



Coördinatiecentrum praktijkgericht onderzoek en voorlichting Biologische Teelt vzw

## Eindrapport Project 2011

**LITERATUURSTUDIE: MOGELIJKHEDEN TOT ALTERNATIEVE BESTRIJDING VAN  
INFECTIES DOOR *ESCHERICHIA COLI* EN *ERYSIPELOTHRIX RHUSIOPATHIAE*  
(VLEKZIEKTE) BINNEN DE BIOLOGISCHE PLUIMVEEHOUDERIJ**

*Aanvrager: Proefbedrijf Pluimveehouderij*

**Ine Kempen**

## 2. INHOUD VAN HET EINDRAPPORT

### INLEIDING: SITUERING EN DOELSTELLING VAN HET PROJECT

*Escherichia coli* is de meest voorkomende bacterie bij pluimvee. De bacterie slaat pas toe als de weerstand van het dier door een andere oorzaak verzwakt is bv. door ziekte (IB), door stress (pikkerij) of door slecht management. *E. coli* kan bij leghennen buikvlies-, eileider- en eierstokontsteking veroorzaken. Bij vleeskuikens treden meestal luchtzak-, long- en gewrichtsontstekingen op.

In een enquête uitgevoerd door Wageningen UR bij Nederlandse biologische pluimveehouders kwam naar voor dat biologische pluimveehouders, na bloedluizen en wormen, de meeste problemen ondervonden met *E. coli*.

Vlekziekte wordt de laatste jaren meer en meer gediagnosticeerd op legbedrijven met een alternatieve productie (scharrel, vrije uitloop en biologische productie). Vlekziekte is een "oude" ziekte die nu regelmatig opduikt en tot grote economische verliezen kan leiden. Bij pluimvee verzwakt vlekziekte de kippen, veroorzaakt diarree, doet de eiproductie afnemen en kan een plotse dood veroorzaken.

De biologische pluimveehouderij staat voortdurend voor de uitdaging om infecties door *E. coli* en vlekziekte op een alternatieve manier te controleren. Een goede bedrijfshygiëne en een optimaal management komt hier op de eerste plaats. Daarnaast kan gekeken worden welke alternatieve middelen kunnen ingepast worden in het management.

Het doel van dit project was een verkennende literatuurstudie rond het potentieel van alternatieve middelen voor de bestrijding van infecties door *E. coli* en vlekziekte binnen de biologische pluimveehouderij. De doelgroep bestaat uit biologische producenten uit de leghennen- en vleeskippenhouderij.

In een eerste deel van de studie worden beide bacteriën geschetst. Hun voorkomen wordt beschreven, naast de diagnose die gesteld wordt, de wijze van besmetting en de symptomen die ze veroorzaken. In een tweede deel worden enkele praktische tips aangereikt om via het management de infectiedruk te minimaliseren. In het laatste deel worden enkele alternatieve middelen opgesomd die de pluimveehouder kan inplannen in de bedrijfsvoering.

## TECHNISCH VERSLAG VAN HET PROJECT

### *Wat is Escherichia coli?*

De bacterie *Escherichia coli* (*E. coli*) is een heel normale darmbewoner en is de meest geïsoleerde bacterie bij pluimvee. De meeste *E. coli* soorten zijn niet eens schadelijk. Toch veroorzaakt deze bacterie jaarlijks veel schade in de gehele pluimveesector. Het is één van de belangrijkste oorzaken van economische verliezen in de pluimveehouderij (Luftul Kabir, 2010) als gevolg van de ziekte van de dieren, een gebrek aan uniformiteit in een toom, een te lage productie, een verhoogde afkeuring in het slachthuis en de sterfte. De uiteenlopende ziektebeelden naast de verschillende leeftijdsgroepen die kunnen worden aangetast maken dat colibacillose al jaren een gevreesde ziekte is in de pluimveesector (Wray & Morris, 1985). Op het Proefbedrijf Pluimveehouderij werden tijdens de ronde 2010-2011 door de eigen veearts autopsies op de gestorven hennen uitgevoerd. Bij 12% werden symptomen van *E. coli* vastgesteld.

*E. coli* vormt ook op biologische bedrijven een groot probleem. In een enquête uitgevoerd door Wageningen UR kwam naar voor dat biologische pluimveehouders in Nederland, na bloedluizen en wormen, de meeste problemen bij leghennen ondervonden met *E. coli* (Reuvekamp, 2008).

Er zijn meer dan 12000 serotypen van *E. coli*. Een serotype of serovar is een specifiek subtype van een bepaald micro-organisme, ingedeeld op basis van de specifieke antigenen aanwezig op het celmembraan. Ze worden bij *E. coli* ingedeeld op basis van aanwezige H-, F-, O- en K-antigenen. De meesten van deze serotypen zijn niet schadelijk voor pluimvee. Uitbraken van colibacillose wereldwijd worden het meest frequent toegeschreven aan de serotypes O78:K80 en O1:K2 (Rahmann et al, 2004).

*E. coli* is een opportunistische en voorwaardelijke ziekteverwekker. Dit wil zeggen dat de bacterie infecteert wanneer het de kans krijgt en dat problemen ontstaan als er reeds andere problemen op het bedrijf spelen. *E. coli* is niet schadelijk zolang er een goed evenwicht bestaat tussen de bacteriën in de darm (Barnes & Gross, 1997). In het algemeen kan gesteld worden dat elke factor die stress veroorzaakt bij de kip een trigger kan zijn of een kans kan geven aan *E. coli* om te infecteren.

Factoren op een bedrijf die een infectie van *E. coli* in de hand kunnen werken:

- Verhoogde besmettingsdruk
- Stress
- Verminderde weerstand van de dieren
- Primaire virusinfecties
- Andere bacteriële infecties
- Slecht stalklimaat (verhoogde ammoniak en stofconcentraties)

### *Waar komt *E. coli* voor?*

Bij kippen vindt men deze bacteriën voornamelijk ter hoogte van de caeca, waar tot 106 kolonievormende eenheden *E. coli* per gram darminhoud kunnen aanwezig zijn, met een piek bij kippen rond de leeftijd van 3 weken. Bij pluimvee vormen ook de bovenste luchtwegen een natuurlijk reservoir van *E. coli*. De bacterie is ook te vinden in verenstof, huidschilfers, mest en in de stalomgeving (Luftul Kabir, 2010).

### *Diagnose*

Het accuraat stellen van de diagnose berust in de eerste plaats op het herkennen van de symptomen. Zoals hierboven vermeld, zijn bepaalde symptomen zeer duidelijk geassocieerd met een *E. coli*-infectie, terwijl andere symptomