chickens do not seem to have a lot of effect in turkeys. In this report the natural behaviour of turkeys has been reviewed to get more insight in the causes of injurious pecking in turkeys. This insight is used to find possible solutions for preventing injurious pecking in turkeys.

© 2016 Wageningen UR Livestock Research, Postbus 338, 6700 AH Wageningen, T 0317 48 39 53, E info.livestockresearch@wur.nl, www.wageningenUR.nl/livestockresearch. Livestock Research is onderdeel van Wageningen UR (University & Research Centre).

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

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever of auteur.



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

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	7
	Summary	9
1	Inleiding	11
2	De wilde kalkoen	12
	2.1 Classificatie, domesticatie en verspreidingsgebied	12
	2.2 Morfologie	13
	2.3 Gedragssystemen	13
	2.3.1 Voeding	15
	2.3.2 Sociaal gedrag	15
	2.3.3 Voortplanting	16
	2.3.4 Veiligheid	16
	2.3.5 Rust	17
	2.3.6 Voortbeweging (Kinesis)	17
	2.4 Ecologie	17
3	Algemene aspecten van verenpikken	18
	3.1 Fokkerij	20
	3.2 Licht	20
	3.3 Omgevingsverrijking	23
	3.4 Voeding	25
	3.5 Overig factoren (o.a. leeftijd, sekse, schuurmateriaal, verschillen tussen koppels, sociale facilitatie, gezondheid)	28
4	Soortspecifieke eigenschappen	30
	4.1 Activiteit	30
	4.2 Bezettingsgraad	30
	4.3 Fazanten (& voer)	30
	4.4 Verschillen kip - kalkoen	31
	4.5 Stress en angst	32
5	Eenvoudig te testen?	34
	5.1 Hormonale effecten	34
	5.2 Veren eten	34
6	Discussie en conclusies	35
	6.1 Suggesties op basis van het natuurlijk gedrag	36
	6.2 Suggesties ten aanzien van soortspecifieke kenmerken	37
	Literatuur	38

Woord vooraf

De kalkoensector is in Nederland een kleine sector, die echter geconfronteerd wordt met een aantal grote problemen. Eén ervan is het naderende verbod op snavelbehandelen. De schade die onbehandelde kalkoenen elkaar aandoen is veel groter dan bij kippen en de maatregelen die bij kippen succesvol zijn om pikkerij tegen te gaan, werken niet of nauwelijks bij kalkoenen. Het onderzoek dat tot nu toe is uitgevoerd in Nederland en Duitsland geeft dit ook aan. Door de geringe omvang van de sector zijn de mogelijkheden tot het financieren van onderzoek zeer beperkt. Deze literatuurstudie is gefinancierd door het ministerie van Economische Zaken en is bedoeld als startpunt voor toekomstig onderzoek, dat vooral uit gaat van het gedrag van de kalkoen. Wij hopen dat deze literatuurstudie daar een constructieve bijdrage aan kan leveren.

Thea van Niekerk
September 2016

Samenvatting

Beschadigend pikgedrag is een serieus probleem bij kippen en bij kalkoenen. De maatregelen die bij kippen helpen om beschadigend pikgedrag te verminderen of tegen te gaan, lijken bij kalkoenen weinig effect te hebben. Dit kan verklaard worden uit het feit dat een kalkoen een andere diersoort is, waarbij ook de motivatie tot het pikgedrag anders kan zijn dan bij kippen. Vandaar dat besloten is om 'een stap terug te doen', en in dit rapport een verkenning te maken van het natuurlijk gedrag en de soortspecifieke eigenschappen van de kalkoen, omdat vanuit deze basis de bestaande problemen met pikkerij in de commerciële houderij vermoedelijk het beste kunnen worden aangepakt.

De tamme kalkoen stamt vooral af van de Zuid-Mexicaanse ondersoort van de wilde kalkoen (*M. g. gallopavo*). De kalkoen is een van oorsprong Noord en Centraal Amerikaanse vogel en leeft in een droge tot matig-vochtige leefomgeving. Hij komt als bodembewoner voor in gebieden met een combinatie van bos en grasland, of landbouwgrond. De zaden en bladeren van gras worden gegeten, maar gras is ook habitat/leefruimte voor insecten die als voedsel dienen, met name voor jonge kalkoenen. Jonge kalkoenen eten namelijk eerst uitsluitend insecten. Vanaf 6 weken leeftijd eten ze ook plantaardig materiaal.

Volwassen kalkoenen zijn omnivoren. Vaak wordt het eten al scharrelend opgezocht. Onder natuurlijke omstandigheden besteden kippen en kalkoenen ongeveer 40-60% van de dag aan voer-gerelateerde bezigheden, voedsel zoeken en opeten.

Kalkoenen zijn sociale dieren, die afhankelijk van het (broed)seizoen solitair of in groepen leven.

Jonge hanen leven vaak in groepen en doen het eerste jaar niet mee aan de voortplanting. Vrouwtjes zijn solitair tijdens het nestelen en leven met hun jongen gedurende de 1^e paar weken gescheiden van de rest van de groep. Daarna leven groepen hennen met hun jongen vaak in groepsverband. Hanen sluiten zich daar in de winter vaak bij aan, waardoor er in die periode grote groepen foeragerende dieren ontstaan, die zich echter 's nachts weer van elkaar scheiden. De gedomesticeerde kalkoen heeft een deel van dit gedrag verloren: ze zijn eerder geslachtsrijp, jonge hanen zijn het eerste jaar juist heel actief in de voortplanting, kalkoenhennen zijn minder zorgvuldig in het kiezen van nestplaatsen en zijn minder succesvol in het beschermen van hun kuikens tegen predatoren. De natuurlijke reactie om zich te verstoppen is bij kuikens ook niet of slechts beperkt aanwezig.

Wilde kalkoenen gaan 's nachts op stok in bomen. Kalkoenen vertonen soms een beperkte/gelocaliseerde migratie tussen hun zomer- en wintergebied, maar normaal blijven ze in een straal van zo'n 10 km.

Pikkerij komt in de commerciële houderij regelmatig voor, ook bij kalkoenen waarvan de snavel behandeld is. Veerschade wordt vooral aan de vleugels waargenomen. Er zijn twee momenten waarop pikkerij met name waargenomen wordt: op 4 dagen leeftijd als de veertjes doorkomen en vanaf 8 weken leeftijd als de dieren volwassen gaan worden. Vooral hanen vertonen veel beschadigend pikgedrag. Diverse onderzoeken toonden aan dat de uitval bij onbehandelde kalkoenen doorgaans tweemaal zo hoog is als bij de behandelde dieren, ondanks verschillende maatregelen tegen pikkerij (behandeld: 5-8%; onbehandeld: 10-16%).

Er is relatief weinig onderzoek gedaan naar pikkerij bij kalkoenen. Uit dit onderzoek komt naar voren dat maatregelen die bij kippen werken, zoals toevoegingen in het strooisel of afleidingsmateriaal bij kalkoenen onvoldoende effect lijken te hebben. Hoewel kalkoenen in de natuur in bomen overnachten, maken commerciële kalkoenen op latere leeftijd, wanneer juist de meeste pikkerij optreedt, geen gebruik meer van zitstokken, hoogstwaarschijnlijk door fysieke beperkingen omdat de dieren dan te zwaar zijn geworden. In eerder onderzoek van WUR leidde een lichtsterkte van meer dan 5 lux bij onbehandelde kalkoenen veelal tot zeer veel beschadigingen en uitval. Kalkoenen rusten graag in een wat minder lichte omgeving, maar geven voor overige gedragingen de voorkeur aan meer licht. Kalkoenen kunnen ook UV-licht goed waarnemen. Dit heeft waarschijnlijk een functie bij de herkenning van soortgenoten. Verder onderzoek is nodig om de relatie met pikkerij verder te ontrafelen.

Hoewel ook voeding een invloed kan hebben op pikkerij, is nog niet duidelijk wat de meest ideale voersamenstelling is om pikkerij tegen te gaan.

Omgevingsverrijking blijkt vaak slechts kortstondig aantrekkelijk te zijn voor kalkoenen en heeft daardoor onvoldoende effect op het tegen gaan van pikkerij.

Inrichtingselementen, zoals verhogingen of visuele barrières lijken wel enig effect te hebben, maar zijn nog onvoldoende onderzocht. Een overdekte uitloop gaf over het algemeen meer problemen met pikkerij, maar hierbij speelt het hogere lichtniveau vermoedelijk ook een rol.

Het verlagen van de bezettingsdichtheid leek bij kalkoenen weinig invloed te hebben op het tegengaan van pikkerij.

Bij het vergelijken van het gedrag van wilde kalkoenen en commercieel gehouden kalkoenen komen een aantal opvallende zaken naar boven:

- Pasgeboren wilde kalkoenen leven de eerste twee weken volledig van insecten, die ze zelf vangen. Commerciële kalkoenkuikens worden de eerste weken in ringen gehuisvest, omdat ze moeite hebben met het vinden van voer en water. In hoeverre het ontbreken van het moederdier en/of bijv. de smakelijkheid en/of beweeglijkheid van het voer een rol speelt bij de ontwikkeling van het kuiken en het ontstaan van pikkerij is niet bekend.
- Wilde kalkoenen scharrelen in de natuur evenveel als wilde kippen. In commerciële stallen scharrelen kippen nog steeds, maar kalkoenen bijna niet. Het lijkt erop dat er in de vroege ontwikkeling van exploratief en/of scharrelgedrag bij commercieel gehouden kalkoenen iets mis gaat.

Een mogelijk belangrijke vraag is dus: hoe zou de vroege opfok eruit moeten zien om de dieren weer hun natuurlijke (scharrel-)gedrag te kunnen laten ontwikkelen?

Het geleidelijk toenemen van beschadigend pikgedrag vanaf 8 à 10 weken leeftijd hangt mogelijk samen met het geslachtsrijp worden. Wilde kalkoenen leven in groepen, hetgeen aangeeft dat de dieren wel degelijk sociaal zijn. In het broedseizoen leven ze echter niet samen en komen meer gevechten voor. Mogelijk gaat de puberteit (het volwassen worden) van kalkoenen gepaard met een vorm van 'in het broedseizoen komen'. Agressie is daarbij dan een normaal gedragspatroon, dat gemakkelijk kan escaleren, doordat de dieren bijv. niet voldoende afstand van elkaar kunnen houden/nemen, zoals ze dat in de natuur wel kunnen doen. Onder intensieve houderijomstandigheden zou de oplossing misschien gezocht kunnen worden in het vermijden van deze situatie via management (latere slachtrijpheid en/of eerder slachten) en/of houderijmaatregelen (b.v. visuele compartimentering).

Vanuit de literatuur komen een aantal oplossingsrichtingen naar voren, die wellicht een reductie in pikgedrag teweeg kunnen brengen. De reeds genoemde ontwikkeling van exploratief gedrag in de vroege opfok kan mogelijk via voermaatregelen beïnvloed/gerealiseerd worden. Ook op latere leeftijd kunnen voermaatregelen een rol spelen, zowel bij het tegen gaan van pikkerij als bij het optimaliseren van de darmgezondheid (wat ook invloed kan hebben op pikgedrag). Licht, en dan met name UV en blauw licht (of wit licht met veel blauw licht) lijken ook effect te kunnen hebben op pikkerij. Ook groepsselectie (het selecteren van kalkoenen die het als groep goed doen) biedt een kans om pikkerij tegen te gaan.

Beschadigend pikgedrag bij kalkoenen lijkt een complexe achtergrond te hebben, waarbij maatregelen gericht op het ontwikkelen van natuurlijk scharrelgedrag in de vroege opfok en maatregelen tegen agressie in het latere leven van de kalkoen belangrijke thema's lijken te zijn. Net als bij leghennen, zal de oplossing waarschijnlijk liggen in een pakket aan maatregelen. Dit pakket zal naar verwachting aspecten moeten bevatten op het gebied van voeding, licht, afleiding, stalindeling en genetica. Per stal en/of koppel zal dit vermoedelijk ook nog een zekere aanpassing/afstemming/fine-tuning vergen.

Summary

Damaging pecking behaviour is a serious problem in chickens and turkeys. The measures that help reduce damaging pecking in chickens, appear to have little effect in turkeys. This can be explained by the fact that a turkey is another animal species, in which also the motivation for pecking behaviour may be different than in chickens. Hence it was decided to take 'a step back', and to explore the natural behaviour and species-specific characteristics of the turkey, because this probably provides a good starting point to address the existing problems with pecking in commercial turkey farming. The domesticated turkey descends mainly from the South Mexican subspecies of wild turkey (*M. g. Gallopavo*). Originally, the turkey is a bird from North and Central America, which lives in a dry to moderately moist environment. He is a bottom dweller in areas with a combination of forest and grassland, or farmland. The grass seeds and leaves are eaten, but grass is also habitat for insects that serve as food, especially for young turkeys. Young turkeys start by only eating insects. From 6 weeks of age onwards, they also eat plant material.

Adult turkeys are omnivores. Often the food is obtained while foraging. Under natural conditions, chickens and turkeys spend about 40-60% of the day in feed-related activities, foraging and eating food.

Turkeys are social animals, which, depending on the (breeding) season, live solitary or in groups. Young cockerels often live in groups and do not participate in breeding during the first year. Females are solitary during nesting and they live with their young separated from the rest of the group during the 1st few weeks. Thereafter, hens with their young often live in groups. Roosters often join them in the winter, resulting in large groups of foraging animals during that period. However, they separate at night. The domesticated turkey has lost some of this behaviour: they reach puberty at a younger age, young cockerels are very active sexually during the first year, turkey hens are less careful in choosing nesting sites and are less successful in protecting their chicks from predators. The natural response of chicks to hide is either absent or very much reduced.

Wild turkeys roost in trees at night. Turkeys may display a restricted / localized migration between their summer and winter area, but normally they remain within a radius of about 10 km.

Pecking is frequently seen in commercial farming, even in turkeys that have received beak treatment. Feather damage is particularly seen at the wings. There are two moments in particular where pecking is observed: at 4 days of age when the feathers break through the skin, and at 8 weeks of age when the animals start to mature. Especially roosters show much injurious pecking behaviour. Several studies showed that mortality rates in untreated turkey is generally twice as high as in the treated animals, despite various measures being taken against pecking (treated: 5-8%; untreated: 10-16%). Relatively little research has been done on pecking in turkeys. These studies suggest that measures that work in poultry, such as adding substrate and enrichment materials don't seem to have sufficient effects in turkeys. Although turkeys in nature spend the night in trees, commercial turkeys at a later age, when pecking occurs, no longer use perches, most likely due to physical limitations because the animals have become too heavy. Earlier research at Wageningen University and Research Centre showed that a light intensity of more than 5 lux led to very much damage and mortality in untreated turkeys. Turkeys like to rest in a less bright environment, but prefer to perform other behaviours under conditions with higher light intensities. Turkeys do also perceive ultraviolet light well. This probably has a role in the recognition of conspecifics. Further research is needed to elucidate the relationship with feather pecking.

Although diet can also have an effect on feather pecking, it is still not clear what is the most ideal feed composition to prevent feather pecking.

Environmental enrichment often turns out to be attractive for turkeys for a very short period and therefore has insufficient effect on the prevention of injurious pecking.

Design elements, such as elevations and visual barriers seem to have some effect, but have been investigated insufficiently. A covered range generally resulted in more problems with feather pecking, but here the higher light levels probably play a role.

Lowering the stocking density appeared to have little effect on the prevention of feather picking in turkeys.

When comparing the behaviour of wild turkeys and commercial turkeys several remarkable points emerge:

- Newborn wild turkeys exclusively eat insects in their first two weeks of life. They catch these insects themselves. During the first weeks, commercial turkey chicks are housed in rings because they have difficulty finding food and water. The extent to which the absence of the mother and / or e.g. palatability and / or motility of the feed plays a role in the development of the chick and the occurrence of feather pecking is not known.
- Wild turkeys are foraging in nature as much as wild chickens. In commercial houses chickens are still performing scratching behaviour, but turkeys hardly do. It seems as if something is going wrong in the early development of exploratory and / or foraging behaviour in commercially-farmed turkeys. A potentially important question is: What should the early rearing look like to allow the development of the animals' natural (scratching/foraging) behaviour?

The gradual increase in damaging pecking from 8 to 10 weeks of age may be related to the development of sexual maturity. Wild male turkeys live in groups, indicating that the animals are indeed social. However, in the breeding season they don't live together and more fights occur. Possibly, puberty (growing up) in male turkeys is accompanied by a form of 'entering breeding season'. In this case, aggression is a normal pattern of behaviour that can escalate easily because the animals cannot stay at enough distance from each other, as they can do in nature. Under intensive-farming conditions the solution might be found in avoiding this situation through management (later maturation and / or slaughter at an earlier age) and / or husbandry measures (for example, visual partitioning).

The literature indicates several solutions, which may lead to a reduction in pecking behaviour. The afore mentioned development of exploratory behaviour in the early rearing may possibly be affected using feeding measures. Also, at a later age feeding measures may play a role, both in counteracting pecking and in optimization of gut health (which may also have an effect on pecking behaviour). Light, and especially UV and blue light (or white light with lots of blue light) also seem to have an effect on pecking. Also, group selection (selecting turkeys which do well as a group) offers an opportunity to reduce feather pecking.

Damaging pecking behaviour in turkeys seems to have a complex background, in which measures affecting the development of natural foraging behaviour during early rearing and measures against aggression in later life of turkeys seem to be the main themes. As with laying hens, the solution probably consists of a set of measures. This package should probably contain aspects related to nutrition, light, enrichment, barn layout and genetics. In addition some adjustment / alignment / fine-tuning will be needed per barn/flock.

1 Inleiding

Verenpikken komt voor bij allerlei soorten pluimvee, zoals kippen, kalkoenen, kwartels, muscuseenden, fazanten en struisvogels [66].

Verenpikken is een serieus probleem bij kippen en bij kalkoenen [31]. Ondanks het feit dat voetzoollesies veel voorkomen (zo'n 40-50%) [2, 16], is pikkerij de belangrijkste oorzaak voor sterfte en selectie van kalkoenen [31]. Uitval door kannibalisme kan meer dan 20% bedragen [49] en het is daarmee een belangrijk welzijnsprobleem bij kalkoenen [35].

De Nederlandse overheid wil snavelbehandeling bij pluimvee verbieden. Bij kippen is veel onderzoek gedaan naar verenpikken [31, 66, 88]. Op basis daarvan is het nodige bekend over maatregelen waarmee verenpikken bij kippen tegengegaan kan worden. Bij kalkoenen daarentegen is veel minder onderzoek gedaan [31, 74]. Bovendien blijken maatregelen die bij kippen effectief zijn, bij kalkoenen onvoldoende werkzaam [105, 106].

Dit kan verklaard worden uit het feit dat een kalkoen een ander soort dier is, waarbij de motivatie tot het pikgedrag anders kan zijn dan bij kippen. Vandaar dat besloten is om 'een stap terug te doen', en in dit rapport een verkenning te maken van het natuurlijk gedrag en de soortspecifieke eigenschappen van de kalkoen, omdat vanuit deze basis de bestaande problemen met pikkerij in de commerciële houderij vermoedelijk het beste kunnen worden aangepakt.

Daarbij hebben we het artikel van Hoyo et al. [60] als uitgangspunt genomen voor natuurlijk gedrag en de literatuuroverzichten van Veldkamp [105, 106] en Dalton et al. [31] voor de soortspecifieke kenmerken en wat bekend is over pikkerij bij kalkoenen. Deze primaire bronnen hebben we aangevuld met bronnen van recentere datum. Met name bij het overzichtsartikel van Dalton et al. [31] hebben we de onderliggende bronnen deels weggelaten t.b.v. de leesbaarheid. Vaak zijn hele paragrafen als vertaling overgenomen. Aan het eind van zo'n paragraaf staat altijd de oorspronkelijke bron vermeld.

2 De wilde kalkoen

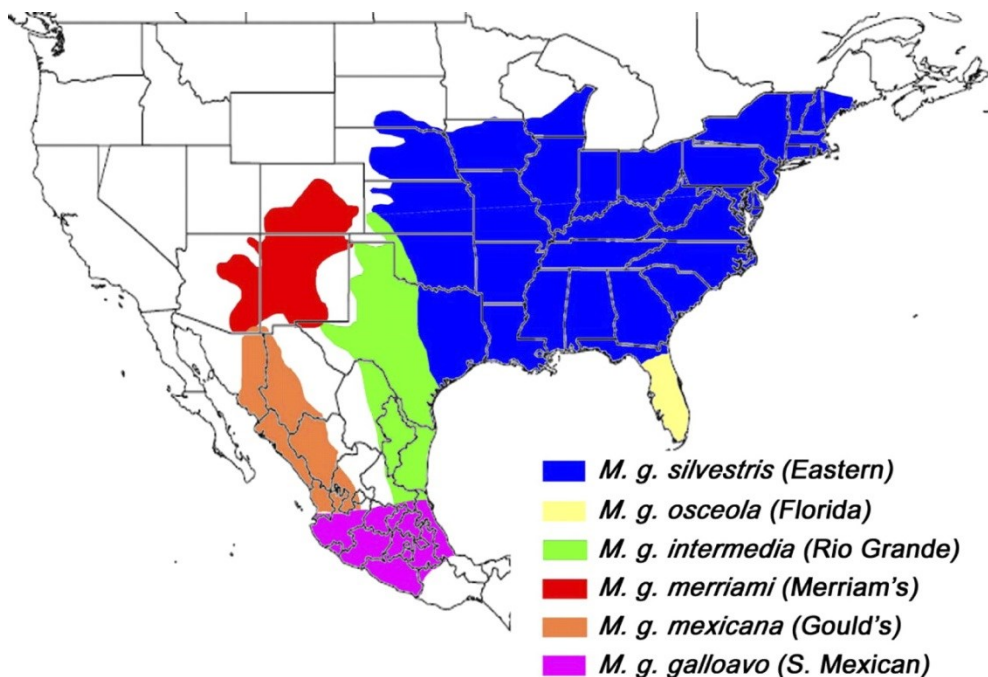
We beschrijven het natuurlijk gedrag van wilde kalkoenen aan de hand van de biologische classificatie in het dierenrijk, het verspreidingsgebied, de morfologie, ecologie en de verschillende gedragssystemen zoals voeding, sociaal gedrag, voortplanting, veiligheid, rust en voortbeweging. Tenzij anders vermeld zijn de meeste vermeldingen in dit hoofdstuk afkomstig uit Hoyo et al. [60].

2.1 Classificatie, domesticatie en verspreidingsgebied

De familie van de kalkoenen (*Meleagrididae*) behoort tot de suborde van de fazantachtigen (Phasiani). Kalkoenen zijn 11 miljoen jaar geleden van de fazanten afgesplitst (Hoyo et al., 1994). Fazantachtigen behoren tot de orde van de Galliformen, waartoe ook de huiskip (*Gallus gallus domesticus*) behoort. Kalkoenen kunnen met fazanten en met kippen gekruist worden [60].

De familie van de kalkoenen bevat 1 geslacht (*Meleagris*) met twee soorten: *Meleagris gallopavo* (de wilde kalkoen) en *Meleagris ocellata* (de pauwkalkoen).

De tamme kalkoen heeft een complexe afstammingsgeschiedenis. DNA onderzoek van Speller et al. [97] heeft echter aannemelijk gemaakt dat de tamme kalkoen afstamt van de wilde kalkoen (*M. gallopavo*), in het bijzonder de Zuid-Mexicaanse ondersoort *M. g. gallopavo* [29] (p 124-125). *M. gallopavo* heeft 6 ondersoorten: *M. g. silvestris* (Oostelijke kalkoen), *M. g. osceola* (Florida), *M. g. intermedia* (Rio Grande), *M. g. merriami* (Merriam's), *M. g. mexicana* (Gould's) en *M. g. gallopavo* (zuid Mexicaanse kalkoen;) (zie Figuur 2.1.1) [29, 48].



Figuur 2.1. Verspreidingsgebied van de verschillende ondersoorten van *Meleagris Gallopavo* (fig. 4 uit Speller et al. [97], p. 2810; herprint met toestemming).

M. gallopavo (broedgebied: Noord Amerika, Midden Amerika: Zuid Canada, USA, Noord Mexico) heeft 6 ondersoorten: *M. g. silvestris* (Zuid Canada, Centraal en Oost USA), *M. g. osceola* (Florida), *M. g. intermedia* (Noord Texas tot Oost-Centraal Mexico), *M. g. merriami* (Merriam's), *M. g. mexicana* (Noord-West en Noord-Centraal Mexico) en *M. g. gallopavo* (Zuid Mexico).

De kalkoen is dus een van oorsprong Noord en Centraal Amerikaanse vogel. Hij komt echter tegenwoordig, na introductie, ook voor in Duitsland en Nieuw Zeeland [75].

De kalkoen leeft in een droge tot matig-vochtige leefomgeving. Hij komt als bodembewoner voor in gebieden met een combinatie van bos en grasland, of landbouwgrond. Het zijn vooral de jonge vrouwelijke dieren die zorgen voor verspreiding, soms wel tot 50 km van het nest waar ze geboren zijn.

De kip heeft een heel ander ontstaansgebied dan de kalkoen. De kip stamt af van het Bankivahoen (Red Jungle fowl) dat voorkomt in India en Zuid-Oost Azië. Linnaeus dacht dat de kalkoen verwant was aan het parelhoen (*Numidea meleagris*) dat van oorsprong uit Afrika stamt [29, 60], maar het parelhoen behoort vermoedelijk tot een aparte familie binnen de orde van de Galliformen, ook al zijn er ook ornithologen die het parelhoen in de familie van de fazantachtigen onderbrengen (<https://en.wikipedia.org/wiki/Guineafowl>).

2.2 Morfologie

Kalkoenen zijn grote, op het land levende vogels, met een fors lichaam en als regel een saai verenkleed. Mannetjes hebben een fel gekleurde kale, wratachtige huid op hoofd en nek, met neus- en keellellen. Daarnaast hebben mannetjes baarden die uit hun borst groeien en een gemiddelde lengte kunnen bereiken van 22,5 cm. Circa 10-20 % van de vrouwtjes krijgen ook baarden.

Kalkoenen zijn 71-110 cm hoog; mannetjes van de *Ocellata* wegen 4-6 kg; die van *Gallopavo* 8-10 kg. Kalkoenen hebben 5 verschillende pluimages (gescheiden door een ruiperiode): geboortekleed, juveniel, eerste onvolgroeid, eerste winter en adult (vanaf 17 maanden) [60] (p. 365). Ondersoorten onderscheiden zich ook qua kleur: de vogels uit oostelijk Noord-Amerika (*silvestris* & *osceola*) zijn donkerder dan de westelijke & zuidelijke (*intermedia*, *merriami* en *mexicana*).



Figuur 2.2. Volwassen wilde kalkoenhaan (bron: Wikipedia) en tamme kalkoenhaan

2.3 Gedragssystemen

In de literatuur wordt melding gemaakt van verschillen in formaat en uiterlijk (veerleur, spoorlengte, etc.) tussen de verschillende ondersoorten van de wilde kalkoen, maar bij de beschrijving van het gedrag van kalkoenen worden de ondersoorten niet afzonderlijk behandeld [34b]. Hieruit kan geconcludeerd worden dat er gedragsmatig weinig verschillen zullen zijn tussen de verschillende ondersoorten. Er wordt gezegd dat de voorouder van de gedomesticeerde kalkoen, de oorspronkelijke M. g. gallopavo, een wat ander gedrag had dan de andere ondersoorten: tammer en niet

overnachtend in bomen. Deze ondersoort zou uitgestorven zijn en later her-geïntroduceerd zijn, zodat de huidige M. g. gallopavo niet meer dezelfde is als de soort die de voorouder van de gedomesticeerde kalkoen is. Hierover is echter geen literatuur te vinden en dit verhaal kan daarom niet geverifieerd worden.

Er blijken echter wel gedragsverschillen te zijn tussen wilde kalkoenen en gedomesticeerde kalkoenen. In een uitgebreid artikel genaamd 'The Nature of Heritable Wildness in Turkeys' [70b] worden verschillen tussen wilde kalkoenen (M. g. silvestris), gedomesticeerde kalkoenen (nazaten van M. g. gallopavo) en hybriden hiervan gerapporteerd. Ten tijden van het schrijven van dit artikel (in 1944) werden gedomesticeerde kalkoenen nog in redelijke vrijheid gehouden, waarbij ze zonder omheining in de buurt van de boerderijen over velden en door bosrijk gebied liepen. De auteur geeft aan dat de gedomesticeerde kalkoenen goed in staat zijn om samen met de wilde kalkoenen nazaten te produceren. Vaak werd dit gedaan in een poging om de in aantallen teruglopende natuurlijke populatie in omvang te doen toenemen. Dit werd vooral in het oosten van de Verenigde Staten gedaan. Tezamen met het grote aantal 'backyard' kalkoenen leverde dit in deze regio een grote mate van hybridisatie op van gedomesticeerde kalkoenen met de wilde kalkoen M. g. silvestris. Uitgebreid onderzoek naar het gedrag en de voortplanting van de wilde, hybride en gedomesticeerde kalkoenen leverde de volgende bevindingen op:

- Wildheid en waakzaamheid: Wilde kalkoenen blijken veel moeilijker te benaderen dan gedomesticeerde kalkoenen, die eigenlijk nauwelijks reageren op de benadering door mensen. De hybridekalkoenen zijn intermediair in gedrag.
- Groepsgedrag van hanen: In de winterperiode leven kalkoehanen in groepen. Enkele oude hanen leven solitair, de overige hanen leven in groepen. Wilde kalkoehanen hebben de neiging om in kleinere groepen te leven dan hybridehanen.
- Scheiding van hanen en hennen in de winterperiode: Kalkoehanen leven in de winter doorgaans gescheiden van de hennen. Deze scheiding is niet altijd volledig. In 10-30 procent van de gevallen bleken de hanen niet te scheiden van de hennen. Bij de hybridepopulaties bleken de hanen in de winterperiode zich niet af te scheiden van de hennen. Wel trokken hanen meer met elkaar op, zodat ze bijvoorbeeld bij het foerageren meer bij elkaar bleven dan bij de rest van de groep. Ook bleken de hanen bijvoorbeeld bij elkaar in dezelfde boom te overnachten, terwijl de hennen 100 meter verder in een boom zaten. Maar er was geen spraken van echt gescheiden groepen die elk een eigen gebied bevolkten.
- Paarseizoen: In het paarseizoen vertonen de kalkoehanen veel pronkgedrag, gevolgd door agressie naar elkaar. Dit uiterlijk vertoon start aan het begin van het paarseizoen al als de hanen nog op stok zitten. Naarmate het paarseizoen vordert, verplaatst het gedrag zich naar later op de dag. Tegen het einde van het paarseizoen neemt het gedrag af. Dit verloop is gelijk voor zowel wilde als hybride kalkoenen, maar hybride kalkoenen beginnen ongeveer een maand eerder dan de wilde kalkoenen en gaan iets langer door. Gedomesticeerde kalkoenen beginnen nog eerder dan de hybriden en gaan nog iets langer door.
- Seksueel gedrag van jonge hanen: Wilde kalkoehanen zijn het eerste jaar niet seksueel actief. In het broedseizoen zonderen de oudere hanen zich af en paren met de hennen. De jongere hanen blijven in groepen bijeen en mengen zich pas een jaar later in de voortplantingsrituelen. Zelfs een jonge haan, die zonder concurrentie tussen paringsrijpe hennen terecht kwam, deed geen pogingen om te treden. Gedomesticeerde jonge hanen waren wel seksueel actief in hun eerste jaar en vertoonden juist veel meer balts- én paargedrag dan de oudere hanen. Ze bleken ook normaal vruchtbaar. Hybridehanen toonden tot een leeftijd van 1 jaar meestal niet of nauwelijks paringsgedrag. Indien ze wel paarden, bleken ze een matige vruchtbaarheid te hebben.
- Gedrag van hennen en kuikens: Wilde hennen verbergen hun nesten goed, terwijl hybride hennen dit de ene keer wel doen en de andere keer niet. Daarentegen verlaten wilde hennen hun nest eerder, waardoor er uiteindelijk bij beiden ongeveer evenveel kuikens geboren worden. Jonge kuikens van wilde kalkoenen reageren sterk op de alarmroep van de hen en verstoppen zich dan bewegingloos, waardoor ze zeer moeilijk te vinden zijn. Als ze iets ouder zijn, rennen of vliegen ze met de hen mee of verstoppen zich. Hybride hennen reageren anders op dreiging en proberen dan hun kroos in veiligheid te brengen, waardoor ze juist opvallen. De jonge kuikens reageren ook anders en volgen vaak de kloek in plaats van zich te verschuilen. De kuikens die zich wel schuil houden, doen dit vaak slechts gedurende korte tijd en gaan dan alsnog lopen. De iets oudere kuikens schuilen nooit, maar rennen met de

kloek mee. De kans dat de hybride kuikens ten prooi vallen aan predatoren is hierdoor veel groter. Ook kuikens van gedomesticeerde kalkoenen vertonen nauwelijks verstoptgedrag, maar slaan bijna altijd op de vlucht.

Morfologisch verschilden de gedomesticeerde, hybriden en wilde kalkoenen nauwelijks, alleen het lichaamsgewicht was duidelijk verschillend. De gedomesticeerde kalkoenen waren veel zwaarder dan de wilde kalkoenen, hetgeen vooral kwam door de bredere borst. De hybriden leken meer op de wilde kalkoen en waren dus ook duidelijk lichter dan de gedomesticeerde kalkoen.

Concluderend kan gesteld worden dat de gedomesticeerde kalkoen blijkbaar tijdens het domesticatieproces een wijziging in gedrag heeft ondergaan: de dieren worden eerder geslachtsrijp, hebben hun natuurlijke schuwheid verloren en zijn ook een deel van hun gedragingen om in het wild te overleven verloren. Uit bovenstaand onderzoek kan tevens worden afgeleid dat dit genetische wijzigingen betreffen.

2.3.1 Voeding

Kalkoenen leven vaak in een grasrijke omgeving. De zaden en bladeren van gras worden gegeten, maar gras is ook habitat/leefruimte voor insecten die als voedsel dienen, met name voor jonge kalkoenen. Jonge kalkoenen eten namelijk eerst uitsluitend insecten. De eerst 4 dagen moeten de jongen insecten leren vangen. Ze hebben 12g eiwit per dag nodig en moeten soms 3000-4000 insecten per dag vangen om aan hun behoefte te voldoen. Vanaf 6 weken leeftijd eten ze ook plantaardig materiaal (variërend van gras < 1 mm tot walnoten >250 mm).

Volwassen kalkoenen zijn opportunistische omnivoren en ze eten wel meer dan 100 verschillende soorten voedsel. Vaak wordt het eten al scharrelend opgezocht. In de winter scharrelen ze soms de hele bosgrond om.

Insecten en salamanders beslaan ongeveer 10% van het dieet. Het meeste voedselzoekgedrag vindt plaats gedurende 2-3 uur na zonsopgang en voor zonsondergang [75].

Kalkoenen kunnen niet foerageren wanneer er meer dan 30cm sneeuw ligt.

Kalkoenen kunnen tot ongeveer 2 weken in leven blijven zonder te eten, daarbij 50% van het lichaamsgewicht verliezen en daarna toch weer herstellen.

Jonge kalkoenen zijn tot 90% van de dag bezig met voedselzoeken en eten [12]. Een kloek met kuikens legt ongeveer 0,36 km/uur af op zoek naar voedsel; volwassen vogels 0,27-3,2 km/u. Ze bestrijken een gebied van ongeveer 13 km rondom de slaappleats [12].

Onder natuurlijke omstandigheden besteden kippen en kalkoenen ongeveer 40-60% van de dag aan voer-gerelateerde bezigheden, zoeken en opeten [10, 62, 66].

2.3.2 Sociaal gedrag

Kalkoenen zijn sociale dieren die afhankelijk van het seizoen solitair of in groepen leven [99b]. In de winter leven ze in groepen. Van midden-maart tot juni loopt het broedseizoen, waarin de groepen uiteen vallen. De hanen beginnen dan hun baltsgedrag en met name de dominantere hanen verzamelen dan tomen van doorgaans 2-3 hennen rondom zich, maar soms zelfs tot 8 hennen. Zodra de vrouwtjes gaan nestelen, zonderen ze zich af en leven met hun jongen gedurende de eerste paar weken gescheiden van de rest van de groep. Er zijn twee pieken in het baltsgedrag van de hanen: aan het begin van het broedseizoen en eind april, als het merendeel van de hennen nesten heeft en het dus moeilijker wordt om een beschikbare hen te vinden [4b]. Hoewel de één-jaar-oude hanen wel seksueel rijp zijn, doen ze nog niet actief mee in bij het paren en blijven alleen of in losse groepen foerageren. In de loop van de zomer voegen de hennen die niet succesvol waren in het broedseizoen zich bij de hennen met jongen. In het najaar zijn er vaak groepen te zien van hennen met en zonder jongen, die hetzelfde foerageergebied gebruiken. De oudere hanen leven alleen of vormen aparte groepen. In de loop van het najaar scheiden de jongen hanen zich van de familiegroepen en vormen jonge-hanen-groepen. In de winterperiode verzamelen de verschillende groepen zich vaak in de goede foerageergebieden en kunnen zo groepen vormen van wel 30 dieren bij elkaar. Oude hanen, jonge hanen en hennen foerageren zo tezamen, maar van een volledige menging van de groepen is geen sprake en voor de nacht trekken de afzonderlijke groepen zich terug en slapen gescheiden van andere groepen [99b].

In sommige populaties verdedigen de tomen hun eigen territorium [75].

In met de hand grootgebrachte wilde kalkoenen kunnen afzonderlijke broedsels tot een week of 8 vrij eenvoudig samengevoegd worden [34b]. Rond 8 weken leeftijd wordt de pikorde vastgelegd en zijn broedsels moeilijker te combineren. Op 12 tot 16 weken leeftijd kunnen op mensen ingeprinte groepen dieren zeer agressief naar elkaar reageren en leidde het samenvoegen van deze groepen tot desastreus gevolgen. Meestal waren de oudere kalkoenen dominant over de jongere, maar soms waren grote groepen jonge kalkoenen dominant over de oudere kalkoenen. In de natuur komen in het najaar groepen wel bij elkaar, maar ook dit leidde soms tot zeer felle gevechten. Dickson [34b] geeft aan dat de grote groepen kalkoenen die in het najaar in het wild gezien worden, doorgaans bestaan uit een aantal aparte groepen, die in rijke voedselgebieden samenkomen en naast elkaar leven in groepen met elk hun eigen rangorde.

Kalkoenen hebben 28 verschillende vocalisaties (15 volgens McCullough [75]), sommige beginnen al terwijl de jongen nog in het ei zitten. Kalkoenen kunnen het geluid van veel verschillende individuen onderscheiden. Het typische geluid van mannetjes dient om vrouwtjes te lokken en kan over een afstand van 2-4 km ver gehoord worden door mensen. Voor de balts wordt naast geluid ook gebruik gemaakt van zichtbare signalen.

2.3.3 Voortplanting

De veren van mannelijke kalkoenen zijn iriserend. Pauwkalkoenen hebben oog-vormige, iriserend blauwe ocelli. In het broedseizoen worden de neuslel en wratachtige huid van de kop/nek groter, en kunnen ze snel van kleur veranderen, van lichtrood tot blauw en van turquoise tot wit.

Bij kippen is bekend dat UV licht de kam doet oplichten, waardoor hanen elkaar beter herkennen en een hogere bevruchting gerealiseerd wordt. Kalkoenen kunnen ook UV onderscheiden [56], zodat dit effect mogelijk ook bij de kalkoen optreedt.

Het begin van het broedseizoen wordt door de daglichtlengte bepaald. Kalkoenen nestelen op de grond. Mannetjes vertonen geen broedzorg [75].

Kalkoenhennen leggen ook regelmatig hun eieren in het nest van een andere hen of van het kraaghoen (*Bonasa umbellus*, ruffed grouse). Fazanten (*Phasianus colchicus*, ring-necked pheasants) zijn op hun beurt ook nestparasieten van kalkoenen [75].

De jongen zijn nestvlinders. Jongen hechten zich aan de moeder binnen 24 uur d.m.v. imprinting en leven met hun moeder de eerste paar weken gescheiden van de rest van de groep [75].

Wilde kalkoehanen zijn geslachtsrijp vanaf 12 maanden, hennen vanaf 10 maanden. Commerciële kalkoehanen zijn geslachtsrijp vanaf 26 weken (6 maanden) en kalkoenhennen vanaf 28-32 weken (7-8 maanden).

Heel bijzonder is dat kalkoenhennen zich ook ongeslachtelijk kunnen voortplanten (d.m.v. parthenogenese). Mogelijk kan dit ook in het wild voorkomen. Alle nakomelingen zijn dan mannelijk en zo'n 20% van de nakomelingen is vruchtbaar [60].

2.3.4 Veiligheid

Wilde kalkoenen hebben beschutting/dekking nodig, bijvoorbeeld bomen. Ze kunnen in de nabijheid van mensen ook goed gedijen.

Kalkoenen kunnen meer dan 10 jaar oud worden met een maximum van 13 jaar [75], maar meestal worden wilde kalkoenen niet ouder dan 5 jaar. Nest succes is als regel minder dan 50%. De sterfte is het grootste in de eerste 3 weken, waarbij 50% van de jongen ten prooi valt aan roofdieren of sterft ten gevolge van ziekte, onderkoeling en ongelukken. Volwassen kalkoenen hebben een jaarlijkse overlevingskans van ongeveer 70% [60].

Naast voedsel (insecten) en beschutting voor thermale stress is voor hennen met jongen ook veiligheid erg belangrijk. Voorheen waren dat bossen waarin gras stond, tegenwoordig worden bossen, die afgewisseld worden door weilanden veel gebruikt. Op hooivelden zijn de jongen verborgen voor roofvogels in het gras en kunnen de hennen tegelijkertijd over de vegetatie heen kijken om te zien of er roofdieren aankomen.

Aanvankelijk waren wilde kalkoenen niet bang voor mensen en konden ze gemakkelijk bejaagd worden. Tegenwoordig zijn kalkoenen in het wild extreem schuw [12].

2.3.5 Rust

Wilde kalkoenen gaan op stok in bomen. Ze kunnen ook bijv. elektriciteitsmasten gebruiken. Het 's nachts 'op stok' gaan (roosting) is noodzakelijk voor het overleven van wilde kalkoenen [12]. De uitval bij kalkoenkuikens is 50% in de eerste twee weken van hun bestaan, dus in de periode dat ze nog niet op stok kunnen gaan. In 82% van deze gevallen is predatie de doodsoorzaak [4b]. Zodra de kuikens kunnen vliegen, nemen hun overlevingskansen sterk toe.

2.3.6 Voortbeweging (Kinesis)

Kalkoenen zijn het grootste deel van de dag bezig met rondwandelen op de grond. Ze kunnen ook vliegen en hebben een korte, krachtige vlucht waarbij snelheden tot 100 km/uur kunnen worden gehaald. Vaak wordt een vliegactie gevolgd door een glijvlucht. Kalkoenen hebben een relatief hoge verhouding van lichaamsgewicht en vleugeloppervlak (1,05 g/cm²).

Kalkoenen vertonen soms gelokaliseerde migratie tussen hun zomer- en wintergebied, maar normaal blijven ze in een straal van zo'n 10 km. Het jaarlijkse ruimtebeslag van wilde kalkoenen omvat als regel wel ongeveer 1000 hectares.

2.4 Ecologie

Wilde kalkoenen worden niet met uitsterven bedreigd en geen enkele soort is uitgestorven sinds 1600. De kalkoenen in Amerika hebben een bijzondere ecologische geschiedenis. Voor de komst van Columbus waren er tientallen miljoenen kalkoenen in Amerika. Ze bleken echter gevoelig voor bejaging en houtkap. Begin 1940 waren er nog minder dan 300.000 vogels over. Tot rond 1950 lukte het maar niet om de populatie voldoende te laten herstellen. Men probeerde dat toen door op gamefarms kalkoenen te fokken en de jongen uit te zetten op een leeftijd van 12-20 weken. Van de 800 vrijlatingsplaatsen mislukten er maar liefst 760. Op slechts 3 plekken begon de populatie wat in aantal toe te nemen. Er bleek op de gamefarms een snelle selectie plaats te vinden op tamheid. De jonge vogels kregen er ook niet de gelegenheid om voedselzoekgedrag te leren, om seizoensgebonden migratie vanwege de beschikbaarheid van voedsel onder de knie te krijgen, en om adequaat te reageren op roofdieren. Het herstel van de populatie kwam pas rond 1960 op gang toen er meer geschikt leefgebied voorhanden kwam (mozaïek van grasland en bebossing), en toen er radiozenders werden gebruikt om vogels te volgen zodat men beter zicht kreeg op wat geschikte leefgebieden waren. Landbouw bleek bijv. gunstig te kunnen zijn, mits er tenminste 5% bosdekking aanwezig was i.v.m. de benodigde aanwezigheid van voedsel (mais, hooi), water en slaapgelegenheden (elektriciteitsmasten en windmolens). De populatie herstelde echter vooral toen men in plaats van gamefarms gebruik begon te maken van het verplaatsen van gevangen wilde vogels uit gebieden met een hogere populatiedichtheid. Daarbij werden als regel groepjes van 8-12 vrouwtjes en 3-5 mannetjes gevangen en vervolgens elders uitgezet. Deze slaagden er daarna in om de populatie wel 2- of 3-voudig te laten groeien. Rond 1990 waren er weer zo'n 2-3 miljoen kalkoenen, verspreid over 49 staten, van Canada tot Mexico [60].

3 Algemene aspecten van verenpikken

Voordat we in het volgende hoofdstuk nader ingaan op meer soortspecifieke eigenschappen van kalkoenen die kunnen bijdragen aan een nieuwe aanpak van pikkerij, zullen we in dit hoofdstuk enkele algemene aspecten van verenpikken bij kippen en kalkoenen beschrijven.

Snavelvorm

Kalkoenen hebben een snavel, waarbij de bovensnavel uitloopt in een scherpe haak (figuur 3.1). Met deze haak kunnen ze flinke schade veroorzaken bij hun soortgenoten. Bepaalde kippenrassen hebben ook een dergelijke haak aan de snavel, maar dit is niet bij alle rassen het geval (figuur 3.2). Bij kalkoenen hebben zowel de wilde kalkoenen als de productierassen altijd een haak aan de snavel. Vergeleken met kippen is de haak bij kalkoenen groter en door hun grotere formaat zullen kalkoenen er ook meer kracht mee kunnen uitoefenen, waardoor de schade groter zal zijn.



Figuur 3.1. Onbehandelde kalkoensnavel (links) en met IR behandelde kalkoensnavel (rechts)



Figuur 3.2. Onbehandelde snavels van verschillende merken leghennen

Snavelbehandeling

De kalkoenhouderij maakt gebruik van geautomatiseerde infrarood (IR) behandeling in de broederij (gecombineerd met vaccinatie). De bovensnavel verliest hierdoor de scherpe haak (figuur 2.1.3). In onderzoeken van WUR was er geen verschil in pikgedrag tussen behandelde en onbehandelde kalkoenen, wel leidde bij onbehandelde kalkoenen de pikkerij tot meer beschadigingen en uitval door kannibalisme.

Ondanks snavelbehandeling met infrarood kunnen nog steeds huidverwondingen optreden. Bij commerciële koppels in Duitsland werden bij 13% van de hanen en 14% van de hennen huidverwondingen zoals wonden door pikkerij gevonden op een leeftijd van 16 weken, ondanks infrarode snavelbehandeling [31].

Andere ingrepen

Voorheen werd ook de neuslel (snood) verwijderd. Net als snavelbehandeling riep ook dit welzijnzorgen op. De neuslel werd meestal in de broederij verwijderd, zodat het niet als doelwit voor agressie en tot kannibalisme kon leiden. Onvakkundig verwijderen van de neuslel kan tot chronische pijn leiden [31]. Sinds juni 2007 is het verwijderen van neuslellen bij kalkoenen bij wet verboden. Ook ruim voor 2007 werden neuslellen bij kalkoenen al niet meer verwijderd en de sector heeft aangegeven dit geen noodzakelijke ingreep meer te vinden.

Pikkerij bij kalkoenen

Allain et al. [2] onderzochten de karkassen van 60 koppels met alleen mannelijke kalkoenen in 13 slachthuizen in Frankrijk. Ze vonden een prevalentie van verenpikken van $6,6 \pm 4,5\%$, met een minimum van 1,0% en een maximum van 24,3%. Ze vonden bovendien een positieve correlatie tussen verenpikken en pootproblemen (gewrichtsontsteking, teenafwijkingen en zwelling van de voetzolen) en dus meer verenpikken bij koppels met meer pootproblemen. Daarentegen hadden koppels met meer pootproblemen en verenpikken de minst ernstige krassen op het karkas. Minder actieve kalkoenen zullen ook minder snel op hokgenoten klimmen en daarbij krassen veroorzaken, en ze zullen minder snel overgaan tot verenpikken van hokgenoten [2].

Spindler et al. [98] onderzochten in Duitsland 36 koppels biologische kalkoenen die niet aan de snavel behandeld waren. Gemiddeld was de uitval 11,4 %, waarbij 3 koppels tussen 20 en 25 % uitval hadden en twee koppels meer dan 30 % als gevolg van infecties en acute kannibalisme. In de slachterij werd bij 5,4 - 8,9 % van de dieren pikschade aan de neuslel waargenomen. Veerschade werd vooral aan de vleugels gezien. Overall lag de schade door pikkerij veel lager dan in andere onderzoeken, waarschijnlijk door de beschikbaarheid van buitenuitloop met begroeiing. In een ander onderzoek van dezelfde onderzoeksgroep met in totaal 10.208 kalkoenhennen lagen de uitvalpercentages veel hoger [99]. In deze proef werd een deel van de dieren wel en een deel niet snavelbehandeld. Reeds in de tweede levensweek werden bij 3,3 % van de dieren lichte huidbeschadigingen (<2 cm) gevonden, zowel bij de behandelde als onbehandelde dieren. In de loop van de proef namen de huidbeschadigingen in ernst toe, met name bij de onbehandelde hennen. In de 15^e levensweek had 16,7-56,7 % van de onbehandelde dieren ernstige huidbeschadigingen (>8cm) tegenover 0-20% van de behandelde dieren. De onbehandelde hennen hadden veel meer uitval door verenpikkerij en kannibalisme (onbehandeld: 30,2 %-50 %; behandeld: 14,3 % - 32 %). Concluderend kan gesteld worden dat er bij kalkoenen veel schade door pikkerij is, waarbij snavelbehandeling en verduistering de problemen niet geheel kunnen uitbannen.

Pootproblemen

Door genetische selectie hebben kalkoenen de laatste 10 jaar aanzienlijk minder last van pootproblemen. Pootdefecten daalden tussen 2006 en 2013 van 10 % naar 4 % in BUT 6 fokkalkoenen, en tibiale dyschondroplasie daalde van 30 % naar 4 % [82].

Ontstaan en voorkomen bij kippen

Sinds Blokhuis et al. [21] verenpikken definieerden als omgericht bodempikken, hebben meer auteurs dit verband aangetoond. De Jong et al. [33] vonden minder verenpikken bij kuikens die in de vroege

opfok een goed bodemsubstraat (strooisel) kregen in vergelijking met kuikens die op rooster opgefokt werden. Rodenburg et al. [88] stellen dat verenpikken bij kippen duidelijk verband houdt met foerageergedrag, maar geven daarnaast aan dat de kans op verenpikken toeneemt wanneer de vogels moeite hebben met stressoren uit de omgeving. Zij adviseren daartoe het controleren van angst en stress d.m.v. genetische (groeps-)selectie, het tegengaan van maternale stress en het verbeteren van het vakmanschap van de pluimveehouder [88]. Van Krimpen et al. [100] geven verschillende voedingsstrategieën, waarbij de kans op verenpikken gereduceerd wordt. Met name vezelrijke voeding, waar de dieren langer mee bezig zijn lijkt perspectiefvol.

Ontstaan en voorkomen bij kalkoenen

Er is relatief weinig onderzoek gedaan naar pikkerij bij kalkoenen [31]. Bekende risicofactoren zijn licht en sociale factoren. Ook foerageermateriaal, voer, bezettingsgraad en groepsdynamiek kunnen een rol spelen [31].

Ook bij kalkoenen kan pikkerij escaleren in verwonding van andere vogels in het koppel. Het zien en ruiken van bloed zou pikken kunnen aanmoedigen [69].

Voor de behandeling van pikkerij in de extensieve houderij van kalkoenen raden Larson et al. [69] aan om te zorgen voor voldoende ruimte, adequate voeding en watervoorziening, het toevoegen van vezels bijv. *ad lib* hele haverkorrels. Tevens moeten gewonde dieren apart gezet worden totdat ze genezen zijn en niet langer pikgedrag induceren [69].

Andere betwijfelen het nut van extra ruimte (in de commerciële houderij) [12].

Veldkamp [105, 107] en Dalton et al. [31] geven het volgende overzicht van maatregelen ter behandeling van verenpikken bij kalkoenen.

3.1 Fokkerij

Veldkamp [105, 107] geeft aan dat de erfelijkheidsgraad van verenpikken bij kalkoenen eigenlijk nog onbekend is, dat enkel aangepikte dieren van fokkerij worden uitgesloten, niet de ouders, en dat er geen verschillen zijn in pikkerij tussen de huidige beschikbare zware lijnen en middelzware lijnen. Traditionele kalkoenenlijnen met een betere veerscore vertoonden minder wonden door pikkerij dan moderne rassen onder identieke houderijcondities [31]. Vele auteurs hebben gesuggereerd dat selectie op grotere, snelgroeiende dieren, geleid kan hebben tot agressie en destructief verenpikken, maar of dat ook specifiek voor kalkoenen geldt is niet bekend [31].

Onderzoek bij kalkoenen heeft aangetoond dat overleving een lage tot matige erfelijkheidsgraad heeft ($0,14 \pm 0,07$). Dit gegeven kan in principe gebruikt worden voor selectie tegen pikkerij [31].

Voorals bij kalkoenen is het de vraag of pikkerij aangeboren is, en zo ja, of het gedrag dan door fokkerij te beïnvloeden is. Omdat het probleem ook in extensieve houderij voorkomt, wordt er soms wel eens aan getwijfeld of deze diersoort wel geschikt is als landbouwhuisdier [90].

In plaats van selectie tegen het pikgedrag wordt ook gedacht aan fokkerij tegen het optreden van beschadigingen door pikkerij. Daarbij wordt o.a. gekeken wat de erfelijkheid is van de snavelvorm en met name de scherpe haak aan het einde van de snavel [32].

3.2 Licht

Licht algemeen

Een deel van de kalkoenen wordt in Nederland gehouden in daglichtstallen. Er zijn ook enkele stallen met een overdekte uitloop. In deze stallen valt veel daglicht binnen. Licht (met name lichtsterkte en lichtbron) speelt een zeer belangrijke rol bij het ontstaan en reduceren van beschadigend pikgedrag bij kalkoenen. In donkerstallen (lengte- of dwarsventilatie met inlaatkleppen) is de lichtsterkte goed te controleren, maar in daglichtstallen (gordijnstallen) is dit niet het geval en is beschadigend pikgedrag moeilijk te controleren. Terugdimmen van de lichtsterkte naar 1 lux vermindert het beschadigend pikgedrag [105, 107].

Hoeveelheid licht

Een kleine lichtstraal via het ventilatiekanaal kan al pikkerij stimuleren. In kleine groepen intacte kalkoenen kunnen extra UV, visuele barrières en extra stro (als omgevingsverrijking) pikkerij minimaliseren bij huisvesting onder licht van gloeilampen bij een intensiteit van 5 lux [49].

Verduistering (<10 Lux) wordt al jaren toegepast bij kalkoenen nadat onderzoek had aangetoond dat meer licht (≥ 10 Lux gedurende ≥ 12 uur) aanleiding gaf tot pikkerij [31].

Yahave et al. [112] vonden de beste productieresultaten bij het laagst-gemeten lichtniveau van 10 lux [49]. In onderzoek van WUR leidde een lichtsterkte van meer dan 5 lux bij onbehandelde kalkoenen veelal tot zeer veel beschadigingen en uitval [105, 107].

Heel weinig licht (<5 Lux op oogniveau) wordt vaak toegepast om pikkerij te voorkomen, maar kan leiden tot oogafwijkingen, incl. blindheid en problemen met het locomotieapparaat. Bovendien wordt de inspectie van de dieren dan bemoeilijkt [31].

Hoewel een lage lichtsterkte (1/10 lux) wordt gebruikt om het risico op ongewenst gedrag zoals verenpikken en kannibalisme te verminderen, kan het ook het lopen, voedselzoeken, exploratie en sociaal gedrag belemmeren. In het algemeen hebben kalkoenen een voorkeur voor een lichtere omgeving. Sherwin en Kelland [92] toonden aan dat kalkoenen een ruimte met minder dan 1 lux lichtintensiteit meer vermijden dan 5, 10 of 25 lux. Maar aanvullende studies wezen uit dat kalkoenen verschillende lichtintensiteiten verkiezen om verschillende activiteiten uit te voeren. Barber et al. [4] toonden aan dat vogels met continue toegang tot 4 ruimten met verschillende lichtsterktes (minder dan 1, 6, 20 en 200 lux), in week 2 het grootste deel van de tijd in de lichtste ruimte doorbrachten, terwijl op 6 weken geen onderscheid werd gevonden in gedrag tussen de 2 lichte ruimtes. Rusten en op stok gaan werd alleen waargenomen in de omgeving met minder dan 1 lux, terwijl de rest van de gedragingen in de 2 lichtste kamers werden gezien [74]. Denbow et al. (1990) vonden geen verschil in gedrag tussen 10 en 80 lux [49].

Hughes and Gentle [64] hielden behandelde en onbehandelde BUT-8 kalkoenen in groepen van 10 bij een bezetting van 3 hennen/m². De lichtsterkte van 10 lux moest in de 7e week worden teruggebracht tot nog geen 2 lux om het kannibalisme terug te dringen. Bij de onbehandelde dieren kwam bij 68 % verwondingen voor en bij de behandelde dieren nog geen 10 %. De sterfte was bij de onbehandelde dieren 8,5 %, bij de behandelde 1,5 % in de periode van 4 tot 12 weken [109].

Duggan et al. [35] vonden meer pikkerij in stallen met gaas dan in geklimatiseerde stallen, vermoedelijk vanwege het extra licht.

Lichtschema's

Intermitterende lichtschema's bleken slechts matig effectief tegen pikkerij bij kalkoenen (bv. 8x (1u licht:2u donker), 8x (1L:1D):8D, of 2x (2L:3D):2L:12D) [31].

Veldkamp [105, 107] vond dat een lichtschema van 16 uur licht en 8 uur donker tot meer pikkerij leidde dan continu licht.

Volgens Glatz en Rodda [49] is er enig nut van intermitterende lichtschema's, omdat er een toename is van activiteit wanneer het licht aangaat. Daardoor verbetert de voeropname, nemen kreupelheden af en vermindert pikkerij. Een lichtregime van 8 perioden van 1L:2D verminderde vleugel- en staartverwondingen door pikkerij, maar gaf meer wonden door het pikken op de kop [49].

Classen et al. [28] vonden dat kalkoenhaankuikens van een zwaar ras die werden gehouden tot 188 dagen leeftijd ofwel bij 6L:18D vanaf dag 7 toenemend tot 20L:4D op dag 63 d, ofwel van 6L:18D oplopend tot 10L:14D van 84-112 dagen, een superieure loopvaardigheid hadden en minder vaak gingen zitten vergeleken met vogels op een constant 24L:0D lichtschema. Lewis et al. [73] onderzochten de invloed van 4 verschillende fotoperiodes (8, 12, 16, of 23 uur) met lichtintensiteiten van 1 of 10 lux op het gedrag van kalkoenen. Lichtintensiteit had geen invloed op eetgedrag, maar pikkerij werd vaker gezien in de 12-uur fotoperiode – 10 lux combinatie. Anderzijds voerden Sherwin et al. [95] een experiment uit waarbij de controlegroep werd opgefokt onder nagenoeg commerciële omstandigheden die hij vervolgens vergeleek bij 2 intermitterende verlichtingsschema's: 12L/24 uur en acht 2-u fotoperiodes/24 uur. Zij vonden dat, hoewel sommige schema's van intermitterende verlichting effectief waren in het verminderen van schadelijke pikgedrag, andere welzijnsindicatoren gecompromiteerd waren, zoals de spierfunctie en blindheid [95] [74].

Lichtbron

Onderzoek is gedaan door WUR aan groen/blauwe verlichting, hoogfrequente TL-verlichting (fluorescent light), gloeilampen (incandescent light) en natriumverlichting. Geen van de lichtbronnen bleek positief te werken op het terugdringen van pikkerij en natriumverlichting gaf zelfs dermate veel pikkerijproblemen, dat deze verlichting halverwege de proef vervangen is door TL [41]. Dit komt niet overeen met ander onderzoek, waarbij minder staart- en vleugelverwondingen werden gevonden bij TL-licht in vergelijking met gloeilampen [31]. Wellicht kwamen in de proeven van WUR de lichtbronnen niet geheel tot hun recht, omdat ze allemaal uiteindelijk op een zo minimaal mogelijke lichtintensiteit werden ingesteld, hetgeen vaak niet meer was dan 1 lux. Ook in ander onderzoek blijkt het effect van een lichtbron vaak gekoppeld te zijn aan de lichtintensiteit. De onderzoeken van Moinard et al. [80] en Marchewka et al. [74] bevestigen dit. Er werden meer staart- en vleugelverwondingen gevonden bij een hogere intensiteit van de TL-verlichting (5, 10, 36 of 70 lux). Potentiële voordelen van TL-licht zijn dat het spectrum zodanig is, dat kalkoenen het al kunnen waarnemen bij een lagere lichtsterkte en dat het een lager percentage rood licht bevat dan gloeilampen (10 % voor TL vergeleken met 70 % voor gloeilampen; zie voor nadere uitleg de paragraaf over lichtkleur) [80] [74].

UV

Een ander aspect is dat kalkoenen in staat zijn UV-A licht waar te nemen, en dat de veren visuele informatie bevatten die slechts onder UV-A licht zichtbaar is [57]. Sherwin and Devereux [94] onderzochten de reflectie van UV-licht door de veren van kalkoenen. Ze vonden meer en minder duidelijke aftekeningen, die alleen zichtbaar waren bij UV-licht. Afhankelijk van het lichaamsdeel waren deze op jongere of latere leeftijd zichtbaar. De auteurs gaven aan dat dit wellicht een rol speelt bij het ontstaan van verenpikkerij, omdat deze reflecties in tijd en ruimte gekoppeld waren aan de starttijd en de startlocatie van beschadigend pikken. [31]. In moderne huisvesting kan het gebruik van TL-lampen of gloeilampen, die minimale niveaus van het UV-A-spectrum uitzenden, een verstoorde verschijning van de UV-reflectie van veren bij jonge kalkoenen veroorzaken. Dit kan tot exploratief pikken leiden. Moinard and Sherwin [81] gaven kalkoenen de keuze voor een ruimte die verlicht was met TL-verlichting en een ruimte die daarbij nog extra UV-licht had. De kalkoenen hadden een duidelijke voorkeur voor de ruimte met extra UV [102]. Hart et al. [57] en Moinard en Sherwin [81] suggereren daarbij dat kalkoenen niet alleen een voorkeur hebben voor een UV-A-verrijkte omgeving, maar dat extra UV-licht het voorkomen van bepaalde vormen van afwijkend gedrag kan verminderen [74 17]. Dit wordt onderschreven door proeven, waarbij UV licht vanaf de broederij verstrekt werd. Dit verminderde het ontstaan van pikkerij, mogelijk omdat de kuikens dan de veersignalen beter leren zien of omdat ze dan beter met het foerageermateriaal kunnen omgaan. Omgekeerd bleken kalkoenen in stallen met natuurlijk UV licht slechtere veerscores en een hogere sterfte te hebben dan houderij zonder toegevoegd UV licht. Hierbij kan echter het lichtniveau ook een rol gespeeld hebben. De relatie tussen UV en pikkerij vergt nog nader onderzoek [31].

Kleur van het licht

Het merendeel aan onderzoek naar lichtkleur is uitgevoerd bij vleeskuikens. Vleeskuikens nemen meer in lichaamsgewicht toe tussen 4 en 11 weken wanneer ze gehouden worden bij licht met een golflengte van 415-560 nm (violet tot groen) vergeleken met een golflengte van meer dan 635 nm (rood) of bij een breed spectrum wit licht [42, 89, 110]. Evenzo werd bij kalkoenen tot 18 weken leeftijd een snellere groei waargenomen bij blauw licht (450 nm) vergeleken met rood licht (650 nm). Na 18 weken leeftijd groeiden kalkoenen sneller bij rood of wit licht [47, 72, 73]. Omdat dit de periode is waarin kalkoenen geslachtsrijp worden en het rode licht vooral de ontwikkeling van de geslachtsorganen stimuleert, zal de groei vermoedelijk veroorzaakt zijn door een verhoogde concentratie aan geslachtshormonen in het bloed, en niet als direct gevolg van de golflengte van het licht [102]. Gill en Leighton [47] vonden dat vogels gehouden bij een lage intensiteit blauw licht meer volgzzaam en minder actief waren. Seksueel gedrag was in deze hokken minimaal, en sociale interacties waren zeldzaam. Vogels blootgesteld aan een intermitterend wit licht van hoge intensiteit waren daarentegen hyperactief en extreem schrikachtig tijdens het hanteren.

Dag-nacht ritme

Kalkoenen houden, zelfs onder kunstmatig licht met een lage lichtintensiteit, een dag-nachtritme aan, met meer rusten en minder staan en lopen tijdens de middag. Kalkoenen lijken 's nachts meestal

inactief te zijn, maar ze kunnen 2 tot 12 keer opstaan tijdens de donkere periode waarbij ze vaak langzaam rondraaien en weer gaan liggen [74].
Van ongeschikte verlichting zoals een sterke toe- of afname van de daglichtlengte voor mannelijke kalkoenen, is aangetoond dat het tot een toename van kannibalisme kan leiden [31].

3.3 Omgevingsverrijking

Algemeen

Omgevingsverrijkingen worden toegepast om het snavel-gerelateerde gedrag op minder schadelijke doelen te richten en zo het beschadigend pikgedrag te verminderen.

Omgevingsverrijking kan in twee categorieën verdeeld worden:

- Pikobjecten: stimuleren van het bodempikken door verrijking van het strooisel met stro, graan of andere nutriënten-bevattende materialen of omrichten van het pikgedrag naar afleidingsmaterialen, zoals touwtjes, kettingen, CDs, etc.
- Inrichtingselementen, om het leefgebied te verdelen in deelgebieden, om dieren schuilmogelijkheden te bieden of om extra ruimte te creëren, zoals schotten, platforms, zitstokken en overdekte uitloop.

Sommige omgevingsverrijkingen kunnen in meerdere categorieën geplaatst worden. Zo kan bijvoorbeeld een strobaal enerzijds een pikobject en verrijking van het strooisel geven en anderzijds benut worden als object om achter te schuilen.

Tabel 3.1

Effecten van verschillende typen omgevingsverrijking voor kalkoenen op de mate van verrijking, pikkerij, uitval en de praktische en economische toepasbaarheid (overgenomen uit Veldkamp [107]).

Type omgevingsverrijking	Mate van verrijking	Pikkerij	Uitval	Praktische toepasbaarheid	Economische toepasbaarheid
Touw	+	0	0	+	+
Ketting	+	0	0	+	+
Houtwol-/strobalen	+	0	0	+	+
Losse tarwe strooien	0	0	0	0	+
Graanblokken	+	0	0	+	+
Zitstokken en verhoogde platforms	+ (tot 10 weken)	0/+	0/+	-	-
Metalen platen aan metalen kettingen	+	+	+	+	+
Compact disc	+	?	?	+	+

- = negatief effect, ongunstig, 0 = geen effect, + = positief effect, gunstig, ? = geen onderzoeksresultaten bekend

Pikobjecten

Bessei [12] noemt nieuwe voorwerpen (CD disks, plastic ringen, plastic ballen), hooi-/stromanden, strobalen, zitstokken en verhoogde platforms als hokverrijking voor kalkoenen. Ook daarvan was het effect doorgaans van korte duur en beperkt, maar hooimanden en strobalen bleven gedurende de hele groeiperiode interessant om in te pikken [71]. Sommige objecten roepen angstgedrag op en andere, zoals CDs, werden door de kalkoenen kapot gepikt [12]. Uit de praktijk in Nederland werden juist gunstige resultaten gemeld met vrij opgehangen compact discs die door het vrij bewegen en het weerkaatsen van het licht steeds een ander lichtspectrum bieden voor de kalkoenen waardoor de attractiviteit is gegarandeerd. Compact discs zijn tevens goed te reinigen en de investeringskosten zijn laag. Wetenschappelijk is het effect van compact discs op vermindering van verwondingen als gevolg van beschadigend pikgedrag bij kalkoenen echter nog niet vastgesteld [107]. Compact discs kunnen kapot worden gepikt en kleine scherpe delen kunnen (mogelijk) verwondingen toebrengen aan de dieren en worden nauwelijks nog toegepast.

Verrijking door middel van koorden (strings) werkt goed bij kippen, en mogelijk ook bij kalkoenen [49].

Onderzoek is gedaan door WUR aan o.a. touw, ketting, houtwolbalen, strooien van losse tarwe in het strooisel, graanblokken, zitstokken en overdekte uitloop. Maar deze hokverrijking werd pas vanaf 4

weken leeftijd aangeboden, terwijl hokverrijking mogelijk meer effectief is wanneer het vanaf een jongere leeftijd (4 dagen) aangeboden wordt. De verschillende typen omgevingsverrijking hadden weinig effect op het pikgedrag (vanaf 4 weken leeftijd) en het effect was kortdurend. De attractiviteit was vaak na enkele uren of dagen al weer beperkt. De praktische en economische toepasbaarheid van materialen die worden opgehangen in de stal is goed (zie ook Tabel 3.1.) [107].

Berk et al. [8] vonden dat hokverrijking met een wekelijkse rotatie van pikblokken, graanvoederaars, hooimanden en klaverkuilmanden vanaf 2 weken leeftijd leidde tot een goed gebruik van het materiaal, maar het gaf geen volledige bescherming tegen pikkerij. Mogelijk was het rotatie-interval te lang. Vooral de groepen met mannelijke dieren hadden in dit onderzoek last van uitval door pikkerij. Dagen met meer pikgedrag waren niet automatisch ook dagen met veel gewonde vogels, en veel gewonde vogels betekende niet altijd meer uitval. Sommige verwondingen, bijv. aan de neuslel hebben namelijk een redelijke kans om te genezen [8].

Gekleurde plastic ballen hadden geen effect in grote koppels. Ook al werd hier geen effect gevonden, het onderzoek naar nieuwe objecten verdient meer onderzoek [31].

Moorgut Kartzfehn, een grote Duitse producent van kalkoen-eendagskuikens, doet al vijf jaar onderzoek naar houderij van kalkoenen zonder snavelbehandeling. In drie proeven met kalkoenuitval in daglichtstallen kwamen pikkerij en kannibalisme bij onbehandelde dieren 1,8, 2,2 en 2,8 keer zo vaak voor als bij hanen die wel een snavelbehandeling hadden ondergaan. Wanneer die hanen afleidingsmateriaal werd aangeboden dan kwamen pikkerij en kannibalisme wat minder (resp. 1,3, 1,4 en 2,0 keer zo vaak) voor als bij de dieren waarvan de snavelen wel waren behandeld [18].

De verrijkingen liepen uiteen van speeltjes (plastic flessen, ballonnen, strotouwjes, CD's, oude kledingstukken e.d.) tot producten om op te pikken zodat de snavelen minder scherp worden (stenen, pikblokken), eetbaar afleidingsmateriaal (hooikorven, stroballen) en springtafels en zitstokken. De effectiviteit van deze verrijkingen liep uiteen. De van nature erg nieuwsgierige kalkoenen blijken hun interesse in de verrijkingen snel te verliezen. Ook reageren koppels verschillend op de verrijkingen. Graue [51a] adviseert om verschillende soorten verrijkingen te gebruiken en deze niet allemaal tegelijk te verstrekken, maar steeds iets nieuws aan te bieden wanneer zich problemen dreigen te gaan voordoen. Op deze manier worden de dieren beziggehouden door een afwisseling van materialen.

Ook Crowe and Forbes [30] vonden dat nieuwe voorwerpen effectiever waren dan foerageermateriaal in het tegengaan van pikkerij [35].

Studie hokverrijking

Crowe and Forbes [30] vergeleken het effect van nieuwe objecten (NO), zitstokken (Z), stro (S), en foerageermateriaal (FM) met controle hokken (C).

- Nieuwe objecten (NO): Elke week werd een ander object aan een groen nylon koord in de hokken opgehangen.
- Zitstokken (Z): 1 m lengte, 4×4 cm hout, opgehangen op 0.14m hoogte in een hoek van elk hok.
- Stro (S): 2 emmers fijn gehakseld stro die 3x/week werden rondgestrooid.
- Foerageermateriaal (FM): 3 scheppen (cups) graan (en zaad) werden 2x/dag 3x/week in elk hok rondgestrooid.

Controle (C) dieren pikten elkaar het meest tot bloedens toe, maar alleen bij Z en NO was het verschil met C significant verlaagd.

S en FM pikten meer in het strooisel dan Z en NO, maar niet significant meer dan C.

NO dieren poetsten zich minder dan S.

De NO van week 6 en 9 waren interessanter dan in de andere weken. Dat waren respectievelijk een stuk ketting met een stukje koord eraan, en een stuk drinkslang.

Z dieren gebruikten de zitstokken meer in week 1-6 dan in week 7-9. Dit ging gepaard met een toename in zitgedrag (9% toename) en staan (3% toename).

Er was geen significant verschil tussen de behandelingen in het pikken naar soortgenoten, maar het niveau van verwondend pikken was hoger in S en FM dan in Z en NO.

Een afname in poetsgedrag in NO ging samen met een toename in het pikken naar de objecten. Slaapgedrag nam ook af wanneer er meer naar de objecten werd gepikt, en er was een lichte toename in het pikken naar soortgenoten gedurende de weken dat er minder interesse was in de nieuwe objecten.

In FM nam het slapen en pikken naar hokgenoten toe wanneer het pikken in het strooisel afnam. Bij alle behandelingen viel een toename in hokgenoot-gericht pikgedrag samen met een afname in object/stimulus-gerichte activiteit.

Wanneer het gebruik van de zitstokken afnam in Z, nam het hokgenoot-gericht pikken toe, en ook wanneer er een afname was in foerageergedrag in FM was er een toename in hokgenootgericht gedrag.

Bij S en FM werd materiaal rondgestrooid en dat kan geleid hebben tot competitie en conflicten. Nieuwe objecten (in NO) waren vooral interessant wanneer ze een koordachtige structuur hadden die gemakkelijk met de snavel manipuleerbaar was.

Crowe and Forbes [30] concludeerden dat zitstokken (Z) en nieuwe objecten (NO) het meest veelbelovend waren om pikkerij bij kalkoenen tegen te gaan in vergelijking met foerageermateriaal (FM) en stro (S).

Zitstokken en platforms

Kalkoenen hebben graag verhoogde zitplaatsen en dat kan hun welzijn verbeteren [49]. Kalkoenen, zelfs snelgroeende BUT Big 6 dieren, hebben een sterke voorkeur om op stok te gaan [20]. Het gebruik neemt echter af met de leeftijd, vermoedelijk omdat de vogels te zwaar worden. Zitstokken kunnen ook meer borstblaren geven. Verhoogde platforms zijn beter geschikt voor zware rassen. Ze maken er ook veel gebruik van. Grote stobalen kunnen als verhoogd platform en als foerageersubstraat dienen. Zitstokken of verhoogde platforms kunnen beschadigend pikgedrag ook verminderen maar de praktische en economische toepasbaarheid is minder dan bij opgehangen materialen [107]. De positieve effecten op verenpikken konden echter niet in alle onderzoeken worden vastgesteld. Men moet ook letten op hygiëne en botbreuken bij het toepassen/ontwikkelen van hokverrijking [12].

Bij intensief gehuisveste kalkoenen bleek een verhoogd plateau meer gebruikt te worden dan stobalen, stapels pellets of zitstokrekken [97a].

Visuele objecten en barrières

Visuele barrières en nieuwe objecten kunnen pikkerij tegengaan al dan niet samen met extra UV licht. Visuele barrières kunnen sociale risico's tegengaan doordat gewonde dieren zich erachter kunnen verschuilen. In hokken met stobalen en reflecterende metalen platen van 15*20cm was minder pikkerij dan in controle hokken [31].

Overdekte uitloop

Bij de overdekte uitloop werden de kalkoenen meer blootgesteld aan natuurlijk daglicht en de bezetting werd verlaagd door het extra oppervlak van de uitloop. Bij de behandelingen met overdekte uitloop kwam meer pikkerij voor dan in het gesloten stalsysteem. Ook in de biologische kalkoenhouderij met vrije uitloop waarbij de snavels van kalkoenen niet zijn behandeld, komt veel pikkerij voor [105].

3.4 Voeding

Algemeen

Er zijn bij kalkoenen verschillende relaties tussen voer en pikkerij aangetoond [31].

Voedingsdeficiënties (eiwit, aminozuren, mineralen) verhogen het risico op verenpikken bij alle soorten pluimvee die onderzocht zijn.

Het verstrekken van hogere concentraties aan nutriënten dan welke nodig is voor productie vermindert verenpikken niet duidelijk [66].

Vezelrijk voer vermindert verenpikken bij leghennen, vanwege langere vreetduur, en effecten op de passagetijd in de darm. Goede voeding kan verenpikken echter niet voorkomen [66].

Hoeveelheid

Ad libitum voeren verminderde pikkerij in vergelijking met beperkte voeding [31, 54].

Voerbepijking wordt algemeen toegepast bij fokkalkoenen om het lichaamsgewicht van de hanen te optimaliseren voor zaadproductie en om hittestress en kreupelheden tegen te gaan. Vleeskalkoenen worden echter niet beperkt in voer.

Hocking et al. [59] vergeleken het gedrag van *ad libitum* en beperkt gevoerde commerciële Large White kalkoehanen van 8 tot 28 weken leeftijd. *Ad lib* gevoerde vogels stonden, liepen en poetsten meer (44 tot 77% van de tijd), terwijl beperkt gevoerde vogels veel orale gedragingen vertoonden zoals pikken naar de hokafscheiding en de hokinventaris (20 tot 59% van de tijd, afhankelijk van de week). De eerste tekenen van toegenomen orale activiteit en afgenomen zitgedrag werd al waargenomen 2 weken nadat de voerbepijking was gestart [74].

Wijze van verstrekken

Voer met grove delen (pellets en kruim) geven als regel meer verenpikken dan fijngemalen voer [66]. Bij kalkoenen lijkt dit ook het geval. Kalkoenen pikten elkaar minder op een kruimel of meel dieet in vergelijking met pellets [53, 54]. Overschakelen van pellets naar meel en tegelijk het vezelgehalte laten toenemen van 5 naar 22%, gaf ook minder kale dieren [31, 53].

Ook bij kippen die met pellets gevoerd worden, komt meer verenpikken voor. Bilsing et al. [19] vonden echter meer verenpikken en kannibalisme bij muscuseenden die meel kregen i.p.v. pellets. Meel kleefl aan de veren en dat geeft meer poetsgedrag, ook poetsen van vogels onderling, en dat stimuleert de pikkerij. Vergelijkbare effecten zijn bij kippen en kalkoenen waargenomen [40, 53]. Bij leghennen resulteerde pelletvoeding in kortere vreetduur en vooral heftiger trekken aan een bosje veren [15, 31].

Eiwit in het voer

Hiller et al. [58] zagen kannibalisme in 2 fasen (1^e levensweek en tussen 9-11 weken). Zij bestudeerden BUT Big 6 kalkoehanen gedurende 142 dagen (dat was de gehele productieperiode, tot 22,4 kg; 1104 dieren, 50% onbehandelde snavels, 2 afdelingen, 12 hokken van 17m², 2,7 dieren/m²). Hokken met intacte snavels hadden een hoge uitval (10,2% bij plantaardig gevoerde groepen; 14,5% in groepen met dierlijk eiwit in het voer; 16,2% in eiwitarm gevoerde groepen; verschillen tussen voergroepen waren echter niet significant). De uitval bij de koppels, waarvan de snavel wel behandeld was, was beduidend (ongeveer de helft) lager en varieerde van 5,4 tot 7,1%. Er werd ook geen interactie gevonden tussen snavel- en voerbehandeling.

Bij intacte dieren was er een verhoogde pikactiviteit vanaf de 4^e levensdag en een tweede piek rond de 9^e levensweek.

Bij de onbehandelde dieren waren er 153 aangepikt (wonden) en 76 dode dieren, bijna allemaal als gevolg van kannibalisme. Van de dieren waarvan de bovensnavel was behandeld waren er slechts 39 hanen aangepikt en 37 vielen uit.

Voerpikblokken in plastic emmers werden verstrekt als afleidingsmateriaal en het licht werd gedimd om verdere schade te beperken.

Het verstrekken van dierlijk eiwit (hemoglobine poeder) had geen verlaging van pikkerij tot gevolg. Dieren die gevoerd waren met plantaardig eiwit (soja) hadden het hoogste slachtgewicht. De dieren met verlaagd eiwit hadden het laagste slachtgewicht. Dieren met hemoglobine poeder in het voer en dieren waarvan het eiwitgehalte niet verlaagd was hadden verhoudingsgewijs de beste voetzoolkwaliteit. In de stal zonder snavelbehandeling was het waterverbruik hoger, vermoedelijk door verhoogde activiteit en pikgedrag (aanstoten en overlopen van drinkers).

Het inkorten van de bovensnavel van kalkoenen met infrarood blijft volgens de onderzoekers vooralsnog noodzakelijk [58].

Samenstelling

Van Krimpen et al. [101] vonden dat vezelrijk voer veerschade bij kippen verminderde vanwege verhoogde verzadiging [66]. Ook extra zout kan kannibalisme (wondpikken) tegengaan [6].

Verder onderzoek naar de effecten van voeding is belangrijk, bijvoorbeeld het toevoegen van zout of sporenelementen in het voer [31].

In een lopend onderzoek in Duitsland (Hannover, onderzoek van N. Becker, onder begeleiding van Prof. Dr. J. Kamphues) wordt onderzoek gedaan naar een voersamenstelling in relatie tot pikkerij. Standaardvoer voor kalkoenen heeft een hoog energiegehalte en veel ruw eiwit. Het idee is dat

hierdoor de stofwisseling overbelast wordt en dat daardoor de kalkoenen gaan pikken. Er wordt dus voer uitgetest met lager energie en ruw eiwit. Een lager energiegehalte in het voer resulteert in een hogere voeropname dat op zijn beurt weer leidt tot een verlengde eettijd (voedselzoekgedrag). Het onderzoek wordt op drie praktijkbedrijven uitgevoerd in groepjes van 300 onbehandelde hennen, die vergeleken worden met even grote groepjes onbehandelde hennen op controlevoer. Er zijn nog geen resultaten te melden.

Graan/vezels

Haver lijkt verenpikken meer te remmen dan gerst of graan (bij pluimvee in het algemeen) [66].

Hele graankorrels in het voer hadden geen effect op pikkerij [79].

Het lijkt erop dat granen die veel vezels bevatten een positief effect hebben op verenpikken en kannibalisme. Het effect is echter variabel (bij pluimvee in het algemeen) [66].

Verspreid grof gehakseld tarwestro gaf minder pikkerij bij kalkoenhanen met onbehandelde snavels [31, 95].

Verenpikken was duidelijk lager in groepen kippen die gevoerd werden met veren of ruwe vezels [66].

Het is belangrijk dat het vezelgehalte aansluit bij de voedselpreferenties van de kalkoenen [31, 53, 63].

Eettijd

Commerciële diëten zijn vaak erg geconcentreerd qua energie en eiwit. Bovendien is het vaak snel opneembaar door pelletteren en kruimelen. Dit maakt dat veel voer in korte tijd kan worden opgenomen. Korte voertijden worden gezien als een groot gedragsprobleem bij landbouwhuisdieren in het algemeen en bij pluimvee in het bijzonder.

Onder natuurlijke omstandigheden besteden kippen en kalkoenen ongeveer 40-60% van de dag aan voer-gerelateerde bezigheden, zoeken en eten [10, 62, 66].

Algemeen wordt aangenomen dat de vogels een genetisch voorgeprogrammeerde behoefte hebben om voer-gerelateerd gedrag te vertonen (pikken, scharrelen, lopen), onafhankelijk van de nutriëntenvoorziening of omgevingsfactoren. Dit is ook de reden dat extra afleidingsmateriaal (strooisel, hooimanden, koorden) bij kippen werkzaam is wanneer het tot voerpikken of exploratie aanzet [66].

Berk et al. [7] onderzochten een moderne voederteknik, waarbij de kalkoenen langer bezig zijn met de opname van voer. Daartoe werd de bijvulsnelheid van de voerpannen vertraagd. Het onderzoek betrof in totaal 306 hanen en 492 hennen (BUT, 12 afdelingen, 51 hanen/82 hennen/afd.). Wat betreft pikgedrag werd er bij de hennen geen onderscheid gevonden. Bij de hanen was minder pikgedrag bij de tragere voerverstrekking. Al in de 2e week werden beschadigingen door pikkerij waargenomen. Bij de hennen werden huidverwondingen in week 7-8 en 12-15 gezien. Bij de hanen waren geen duidelijke pieken te zien, maar vanaf 16 weken nam de incidentie wat af. In alle proefgroepen moest de lichtintensiteit naar 5 lux gedimd worden om onrust en pikkerij tegen te gaan. Bij de hennen was de hoogste uitval door kannibalisme bij de controlegroep (5,4%), bij de hanen had die groep juist de laagste uitval (2,2%). Bij de trage voerverstrekking werd meer pikkerij naar de neuslel waargenomen.

Veren eten

Veren zijn niet alleen van waarde als exploratiemateriaal, maar zouden ook een rol kunnen spelen in het spijsverteringskanaal. Veren zijn nauwelijks verteerbaar (dus geen bron van eiwit) en ze veranderen de populatie aan bacteriën in het spijsverteringskanaal [78].

De veren die door de rui van jonge kippen uitvallen worden vaak opgegeten [76] en leghennen in kooien die veren krijgen aangeboden, eten die op. Veren eten bij leghennen is echter gerelateerd aan verenpikken en dus vanuit die optiek ongewenst gedrag [55]. Verder wordt veren eten in de praktijk gezien als signaal van verminderde darmgezondheid, zowel bij leghennen als bij kalkoenen. De exacte relatie tussen veren eten en darmgezondheid is echter nog niet bekend [67].

Het is wenselijk om vogels te kunnen identificeren die een bijzondere voorkeur voor veren hebben, o.a. t.b.v. de genetische selectie en early-warning in geval van pikkerij. Geautomatiseerde identificatie zou ontwikkeld moeten worden om dit grote probleem op te lossen [66].

3.5 Overig factoren (o.a. leeftijd, sekse, schuurmateriaal, verschillen tussen koppels, sociale facilitatie, gezondheid)

Hierboven zijn de belangrijkste risicofactoren voor pikkerij bij kalkoenen beschreven in de paragrafen over fokkerij, licht, snavelbehandeling, omgevingsverrijking en voeding. In deze paragraaf bespreken we de overige factoren zoals leeftijd, sekse, schuurmateriaal, verschillen tussen koppels, sociale factoren en gezondheid.

Sexe

De eerdere onderzoeksresultaten van WUR tonen grote verschillen tussen koppels. Pikkerij kwam verder evenveel voor bij hanen als bij hennen [107]. Allinson et al. [3] vonden juist dat kalkoenhanen vaker agressief pikten dan hennen, en dit is ook de ervaring die vanuit de praktijk gehoord wordt. Busanyi et al. [26] zagen ook meer pikken en trekken bij hanen (32%) in vergelijking met hennen (15%) van de commerciële lijn, maar niet in de traditionele. De verschillen in tijdsbesteding tussen de seksen was echter laag [74].

Bezettingsdichtheid

Een hogere bezettingsdichtheid wordt bij leghennen gezien als risicofactor voor het ontstaan van beschadigend pikgedrag. Bestman et al. [17] vonden meer verenpikkerij in de legperiode als de hennen bij een hogere bezettingsdichtheid waren opgefokt. Nicol et al. [84] vonden meer veerbeschadiging bij hogere bezettingsdichtheid. Niet alle onderzoeken zijn hierin echter eenduidig. Zimmerman et al. [115] vonden bij leghennen geen verschil in pikkerij tussen bezettingen van 7, 9 en 12 hennen/m² in een scharreelsysteem.

Besse [12] rapporteert dat er weinig verschillen in gedrag zijn bij kalkoenen die bij hoge of lage bezettingsdichtheid gehouden worden en suggereert dat bezettingsdichtheid een overgewaardeerde factor is bij kalkoenen.

Rangorde

De mate waarmee de dieren elkaar onderling kennen heeft een significante, negatieve correlatie met de mate van agressief pikken en vechten, zowel bij wilde als gedomesticeerde kalkoenen. Buchwalder and Huber-Eicher [22] lieten zien dat kalkoenhanen al agressief pikken naar onbekende hokgenoten in groepen vanaf 4 dieren, vooral bij een hogere bezettingsgraad (1,2 m²/dier vs. 3,6 m²/dier) [31]. Dalton et al. [31] relateren beschadigend pikken bij kalkoenen mede aan het hoog-ontwikkelde sociale gedrag van kalkoenen, waarbij vooral de hanen naar elkaars kop pikken om de rangorde vast te stellen en toegang tot hennen te krijgen.

In de gebruikelijke grote koppels (>100 dieren) op commerciële bedrijven kunnen de kalkoenen de rangorde niet vaststellen, waardoor pikkerij vermoedelijk onafhankelijk wordt van groepsgrootte [31]. Hughes and Grigor [63] (1996) vonden dat kalkoenen veel tijd besteden aan het pikken van hokgenoten, ook wanneer foeragemateriaal aanwezig was. Wellicht voldeed het materiaal niet aan de behoefte van de kalkoenen, maar waarschijnlijk is de voorgeprogrammeerde pikbehoefte complexer, mede gezien de vermoedelijk multifactoriële aard van het probleem [31].

Vooraf kalkoenhanen kunnen erg agressief zijn naar hun hokgenoten en dat kan tot hoge uitval leiden [90].

Sociale hiërarchie

Kleine groepen kalkoenhanen die elkaar kennen lijken niet-groepsgenoten te kunnen herkennen en tonen zich er agressief tegen. De frequentie van de interactie lijkt gemoduleerd te worden door de hokgrootte [23]. Er werd meer gepikt naar nieuw geïntroduceerde kalkoenhanen in kleine hokken (2 x 3 m) in vergelijking met grote hokken (6 x 13 m). Buchwalder en Huber-Eicher [23] verklaarden deze resultaten in termen van een benodigde minimale kritische afstand tussen de tegenstanders, die essentieel zou zijn om de kansen van agressieve interacties te voorkomen. Deze resultaten verschiden enigszins van andere wetenschappelijke studies die suggereren dat agressieve interacties, althans bij vleeskuikens, met een hogere frequentie voorkomen in open gebieden dan in drukker bevolkte delen van de stal. Niettemin, vonden Buchwalder en Huber-Eicher [22], in een andere studie dat de reactie op onbekende kalkoenen voornamelijk afhankelijk was van de grootte van de groep waarin de vreemdeling werd geïntroduceerd. Hoe kleiner de groep (6 tot 30 vogels), hoe intenser de agressieve reactie, met meer gevechten die werden geïnitieerd en meer agressief pikken. Deze resultaten lijken overeen te stemmen met andere pluimveestudies (zonder agressie-versterkende introducties van vreemde individuen van de groep), waarbij ook een lagere frequentie van agressieve interacties werd gemeld bij toegenomen groepsgrootte.

Onbekendheid tussen de enkele duizenden vogels van een commercieel koppel is een veel voorkomende situatie in moderne systemen. Dit maakt het voor de kalkoenen onmogelijk om een hiërarchie te vormen. In deze situatie is het inefficiënt om zelfs te proberen om een hiërarchie te vormen. Het kan energetisch te duur zijn en de kans om dezelfde individuen tegen te komen om de voordelen van dominantie te krijgen zullen klein zijn [74].

Leeftijd

In veel experimenten van WUR ontstond rond de 4e levensdag vleugelpikkerij. Op deze leeftijd worden de eerste vleugelpennen zichtbaar [107]. Wellicht heeft pikkerij op deze leeftijd een andere oorzaak dan pikkerij op latere leeftijd, wanneer de dieren geslachtsrijp worden en rangorde wellicht meer een rol gaat spelen in het pikgedrag.

Duggan et al. [35] zagen zowel ernstig als mild verenpikken bij kalkoenhanen vanaf 6 weken leeftijd. Van kalkoenen is bekend dat de kans op verenpikken en kannibalisme toeneemt met de leeftijd. Bij een vergelijking tussen een traditionele (Nebraska Spot kalkoen) en commerciële kalkoenenlijn van 3 tot 9 weken leeftijd, nam de frequentie van het trekken aan veren in beide lijnen toe met de leeftijd, en de traditionele lijn vertoonde meer vriendelijk/zacht pikken, maar dit had geen effect op de uitval [26]. Beschadigend pikken kan bij kalkoenen al optreden vanaf 2 weken leeftijd [80, 74].

Mogelijk verschilt de piek in verenpikken op jonge leeftijd (0-9 wkn) tussen hanen en hennen; hanen pikten meer op 3 weken; hennen meer op 9 weken leeftijd [26, 31].

Van nature moeten jonge kalkoenen leren hoe ze als volwassen hanen moeten vechten om de rangorde vast te stellen. Op commerciële bedrijven draagt dit sociale leren vermoedelijk bij aan het verspreiden van beschadigend pikgedrag [92, 95]. Het vroegtijdig isoleren van individuele pikkers kan dus de verspreiding van het pikken door de hele koppel tegengaan [31].

Relatie gezondheid en pikkerij

Gezondheidsproblemen, zoals een darmontsteking, kunnen leiden tot meer kannibalisme en pikkerij en dus meer huidwonden, waardoor de sterfte sterker kan oplopen [45].

4 Soortspecifieke eigenschappen

Dit hoofdstuk benadrukt wat specifiek over kalkoenen bekend is t.a.v. pikkerij. Er is overigens relatief weinig onderzoek gedaan naar pikkerij bij kalkoenen [31].

4.1 Activiteit

Terwijl er geen verschil is in het gedrag wanneer moderne rassen in intensieve of in extensieve houderij worden gehouden, zijn de oorspronkelijke kalkoenenrassen veel actiever en besteden ze meer tijd aan voedselzoekgedrag dan de moderne vleeskalkoenen [12].

Kalkoenen poetsen zich vaak terwijl ze zitten. Activiteit (lopen, staan, pikken naar de grond) neemt af naarmate de vogels ouder worden. Bij vleeskuikens wordt dit verklaard door de discrepantie tussen lichaamsgewicht en draagvermogen van de poten. Het lijkt erop dat bij kalkoenen het draagvermogen van de poten verbetert wanneer de groeisnelheid lager wordt [12].

Hughes en Grigor [63] bestudeerden de tijdsbesteding van gekapte kalkoenkuikens tot 12 weken leeftijd in kleine groepen van 10-11 dieren. Het percentage zitten/slappen nam toe in de tijd, en staan/lopen nam af, maar nam aan het eind van de studie weer toe. Snavel-gerelateerd gedrag (eten, drinken, poetsen, omgevingsgericht- en vogel-gericht pikken) nam toe tot 45% in week 2 en nam daarna geleidelijk af tot ongeveer 28% aan het eind van de studie.

De algemene afname in activiteit met de leeftijd is ook gevonden toen de effecten van hoge bezettingsgraad en groepsgrootte geminimaliseerd waren en er voldoende ruimte was [92]. Afname in activiteit bleek ook uit de afgelegde afstanden: 27,5 m/30 min op 7 weken tot 11,9 m op 12 weken leeftijd [25, 74].

4.2 Bezettingsgraad

Meer ernstig verenpikken werd gevonden bij kalkoenhennen toen ze op 9 weken leeftijd in de kleinste hokken werden geplaatst (140 cm²/dier, range van het onderzoek: 140-232 cm²/dier) nadat ze eerder opgefokt waren in de grootste hokken (93 cm²/dier, range: 56-93 cm²/dier) [31]. Hier speelt wellicht ook stress door overplaatsen mee. Bessei and Günthner [14] vonden juist meer verenpikactiviteit bij de laagste bezettingsgraad en groepsgrootte (2,5-3,5 dieren/m² voor kalkoenhanen en 5-7 dieren/m² voor BUT Big 6 hennen).

In grotere koppels (>600 dieren) had de bezettingsgraad (range voor kalkoenhennen: 100-160 cm²/dier, kalkoenhanen: 150-400 cm²/dier) geen invloed op het percentage van de totale activiteit waarop de kalkoenen bezig waren met verenpikken [31].

Berk et al. [8] rapporteren dat kalkoenen in Duitsland in groepen tot wel 10.000 dieren worden gehouden bij een dichtheid van 52 (hennen) tot 58 kg/m² (hanen). In Duits onderzoek werden twee bezettingsdichtheden onderzocht bij BUT6 kalkoenen: 58 kg/m² vs 40 kg/m². Uit twee proefrondes bleek dat de uitval niet gerelateerd was aan de bezetting: lagere bezetting 6,7 % en 9,08 %, hogere bezetting: 5,51 % en 8,21 %. Bij de lagere bezetting werd wel meer objectpikken waargenomen. De auteurs concluderen dat bezettingsdichtheid niet veel invloed heeft op pikkerij [68].

Dit verschilt van wat bij andere pluimveesoorten bekend is, waar hogere bezettingsgraad en grotere groepen bekende risicofactoren zijn [9, 12].

4.3 Fazanten (& voer)

Kalkoenen zijn nauwer verwant aan fazanten dan aan kippen. Fazanten kunnen onder ongunstige omstandigheden veel last hebben van ernstig verenpikken. Met haver was het mogelijk kannibalisme te voorkomen in twee koppels fokfazanten [86].

Onderzoek bij pluimvee heeft aangetoond dat een tekort aan eiwit de kans op verenpikken groter maakt [66, 88]. Dit komt overeen met de bevindingen van Cain et al. [27], die bij fazanten drie niveaus van ruw eiwit (16, 19 en 22%) onderzochten. Verlaging van 22 tot 19% ruw eiwit bleek mogelijk, maar bij 16% ruw eiwit werd meer verenpikken gezien. Blijkbaar trad bij 16% ruw eiwit een tekort op. Extra arginine heeft verenpikken en kannibalisme kunnen stoppen in groepen kippen en fazanten [96]. Ook het verdunnen van het voer met ruwvezel, vooral fijngemalen vezels verminderde het verenpikken in fazanten en kippen [66].

4.4 Verschillen kip - kalkoen

Herkomst

Kalkoenen hebben een andere herkomst dan kippen (Amerika vs tropische delen van Azië). Kalkoenen zijn beduidend groter dan kippen.

Grootte

Graue et al. [51] becijferde dat kalkoenen aan het eind van de opfok een gewicht hebben van 21,5kg en dat bij een dichtheid van 58kg/m² er 2,7 vogels per m² in het hok zitten, waardoor dan 46% van het vloeroppervlak bedekt is met vogels.

Vanwege het feit dat de kalkoenhouderij een relatief kleine sector is in vergelijking met de kippenhouderij is het begrijpelijk dat met kippen veel intensiever is gefokt dan met kalkoenen. Wellicht mede daardoor zijn kalkoenen over het algemeen mobieler dan vleeskuikens. Bovendien zijn ze groter en sterker dan vleeskuikens en dus beter in staat om soortgenoten te verwonden (wanneer de huidsterkte vergelijkbaar is).

Snavelvorm

Onbehandelde kalkoenen hebben een flinke haak aan de bovensnavel. Leghennen hebben een meer variabele snavelvorm, waarbij sommige merken ook een haak hebben, maar andere niet. Doordat kalkoenen groter en krachtiger zijn dan leghennen, is het te verwachten dat ze meer schade met hun snavel teweeg kunnen brengen.

Habitat

Een ander verschil wat mogelijk met de grootte samenhangt is het feit dat kalkoenen van nature meer in het open veld leven, d.w.z. in een habitat waarin ze als volwassen dieren vrij zicht hebben. Kippen daarentegen leven meer in een bos- en struikrijke omgeving. Mogelijk (maar dat is speculatief) is het gezichtsvermogen dan wel de mate waarin de dieren op visuele stimuli reageren, bij kalkoenen sterker ontwikkeld dan bij kippen. Hiermee kan samenhangen dat verenpikken bij kalkoenen vrij sterk beïnvloed wordt door licht.

Ontwikkeling van gedragselementen

Sherwin en Kelland [92] bestudeerden het gedrag van kalkoenen tussen 2 en 22 weken leeftijd terwijl ze in paren gehuisvest waren. Op 18 weken werd veel (30%) van de tijd besteed aan seksueel gedrag (pronken). Dit nam later wel weer af, maar gezien het feit dat veel verenpikken bij kalkoenen ontstaat rond de leeftijd van seksueel volwassen worden, is deze bevinding vanuit dat oogpunt zeer interessant.

De kalkoenen vertoonden sterk sociaal gedrag en sociale facilitatie.

Belangrijke verschillen met ander pluimvee waren dat kalkoenen ren- en spring gedrag lieten zien en 'pronkgedrag', en dat ze andere gedragingen zoals stofbadgedrag en scharrelen juist niet vertoonden. Stofbaden en scharrelen wordt doorgaans ook bij kalkoenen waargenomen, maar dan in veel mindere mate dan bij ander pluimvee (Veldkamp, pers. mededeling, 2015).

Verder kwam in hun studie nauwelijks beschadigend pikken voor, ondanks de hoge lichtintensiteit (60 lux), mogelijk vanwege de kleine groepsgrootte of dichtheid of vanwege het feit dat er geen conflicten tussen gelijke seksen mogelijk waren (de kalkoenen waren als paartjes gehuisvest in hokken van 3,0 x 3,6m) [92].

Verder onderzoek naar optimale groepsgrootte en samenstelling is gewenst [49].

Agressie

Pikkerij bij kalkoenen omvat niet alleen het klassieke verenpikken. Dat is hoogstwaarschijnlijk een vorm van verstoord voedselzoekgedrag en is dus geen vorm van agressie. Pikkerij bij kalkoenen omvat echter ook het pikken naar de kop van hokgenoten en dat is als regel wel een vorm van agressie. Dit is dus anders dan bij kippen waar verenpikken juist geen (sterke) relatie heeft met agressie.

4.5 Stress en angst

Bij kippen speelt angstigheid een belangrijke rol bij het ontstaan van verenpikken [88]. Hoewel kalkoenen in commerciële houderijen weinig last lijken te hebben van angst, kan stress of frustratie wel degelijk een rol spelen.

Bessei [11] benadrukt dat het aanpassingsvermogen van kalkoenen voorheen werd onderschat. Angst voor de contouren van een roofvogel leken genetisch voorgeprogrammeerd te zijn, maar dit bleek niet het geval te zijn.

Frustratie in de commerciële kalkoenhouderij kan meerdere oorzaken hebben. Het kan o.a. te maken hebben met problemen/tekortkomingen ten aanzien van foeragegedrag, lichaamsbeweging, sociale verhoudingen (rangorde), voortplantingsdrang, maar ook bijv. ten aanzien van het rustgedrag.

Vleeskalkoenen rusten het grootste deel van de tijd, gedurende veel korte periodes. Dit doen ze zowel in intensieve als in extensieve systemen [11]. Alleen lichte rassen lopen en foerageren meer in uitloopsystemen. Het loopvermogen neemt af met het lichaamsgewicht/leeftijd, hangt af van het ras en ook van de sekse. Hanen ondergaan een gedragsverandering vanaf 16-18 weken leeftijd. Dan begint het pronkgedrag en staan de dieren veelal stil met opstoken veren (Veldkamp, pers. mededeling, 2015). Lichte rassen maken meer gebruik van zitstokken. De zware rassen kunnen de hoger gelegen zitstokken niet meer bereiken [11].

Met andere woorden: het is te verwachten dat de moderne kalkoenen nog steeds wel gemotiveerd zijn om veel te foerageren en bijv. op stok te gaan, en dat zij mogelijk gefrustreerd/gestrest zijn omdat zij daartoe niet meer optimaal in staat zijn.

Testen

Erasmus et al. [37] vonden geen relatie tussen actief verenpikken en het gedrag van kalkoenen in een nieuwe testruimte (zogenaamd Open Field), behalve dan dat kalkoenen die minder actief waren, en dus mogelijk meer angstig, ook vaker slachtoffer waren van pikkerij. Dit verschilt van kippen waar pikkers vaak de angstigere dieren zijn. Overigens vonden Erasmus et al. [37] wel verschillen in pikkerij tussen rassen (Hybrid Converter strain, Hybrid Turkeys, Kitchener, On., Canada en random-bred turkeys (RBC2 line), [83]). Ook zagen ze dat, net als bij kippen, ook bij kalkoenen het (angst-)gedrag in een Open Field test onafhankelijk was van productie en vleeskwiteit.

Erasmus en Swanson [38] constateerden dat angstgedrag bij kalkoenen erg variabel is. In verschillende tests (Open Field, tonische immobiliteit (TI), benaderen van een persoon, nieuw object) reageerden sommige heel heftig (actief en met veel geluid) en andere helemaal niet.

De meeste kalkoenen ($\geq 69\%$) pikten de persoon in de benadertest en 37-62% pikte het nieuwe voorwerp. Dit verschilt aanzienlijk van de ervaringen bij leghennen, die doorgaans niet dichter te benaderen zijn dan 90 cm en waarbij bijna geen enkel dier het nieuwe voorwerp aanraakt (resultaten van 122 koppels) [104]. In het onderzoek van Erasmus en Swanson [38] geraakten de meeste kalkoenen in tonische immobiliteit (TI) met 1 inductie en een groot percentage (39-58%) bleef onbeweeglijk gedurende de volledige testduur (780 sec). Bij kippen wordt TI gekenmerkt door een periode van verminderde waakzaamheid ook al kunnen sommige kippen geluid maken [46]. Veel kalkoenen daarentegen (42-26%) vocaliseerden gedurende de TI test [38].

Praktijk

Verschillende aspecten van bedrijfsvoering zoals slecht klimaat, vliegen, parasieten, de aanwezigheid van dode dieren of pootproblemen, kunnen wijzen op stress en de kans op pikkerij bij kalkoenen vergroten [31].

Ook verstoringen van de pikorde waaronder een hoge bezettingsgraad kunnen tot pikkerij (met name gericht op de kop) aanleiding geven [31]. Gill and Leighton [47] lieten zien dat volwassen

kalkoenhanen een slechtere veerscore hadden bij een hogere bezettingsgraad, vermoedelijk vanwege toegenomen agressie bij de seksueel actieve hanen [31].

5 Eenvoudig te testen?

Hieronder worden tot slot enkele bevindingen van verenpikken bij kippen beschreven die mogelijk betrekkelijk gemakkelijk ook bij kalkoenen herhaald zouden kunnen worden.

5.1 Hormonale effecten

Hughes [61] vond dat verenpikken en kannibalisme verminderde door testosteron aan opfokhennen toe te dienen.

Janczak et al. [65] vond dat kuikens van een gestreste moeder, met verhoogde corticosteronniveaus in de mest, angstiger en minder competitief waren. Vergelijkbare effecten werden gevonden door de eieren met corticosteron te behandelen [43].

5.2 Veren eten

Bij kippen hadden koppels met verenpikken minder veren op de vloer.

Of dit ook bij kalkoenen wordt waargenomen is ons niet bekend.

Bovendien vonden Ramadan en Von Borell [87] dat het verwijderen van losse veren tijdens de opfok van kippen, waarmee ze het opeten van veren tegengingen, het optreden van verenpikken tijdens de legperiode verminderde. Kriegseis et al. [67] vonden daarentegen dat toevoeging van 10% verenmeel aan het voer een reductie gaf in hard verenpikken. Toevoeging van 10% cellulose aan het voer had niet hetzelfde effect. De auteurs legden een verband met effecten van veren op de darmflora. Een suboptimale darmflora zou zo het dier kunnen aansporen tot het eten van veren en daarmee tot verenpikken. Het is bekend vanuit de praktijk dat koppels met darmontstekingen vaak overgaan tot het eten van veren. Ook kalkoenen hebben regelmatig last van darmstoringen, zodat niet uitgesloten kan worden dat ook hier een relatie met vereneten te vinden is. Hierover is echter niets bekend.

Bij leghennen resulteerde pelletvoeding (dat een risicofactor is voor verenpikken) in een kortere vreetduur en vooral heftiger trekken aan een bosje veren [15, 66].

6 Discussie en conclusies

Uit de literatuur komen een aantal zaken naar voren die aanwijzingen geven voor een mogelijk andere achtergrond voor beschadigend pikgedrag bij kalkoenen vergeleken met kippen.

Allereerst lijken er bij kalkoenen twee soorten pikkerij te zijn: op circa 4 dagen leeftijd als de veren doorkomen, en daarnaast een geleidelijk toenemende vorm van pikkerij die vanaf circa 8 weken met het geslachtsrijp worden van de dieren lijkt samen te hangen.

De vorm op 4 dagen leeftijd zou eventueel gezien kunnen worden als een vorm van omgericht bodempikken, zoals bij leghennen. Een goede strooisellaag zou dit dan theoretisch moeten kunnen tegengaan, maar kalkoenen worden op die leeftijd al op een goede dikke strooisellaag gehouden. Wellicht zou een andere lichtbron, met UV, het strooisel nog aantrekkelijker kunnen maken, maar er lijkt meer aan de hand te zijn. Kalkoenen in het wild besteden, net als kippen, 40-60% van hun tijd aan het scharrelen. In commerciële stallen scharrelen ze echter nauwelijks (Veldkamp, pers mededeling, 2015). Kippen doen dat wel! Kalkoenkuikens in het wild leven de eerste 2 weken 100% op insecten als voedsel. Ze zijn als 1-dags kuiken dus slim genoeg om insecten te vangen. In gevangenschap worden ze echter in ringen houden, omdat ze anders het voer niet kunnen vinden. Deze ogenschijnlijke dommigheid wijkt nogal af van de natuurlijke situatie. Ook de ervaring dat in gevangenschap opgefokte kalkoenen bij uitzetting in de natuur niet meer kunnen overleven, geeft aanwijzingen dat er ergens bij het houden van kalkoenen iets fout gaat en wel aan het begin! Een vraag is dus: hoe zou de vroege opfok eruit moeten zien om de dieren weer hun natuurlijke scharrelgedrag te kunnen laten ontwikkelen?

Voor de geleidelijk toenemende vorm van pikkerij vanaf 8 à 10 weken leeftijd zijn meerdere verklaringen mogelijk.

Allereerst kan ook deze vorm van pikkerij te maken hebben met het niet goed aangeleerd hebben van scharrelgedrag in de vroege opfok, zoals bij kippen het geval is. Waar kippen op latere leeftijd redelijk bij te sturen zijn in bodempikgedrag, lijkt dit bij kalkoenen niet mogelijk. In tegenstelling tot de ervaringen bij leghennen lijkt afleidingsmateriaal bij kalkoenen niet echt te werken en niet aantrekkelijk te blijven. Zodra de aantrekkelijkheid afneemt, richten de dieren het pikgedrag weer tot elkaar. Het afleidingsmateriaal werkt dus puur op de nieuwsgierigheid van de dieren: als het nieuwtje eraf is, werkt het zeer matig. Blijkbaar voorziet het materiaal niet of onvoldoende in een behoefte. Dat is bij leghennen wel het geval: aantrekkelijk bodemsubstraat, blijft de dieren bezig houden. Dit is nog sterker als er ook nog wat te eten te vinden is, maar ook dat lijkt bij kalkoenen niet te werken. Kalkoenen in gevangenschap scharrelen simpelweg minder in de strooisellaag dan ander pluimvee (Veldkamp, pers mededeling, 2015). Management om hen meer tot scharrelen aan te zetten blijkt niet of nauwelijks succesvol. Men kan concluderen dat het scharrelen niet aansluit bij hun gedragsbehoeften, maar dit is in tegenspraak met het gegeven dat kalkoenen in het wild evenveel scharrelen als kippen. De vraag is of dit zou kunnen veranderen als de kalkoenkuikens in de vroege opfok wel tot meer scharrelgedrag kunnen worden aangezet.

Een andere verklaring voor het geleidelijk toenemen van beschadigend pikgedrag vanaf 8 à 10 weken leeftijd hangt mogelijk samen met het geslachtsrijp worden. Het gedrag kan een hormonale achtergrond hebben of samenhangen met gedragssystemen, die bij het volwassen worden horen. Wilde kalkoenhanen leven in groepen, hetgeen aangeeft dat de dieren wel degelijk sociaal zijn. In het broedseizoen leven ze echter niet samen en komen meer gevechten voor. Mogelijk gaat het volwassen worden van kalkoenhanen gepaard met een vorm van 'in het broedseizoen komen'. Agressie is daarbij dan een normaal gedragspatroon, dat gemakkelijk kan escaleren, doordat de dieren bijv. niet voldoende afstand van elkaar kunnen nemen, zoals ze dat in de natuur wel kunnen. Onder intensieve houderijomstandigheden is een natuurlijke situatie niet te realiseren en zou de oplossing misschien gezocht kunnen worden in het vermijden van deze situatie. Dat zou bijvoorbeeld voor een deel kunnen door de dieren eerder te slachten, maar dat kan alleen als er vanuit de markt vraag is naar lichtere dieren en dat voorkomt alleen pikkerij in de laatste weken, terwijl met name bij hanen de pikkerij al vanaf 8 weken ernstige vormen aanneemt.

Om de startleeftijd van deze pikkerij op te schuiven zou wellicht getracht kunnen worden om het management (en de fokkerij) zodanig aan te passen, dat de dieren later geslachtsrijp worden. Voeding en verlichting (spectrum en intensiteit) zouden daarbij een rol kunnen spelen. Gedacht kan dan worden aan koelwit licht, omdat daarin relatief weinig rood en relatief veel blauw licht aanwezig is, hetgeen de seksuele rijping af kan remmen, vooral als het lichtniveau niet te hoog is. Bij daglichtstallen zijn de mogelijkheden om met licht te sturen zeer beperkt, maar een aanvulling van het daglichtspectrum met blauw licht zou wellicht de dieren wat rustiger kunnen maken. Door het uitstellen van de geslachtsrijpheid, zouden mogelijk minder hormonaal gestuurde confrontaties tussen de dieren kunnen optreden. Daarmee zijn rangordeconflicten wellicht nog niet van de baan. Om deze aan te passen zou allereerst verlichting een bijdrage kunnen leveren. Door UV aan het licht toe te voegen, zouden de dieren elkaar beter kunnen herkennen aan de reflectie van de bevedering, hetgeen zou kunnen helpen bij het vermijden van conflicten. Een bijkomend voordeel zou kunnen zijn dat het strooisel meer oplicht en zo meer aandacht trekt. In stallen met daglicht is reeds UV-licht aanwezig, maar wellicht zou een extra toevoeging een positief effect kunnen hebben. Om conflicten te vermijden zouden andere stalconcepten uitgetest moeten worden. Idealiter zouden dit kleine groepen moeten zijn, maar omdat dit praktisch niet uitvoerbaar is, zouden hiervoor slimme constructies bedacht moeten worden, die de dieren toch het gevoel geven dat ze in kleine groepen leven. Gedacht zou kunnen worden aan constructies met oploerbare afscheidingen. Dit zou goed kunnen werken als de dieren weinig door de stal migreren. Jonge dieren zijn nogal mobiel, maar van oudere dieren zou onderzocht moeten worden in hoeverre ze door de hele stal migreren of juist subgroepen vormen. Diverse van de hierboven genoemde maatregelen zijn al in meer of mindere mate uitgetest bij kalkoenen, echter nooit in combinatie met elkaar. Om het beschadigend pikgedrag bij kalkoenen te reduceren zal, net als bij leghennen, een pakket aan maatregelen moeten worden getroffen. Dit pakket zal in ieder geval aspecten moeten bevatten op het gebied van voeding, licht, afleiding, stalindeling en genetica. Per stal en/of koppel zal dit wellicht ook nog aanpassing vergen en zullen naast een aantal algemene maatregelen enkele kleinere details aangepakt moeten worden. In onderstaande paragrafen worden nog een aantal opties uitgewerkt.

6.1 Suggesties op basis van het natuurlijk gedrag

Sociale dieren

Kalkoenen zijn socialere dieren dan vaak gedacht wordt. Mogelijk zitten er aanknopingspunten in het specifieke sociale gedrag om verenpikken tegen te gaan. Verenpikken is zelf immers mogelijk ook een vorm van (ontspoord) sociaal gedrag. Zo kan het wenselijk zijn om tomen niet groter te maken dan de vogels aankunnen om de pikorde nog te kunnen vaststellen. In de praktijk zal dit niet altijd even makkelijk te realiseren zijn, maar wellicht zijn er mogelijkheden door (partiele) compartimentering te realiseren, door bijvoorbeeld een uitgekiend systeem van (tijdelijke) afschotting.

Ecologie

De bijzondere ervaringen met het uitzetten van wilde kalkoenen (toen de populatie bedreigd was) wijzen erop dat kalkoenen mogelijk vrij intelligente dieren zijn die in gevangenschap vrij snel het vermogen om te overleven in het wild lijken te kunnen verliezen en/of die het nodige moeten leren om te kunnen overleven. Mogelijk speelt de overdracht van 'kennis' van moeder op nakomelingen bij kalkoenen een grotere rol dan we geneigd zijn te denken.

Voeding

Jonge kalkoenen eten uitsluitend/vooral insecten en zijn daar veel tijd mee bezig. Mogelijk kan het voeren van insecten aan (vooral jonge) kalkoenen helpen bij het beter onder controle krijgen van pikkerij.

Licht

Kalkoenen gebruiken kleuren voor (seksuele) communicatie. Ook hebben het lichtniveau en de kleur van het licht effect op de groei en seksuele ontwikkeling. Met name UV en blauw licht (of wit licht met veel blauw) lijken hier kansrijk. Gecombineerd met de relatief belangrijke rol die de lichtintensiteit kan hebben bij het tegengaan van verenpikken bij commercieel-gehouden kalkoenen kan het nader

beschouwen van de relatie licht-gezichtsvermogen-functie van (verschillende vormen van) licht wellicht aanknopingspunten bieden om pikkerij op te lossen.

6.2 Suggesties ten aanzien van soortspecifieke kenmerken

Veel van de gepresenteerde resultaten zijn gebaseerd op experimentele studies. Deze zijn lastig te vertalen naar de omstandigheden onder commerciële condities (o.a. veel grotere groepen). Verder kan variatie tussen koppels, bedrijven, landen, verschillen in management en omgevingscondities veel invloed hebben. Bij vleeskuikens hadden deze variabelen invloed op onzekerheid in risicoanalyses [34]. Verder onderzoek kan die onzekerheid doen afnemen, evenals expert opinies en oordelen, en natuurlijk door studies onder commerciële omstandigheden. Het gebruik van modellen om complexe analyses uit te voeren kan ook relevant zijn om een goede balans te vinden tussen productiviteit en welzijn [39, 74].

Fokkerij

Groepsselectie biedt een kans om pikkerij tegen te gaan [31]. Daarbij wordt gekeken naar de productieresultaten van de hele groep, i.p.v. enkel naar het dier waarmee verder wordt gefokt. Het voordeel daarvan is dat het helpt om gedrag dat nadelig is voor de groei/productie van groepsgenoten zoals pikkerij uit te selecteren, zonder dat tijdrovende gedragsstudies nodig zijn. Bij pikkerij is immers het slachtoffer eenvoudig te identificeren, maar de dader is alleen via uitgebreide gedragsobservaties te bepalen.

Een mogelijk probleem met groepsselectie is dat daarvoor dieren in kleine groepen gehuisvest moeten worden, waardoor de omgeving van de fokpopulatie gaat afwijken van de doelpopulatie van kalkoenen die bestemd zijn voor de slacht.

Er is behoefte aan onderzoek dat de onderliggende processen van pikkerij en kannibalisme bij kalkoenen ontrafelt, en aan onderzoek naar effectieve manieren om dit ongewenst gedrag tegen te gaan [8].

Licht

De relatie tussen UV en pikkerij vergt nog nader onderzoek [31]. Ook de invloed van met name het blauwe deel van het spectrum op de seksuele rijpheid en pikkerij dienen nog nader onderzocht te worden.

Voer

Recent onderzoek probeert door een andere voersamenstelling de darmen van de kalkoenen minder te belasten en zo pikkerij te reduceren. Darmgezondheid is een belangrijk aandachtspunt bij kalkoenen, omdat darmstoornissen zeer vaak voorkomen. Voedingsmaatregelen die darmstoornissen tegen kunnen gaan zouden daarom nader onderzocht moeten worden. Het primaire doel is dan verbeteren van darmgezondheid, maar een secundair effect zou kunnen zijn dat de dieren minder beschadigend pikgedrag vertonen.

Het is wenselijk om vogels te kunnen identificeren die een bijzondere voorkeur voor veren hebben, o.a. t.b.v. de genetische selectie [66] en vroege detectie in geval van pikkerij. Het kan ook gebruikt worden om het effect van bijvoorbeeld ander voer of andere behandeling beter meetbaar te maken. Geautomatiseerde identificatie zou ontwikkeld moeten worden om deze problemen op te lossen [66].

Literatuur

1. *An HSUS report: the welfare of animals in the turkey industry*, in *An HSUS Report: the welfare of animals in the turkey industry*; 2008. :12 pp. 144 ref. 2008, The Humane Society of the United States: Washington.
2. Allain, V., et al., *Prevalence of skin lesions in turkeys at slaughter*. *British poultry science*, 2013. **54**(1): p. 33-41.
3. Allinson, I., et al., *Effects of Beak Amputation and Sex on the Pecking Rate Damage and Performance Parameters of Turkey*. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 2013. **16**(19): p. 1022.
4. Barber, C.L., et al., *Preferences of growing ducklings and turkey poults for illuminance*. *Animal Welfare*, 2004. **13**(2): p. 211-224.
- 4b. Barnett, S.W., V.S. Barnett. 2008. *The Wild Turkey in Alabama*. Alabama Department of Conservation and Natural Resources. 108 p.
<http://www.outdooralabama.com/sites/default/files/hunting/game/turkey/Alabama%20Wild%20Turkey%20Book.pdf>. 2008.
5. Bedecarrats, G., D. Guemene, and M.A. Richard-Yris, *Effects of environmental and social factors on incubation behavior, endocrinological parameters, and production traits in turkey hens (Meleagris gallopavo)*. *Poultry Science*, 1997. **76**(9): p. 1307-1314.
6. Berger, L., *Salt and Trace Minerals for Livestock, Poultry and Other Animals, 8th Edition*. pp: 8 (Salt Institute, Virginia). 2006.
7. Berk, J., et al., *Einfluss der Füttertechnik und des Angebotes von Beschäftigungsmaterial auf das Vorkommen von Federpicken und Kannibalismus bei nicht-schnabelgekürzten Puten*. *Schlussbericht FLI-Institut für Tierschutz und Tierhaltung, Celle*. 46 pag. 2013b.
8. Berk, J., et al., *Environmental Enrichment as a Possibility To Reduce Injurious Pecking In Non-Debeaked Turkeys? In: Hafez, H.M. Continuous Improvement of Turkey Production and Health: Never-ending Story - Proceedings of the 7th "Hafez" International Symposium on Turkey Production. Meeting of the Working Group 10 (Turkey) of WPSA, Berlin, Germany*. 2013.
9. Bessei, W., *Zum Problem des Federpickens und Kannibalismus*. *DGS 35*: 656-665. 1983.
10. Bessei, W., *Verhaltensänderungen des Huhns bei Intensivierung des Haltungssystems*. *Archiv für Geflügelkunde= European poultry science= Revue de science avicole europeenne*, 1983b.
11. Bessei, W., *Das Verhalten von Mastputen Literatur* βερεσιχητ. *Archief Geflügelkunde*, 1999. **63**(2): p. 45-51.
12. Bessei, W., *Behaviour and welfare of turkeys*, Manchester. 2007.
13. Bessei, W., *Welfare assessment in turkey production*. *Proceedings of the 7th Turkey Science and Production Conference*, 2013: p. 11-15.
14. Bessei, W. and P. Günthner, *The behaviour of turkeys in response to increasing stocking density and different litter material*. *3 rd International Symposium on Turkey Production, Berlin, 9th - 11th June 2005*: 90-100. 2005.
15. Bessei, W., et al., *Measuring pecking of a bunch of feathers in individually housed hens: first results of genetic studies and feeding related reactions*. *Lohmann Information*, 1999. **22**: p. 27-31.
16. Bessei, W., M. Rudolph, and H.M. Hafez, *The incidence of footpad dermatitis in experimental and commercial flocks from 1969 – 2011 A Historical Review*. *9th International Turkey Symposium, Berlin, 21st – 23 June 2012*, 2012: p. 25.
17. Bestman, M., P. Koene, and J.-P. Wagenaar, *Influence of farm factors on the occurrence of feather pecking in organic reared hens and their predictability for feather pecking in the laying period*. *Applied Animal Behaviour Science*, 2009. **121**(2): p. 120-125.
18. Bijleveld, H., *Meer pikkerij bij kalkoenen met hele snavels*.
<https://www.boerderij.nl/Pluimveehouderij/Nieuws/2015/6/Meer-pikkerij-bij-kalkoenen-met-hele-snavels-1778043W/>. 2015.
19. Bilsing, A., I. Becker, and M. Nichelmann, *Verhaltensstörungen bei der Moschusente*. *Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung*. *KTBL-Schrift*, 1992. **351**: p. 69-76.
20. Bircher, L., H. Hirt, and H. Oester, *Sitzstangen in der Mastputenhaltung*. *KTBL-Schrift, Artgemäße Tierhaltung 373*: 169-176. 1996.
21. Blokhuis, H., *Feather-pecking in poultry: its relation with ground-pecking*. *Applied Animal Behaviour Science*, 1986. **16**(1): p. 63-67.

22. Buchwalder, T. and B. Huber-Eicher, *A brief report on aggressive interactions within and between groups of domestic turkeys (Meleagris gallopavo)*. Applied Animal Behaviour Science, 2003. **84**(1): p. 75-80.
23. Buchwalder, T. and B. Huber-Eicher, *Effect of increased floor space on aggressive behaviour in male turkeys (Meleagris gallopavo)*. Applied Animal Behaviour Science, 2004. **89**(3-4): p. 207-214.
24. Buchwalder, T. and B. Huber-Eicher, *Effect of group size on aggressive reactions to an introduced conspecific in groups of domestic turkeys (Meleagris gallopavo)*. Applied Animal Behaviour Science, 2005. **93**(3-4): p. 251-258.
25. Buchwalder, T. and B. Huber-Eicher, *Effect of the analgesic butorphanol on activity behaviour in turkeys (Meleagris gallopavo)*. Research in veterinary science, 2005b. **79**(3): p. 239-244.
26. Busayi, R.M., C.E. Channing, and P.M. Hocking, *Comparisons of damaging feather pecking and time budgets in male and female turkeys of a traditional breed and a genetically selected male line*. Applied Animal Behaviour Science, 2006. **96**(3-4): p. 281-292.
27. Cain, J., et al., *Grower diets and bird density effects on growth and cannibalism in ring-necked pheasants*. Poultry science, 1984. **63**(3): p. 450-457.
28. Classen, H., et al., *Effect of lighting treatment on the productivity, health, behaviour and sexual maturity of heavy male turkeys*. British Poultry Science, 1994. **35**(2): p. 215-225.
29. Clutton-Brock, J., *Animals as domesticates: A world view through history*. 2012: MSU Press.
30. Crowe, R. and J. Forbes, *Effects of four different environmental enrichment treatments on pecking behaviour in turkeys*. British poultry science, 1999. **40**(S1): p. 11-12.
31. Dalton, H.A., B.J. Wood, and S. Torrey, *Injurious pecking in domestic turkeys: development, causes, and potential solutions*. World's Poultry Science Journal, 2013. **69**(4): p. 865-875.
32. Dalton, H.A., et al., *An Appraisal of Beak Shape Variation in Six Week Old Turkeys Using Geometric Morphometrics*. Department of Animal and Poultry Science, University of Guelph, Canada. 8th "Hafez" International Symposium on Turkey Production, 28-30 May, 2015. 2015.
33. De Jong, I., B. Reuvekamp, and H. Gunnink, *Can substrate in early rearing prevent feather pecking in adult laying hens?* Animal Welfare, 2013. **22**(3): p. 305-314.
34. De Jong, I.C. and T.G.C.M.v. Niekerk, *Resultaten van het toepassen van het Welfare Quality-meetprotocol*, in *Tijdschrift voor Diergeneeskunde*. 2012. p. 748751.
- 34b. Dickson, J.G., *The wild turkey, biology and management*. A National Wild Turkey Federation and USDA Forest Service book. 1992: Stackpole books.
35. Duggan, G., et al., *The development of injurious pecking in a commercial turkey facility*. Journal of Applied Poultry Research, 2014. **23**(2): p. 280-290.
36. Ekesbo, I., *Turkeys (Meleagris gallopavo)*, I. Ekesbo, Editor. 2011, Farm animal behaviour, CABI: Wallingford. p. 121-133.
37. Erasmus, M., et al., *Fear in turkeys: implications for productivity and well-being*. Zonder datum.
38. Erasmus, M. and J. Swanson, *Temperamental turkeys: Reliability of behavioural responses to four tests of fear*. Applied Animal Behaviour Science, 2014. **157**: p. 100-108.
39. Estevez, I., *Density allowances for broilers: where to set the limits?* Poultry Science, 2007. **86**(6): p. 1265-1272.
40. Feltwell, R.E., *Intensive methods of poultry management*. 2nd ed. HMSO, London. 1953.
41. Fiks, T.G.C.M., et al., *Literatuurstudie ingrepen bij pluimvee*. Animal Sciences Group, PraktijkRapport Pluimvee 19, 92 pag. 2006.
42. Foss, D., L. Carew, and E. Arnold, *Physiological development of cockerels as influenced by selected wavelengths of environmental light*. Poultry science, 1972. **51**(6): p. 1922-1927.
43. Freire, R., S. Van Dort, and L. Rogers, *Pre-and post-hatching effects of corticosterone treatment on behavior of the domestic chick*. Hormones and behavior, 2006. **49**(2): p. 157-165.
44. Gahali, K., M.E. El Halawani, and I. Rozenboim, *Photostimulated Prolactin Release in the Turkey Hen: Effect of Ovariectomy and Environmental Temperature*. General and Comparative Endocrinology, 2001. **124**(2): p. 166-172.
45. GD, *Vlekziekte*. Beschikbaar op <http://www.gddiergezondheid.nl/diergezondheid/dierziekten/de-ziekte-vlekziekte> (geraadpleegd 12-12-2015). Website.
46. Gentle, M.J., R.B. Jones, and S.C. Woolley, *Physiological changes during tonic immobility in Gallus gallus var domesticus*. Physiology & behavior, 1989. **46**(5): p. 843-847.
47. Gill, D.J. and A. Leighton Jr, *Effects of light environment and population density on growth performance of male turkeys*. Poultry science, 1984. **63**(7): p. 1314-1321.
48. Gill, F., D. Donsker (Eds), *IOC World Bird List (v 4.4)*. doi : 10.14344/IOC.ML.4.4. Available at <http://www.worldbirdnames.org/> (accessed 16-12-2014). 2014.
49. Glatz, P. and B. Rodda, *Turkey farming: welfare and husbandry issues*. African Journal of Agricultural Research, 2013. **8**(48): p. 6149-6163.

50. Göth, A. and C.S. Evans, *Social responses without early experience: Australian brush-turkey chicks use specific visual cues to aggregate with conspecifics*. Journal of Experimental Biology, 2004. **207**(13): p. 2199-2208.
51. Graue, J., H. Glawatz, and H. Meyer, *Area coverage of BUT 6 commercial males determined by planimetric analyses*. Turkey conference, 2013: p. 66-79.
- 51a. Graue, J., *Beschäftigungsmaterial für Puten; Spielzeug auch für die Grossen*. DGS Magazin / Nr. 27 / 5. Juli 2014, p. 1-5.
52. Hale, E., W. Schleidt, and M. Schein, *The behaviour of turkeys*. The behaviour of domestic animals, 1969: p. 554-592.
53. Hale, E.B. and M.W. Schein, *The behaviour of turkeys*. In: *The Behaviour of Domestic Animals*. E. S. E. Hafez, ed. Balliere, Tindall & Cox, London. 1962.
54. Hamilton, R. and J. Kennie, *The effects of lighting program, ingredient particle size and feed form on the performance of broiler turkeys*. Canadian Journal of Animal Science, 1997. **77**(3): p. 503-508.
55. Harlander-Matauschek, A., et al., *The relative preferences for wood shavings or feathers in high and low feather pecking birds*. Applied Animal Behaviour Science, 2007. **107**(1): p. 78-87.
56. Hart, N., J. Partridge, and I. Cuthill, *Visual pigments, cone oil droplets, ocular media and predicted spectral sensitivity in the domestic turkey (Meleagris gallopavo)*. Vision research, 1999. **39**(20): p. 3321-3328.
57. Hart, N.S., J.C. Partridge, and I.C. Cuthill, *Visual pigments, cone oil droplets, ocular media and predicted spectral sensitivity in the domestic turkey (Meleagris gallopavo)*. Vision Research, 1999. **39**(20): p. 3321-3328.
58. Hiller, P., et al., *Verzicht auf Schnabelbehandlung - Das Tierwohl leidet sehr*. DGS Magazin 5/2014, *Putenhaltung*. 2014.
59. Hocking, P., *Welfare of food restricted male and female turkeys*. British poultry science, 1999. **40**(1): p. 19-29.
60. Hoyo, J.E., A.; Sargatal, J., *Birds of the world Family Meleagrididae (Turkeys)*. Handbook of the birds of the world, 1994. **2**: p. 364-375.
61. Hughes, B., *The effect of implanted gonadal hormones on feather pecking and cannibalism in pullets*. British poultry science, 1973. **14**(4): p. 341-348.
62. Hughes, B. and A. Black, *Battery cage shape: its effect on diurnal feeding pattern, egg shell cracking and feather pecking*. British Poultry Science, 1976. **17**(3): p. 327-336.
63. Hughes, B. and P. Grigor, *Behavioural time-budgets and beak related behaviour in floor-housed turkeys*. Animal Welfare, 1996. **5**(2): p. 189-198.
64. Hughes, B.O. and M.J. Gentle, *Beak trimming of poultry: its implications for welfare*. World's Poultry Science Journal, 1995. **51**(1): p. 51-61.
65. Janczak, A.M., et al., *Effects of stress in hens on the behaviour of their offspring*. Applied Animal Behaviour Science, 2007. **107**(1): p. 66-77.
66. Kjaer, J. and W. Bessei, *The interrelationships of nutrition and feather pecking in the domestic fowl*. 2013.
67. Kriegseis, I., et al., *Feather-pecking response of laying hens to feather and cellulose-based rations fed during rearing*. Poultry science, 2012. **91**(7): p. 1514-1521.
68. Kulke, K., et al., *Untersuchungen zum Vorkommen von Kannibalismus bei nicht schnabelgekürzten Putenhähnen bei unterschiedlichen Besatzdichten. Abschlussbericht. Institut für Tierhygiene, Tierschutz und Nutztierethologie, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover*. 91 pag. 2014.
69. Larson, C., et al., *Chapter 5 Common Diseases and Ailments of Turkeys and Their Management*. In: *Hawes, R. O. (Ed) 2007. How to Raise Heritage Turkeys on Pasture*. American Livestock Breeds Conservancy. Available at <http://www.livestockconservancy.org/index.php/resources/internal%20turkey-manual>. 2007.
70. Leighton, A.T., R.M. Hulet, and D.M. Denbow, *Effect of light sources and light intensity on growth performance and behaviour of male Turkeys*. British Poultry Science, 1989. **30**(3): p. 563-574.
- 70b. Leopold, A.S., *The Nature of Heritable Wildness in Turkeys*. The Condor, 1944. **46**(4): p. 133-197.
71. Letzguß, *Tiergerechte Mastputenhaltung mit Beschäftigungs- und Strukturelementen. unpublished research report* 2007.
72. Levenick, C. and A. Leighton, *Effects of photoperiod and filtered light on growth, reproduction, and mating behavior of turkeys. 1. Growth performance of two lines of males and females*. Poultry science, 1988. **67**(11): p. 1505-1513.
73. Lewis, P., G. Perry, and C. Sherwin, *Effect of intermittent light regimens on the performance of intact male turkeys*. Animal Science, 1998. **67**(03): p. 627-636.
74. Marchewka, J., et al., *Review of the social and environmental factors affecting the behavior and welfare of turkeys (Meleagris gallopavo)*. Poultry Science, 2013. **92**(6): p. 1467-1473.

75. McCullough, J., *Meleagris gallopavo* (On-line), *Animal Diversity Web*. Accessed December 16, 2014 at http://animaldiversity.org/accounts/Meleagris_gallopavo/. 2001.
76. McKeegan, D.E.F. and C.J. Savory, *Feather pecking and dietary protein: Is development of pecking damage in layer pullets influenced by dietary protein source?* *Poult. Intern.* 38, 48-50. 1999.
77. McKeegan, D.E.F. and C.J. Savory, *Feather eating in layer pullets and its possible role in the aetiology of feather pecking damage*. *Applied Animal Behaviour Science*, 1999b. **65**(1): p. 73-85.
78. Meyer, B., et al., *Dietary inclusion of feathers affects intestinal microbiota and microbial metabolites in growing Leghorn-type chickens*. *Poultry science*, 2012. **91**(7): p. 1506-1513.
79. Mirabito, L., L. Andre, and I. Bouvarel, *Effect of providing 'whole wheat' in the diet on pecking behaviour in turkeys*. *British poultry science*, 2003. **44**: p. 776-778.
80. Moinard, C., et al., *The Effects of Light Intensity and Light Source on Injuries due to Pecking of Male Domestic Turkeys <i>(Meleagris Gallopavo)</i>*. *Animal Welfare*, 2001. **10**(2): p. 131-139.
81. Moinard, C. and C.M. Sherwin, *Turkeys prefer fluorescent light with supplementary ultraviolet radiation*. *Applied Animal Behaviour Science*, 1999. **64**(4): p. 261-267.
82. Neeteson, A.-M., McAdam, J., Swalander, M., Van Tuijl, O., Koerhuis, A., *Entwicklung der Selektion auf Tierschutz-Merkmale und Nachhaltigkeit bei Aviagen – Hähnchen und Puten*. In: Dr. Antonia Patt (Ed) *INFORMATION ÜBER DIE 27. IGN-TAGUNG: Tierzucht und Tierschutz-Herausforderungen an eine tierschutzgerechte Zucht von Nutztieren 03. – 04. DEZEMBER 2014 FRIEDRICH-LOEFFLERINSTITUT, CELLE. IGN, Munchen www.ign-nutztierhaltung.ch*, p. 14-21. 2015.
83. Nestor, K., M. McCartney, and N. Bachev, *Relative contributions of genetics and environment to turkey improvement*. *Poultry science*, 1969. **48**(6): p. 1944-1949.
84. Nicol, C., et al., *Differential effects of increased stocking density, mediated by increased flock size, on feather pecking and aggression in laying hens*. *Applied Animal Behaviour Science*, 1999. **65**(2): p. 137-152.
85. Noirault, J., J.-P. Brillard, and M.R. Bakst, *Spermatogenesis in the turkey (Meleagris gallopavo): Quantitative approach in immature and adult males subjected to various photoperiods*. *Theriogenology*, 2006. **65**(4): p. 845-859.
86. Pulliainen, E. *Cannibalism in the pheasant (Phasianus colchicus L.) during the egg-laying period*. in *Annales Zoologici Fennici*. 1965. JSTOR.
87. Ramadan, S. and E. Von Borell, *Role of loose feathers on the development of feather pecking in laying hens*. *British poultry science*, 2008. **49**(3): p. 250-256.
88. Rodenburg, T., et al., *The prevention and control of feather pecking in laying hens: identifying the underlying principles*. *World's Poultry Science Journal*, 2013. **69**(02): p. 361-374.
89. Rozenboim, I., et al., *The role of prolactin in reproductive failure associated with heat stress in the domestic turkey*. *Biology of Reproduction*, 2004. **71**(4): p. 1208-1213.
90. Rusche, B., *Tierzucht aus Sicht des Tierschutzes – Was erwarten Tierschutzverbände von der Forschung?* p. 8-11. In: Dr. Antonia Patt (Ed) *INFORMATION ÜBER DIE 27. IGN-TAGUNG: Tierzucht und Tierschutz-Herausforderungen an eine tierschutzgerechte Zucht von Nutztieren 03. – 04. DEZEMBER 2014 FRIEDRICH-LOEFFLERINSTITUT, CELLE. IGN, Munchen www.ign-nutztierhaltung.ch*. 2015.
91. Schlup, P., L. Bircher, and M. Stauffacher, *Effects of breeding and housing on the development of the behaviour of broiler turkeys (Meleagris gallopavo ssp.)*. *KTBL Schrift*, 1991. **344**: p. 47-58.
92. Sherwin, C. and A. Kelland, *Time-budgets, comfort behaviours and injurious pecking of turkeys housed in pairs*. *British Poultry Science*, 1998. **39**(3): p. 325-332.
93. Sherwin, C.M., *Light intensity preferences of domestic male turkeys*. *Applied Animal Behaviour Science*, 1998. **58**(1-2): p. 121-130.
94. Sherwin, C.M. and C.L. Devereux, *Preliminary investigations of ultraviolet-induced markings on domestic turkey chicks and a possible role in injurious pecking*. *British Poultry Science*, 1999. **40**(4): p. 429-433.
95. Sherwin, C.M., P.D. Lewis, and G.C. Perry, *Effects of environmental enrichment, fluorescent and intermittent lighting on injurious pecking amongst male turkey poults*. *British Poultry Science*, 1999. **40**(5): p. 592-598.
96. Sirén, M.J., *A factor preventing cannibalism in cockerels*. *Life Sciences*, 1963. **2**(2): p. 120-124.
97. Speller, C.F., et al., *Ancient mitochondrial DNA analysis reveals complexity of indigenous North American turkey domestication*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2010. **107**(7): p. 2807-2812.
- 97a Spindler, B. and J. Hartung, *Influence of environmental enrichment on the behaviour of female Big 6 turkeys reared on an ecological farm*. 2009, *Tribun EU: Brno*. p. 359-362.
98. Spindler, B., J. Hartung, and C. Habig, *Gegenwärtige Management- und Haltungsbedingungen bei nicht schnabelge kürzten Puten in der ökologischen Haltung*. *Abschlussberichtd. Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover Institut für Tierhygiene, Tierschutz und Nutztierethologie*. 41 pag.

-
- http://www.ml.niedersachsen.de/download/91517/Abschlussbericht_Management-_und_Haltungsbedingungen_bei_unkupierten_Oekoputen.pdf, 2013.
99. Spindler, B., et al., *Abschlussbericht Untersuchungen zum Verzicht auf Schnabelkürzen bei Mastputenhennen: Kann der Einsatz von tierischem Eiweiß im Alleinfutter Federpicken und Kannibalismus bei Putenhennen reduzieren?* Institut für Tierhygiene, Tierschutz und Nutztierethologie, Hannover. 57 pag.
http://www.ml.niedersachsen.de/download/94265/Abschlussbericht_Besatzdichte_Puten_Ruthe.pdf. 2012.
- 99b. Yarrow, G. *Biology & Management of Eastern Wild Turkey*. Clemson extension, Fact Sheet 35, Forestry and Natural Resources. 9p.
http://www.clemson.edu/extension/natural_resources/wildlife/publications/fs35_eastern_wild_turkey.html. 2009.
100. Van Krimpen, M., et al., *Impact of feeding management on feather pecking in laying hens*. World's Poultry Science Journal, 2005. **61**(04): p. 663-686.
101. van Krimpen, M.M., et al., *Low dietary energy concentration, high nonstarch polysaccharide concentration, and coarse particle sizes of nonstarch polysaccharides affect the behavior of feather-pecking-prone laying hens*. Poultry Science, 2008. **87**(3): p. 485-496.
102. Van Niekerk, T., H. Ellen, and A. Winkel, *Licht op licht: Licht en verlichting in de pluimveehouderij in relatie tot beschadigend pikgedrag*. Rapport van Wageningen Livestock Research, Wageningen. 2015.
103. Van Niekerk, T.G.C.M., et al., *Ingrepen bij pluimvee : update 2011 "Literatuurstudie ingrepen bij pluimvee" = Mutilations in poultry : update 2011 "Literature study mutilations poultry"*. Lelystad : ASG Veehouderij/ Wageningen UR, (Rapport / Animal Sciences Group 468) - p. 75. 2011.
104. Van Niekerk, T.G.C.M., H. Gunnink, and K. Van Reenen, *Welfare Quality® assessment protocol for laying hens*. Wageningen UR Livestock Research, Report 589. 2012.
105. Veldkamp, T., *Snavelbehandeling in de kalkoenhouderij : alternatieven via fokkerij en bedrijfsmanagement = Beak trimming in turkey production : alternatives by means of breeding and farm management*. Wageningen : Wageningen UR Livestock Research, (Rapport / Wageningen UR Livestock Research 197)- p. 28. 2010.
106. Veldkamp, T., *Nog geen oplossing voor pikkerij bij kalkoenen*. V-focus 7 (5A). - p. 38 - 39. 2010b.
107. Veldkamp, T., *Omgevingsverrijking voor vleeskalkoenen = Environmental enrichment for turkeys*. Lelystad : Wageningen UR Livestock Research, (Rapport / Wageningen UR Livestock Research 651) - p. 15. 2012.
108. Veldkamp, T., *Persoonlijke mededeling*. 2015.
109. Voet, J., *Startnotitie kalkoenhouderij voor de werkgroep kalkoenen van de Raad voor Dierenaangelegenheden*. IKC-Landbouw, Ede. Beschikbaar op http://www.rda.nl/home/files/rda_2000_2.pdf (geraadpleegd op 12-12-2015). 1999.
110. Wabeck, C. and W. Skoglund, *Influence of radiant energy from fluorescent light sources on growth, mortality, and feed conversion of broilers*. Poultry science, 1974. **53**(6): p. 2055-2059.
111. Watanabe, T.T.N., et al., *Review of the physiological and pathological welfare indicators applied in turkeys (Meleagris gallopavo)*. Biotechnology in Animal Husbandry, 2013. **29**(4): p. 727-740.
112. Yahav, S., S. Hurwitz, and I. Rozenboim, *The effect of light intensity on growth and development of turkey toms*. British Poultry Science, 2000. **41**(1): p. 101-106.
113. Youssef, I.M.I.B., A.; Rohn, K.; Kamphues, J., *Impacts of diet composition and litter quality on development and severity of foot pad dermatitis in growing turkeys*. Lohmann information. **46**(1): p. 10-20.
114. Zahraddeen, D., T. Ahemen, and P.I. Aliyu, *On-farm studies on breeding characteristics of turkeys (Meleagris gallopavo) in parts of Jos Plateau, Nigeria*. Advances in Applied Science Research, 2011. **2**(2): p. 179-184.
115. Zimmerman, P., et al. *The effects of stocking rate and modified management on the welfare of laying hens in non-cage systems*. in *Animal Science Papers and Reports*. 2005. Polish Academy of Sciences, Institute of Genetics and Animal Breeding.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen UR Livestock Research
Postbus 338
6700 AH Wageningen
T 0317 48 39 53
E info.livestockresearch@wur.nl
www.wageningenUR.nl/livestockresearch

Wageningen UR Livestock Research ontwikkelt kennis voor een zorgvuldige en renderende veehouderij, vertaalt deze naar praktijkgerichte oplossingen en innovaties, en zorgt voor doorstroming van deze kennis. Onze wetenschappelijke kennis op het gebied van veehouderijsystemen en van voeding, genetica, welzijn en milieu-impact van landbouwhuisdieren integreren we, samen met onze klanten, tot veehouderijconcepten voor de 21e eeuw.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

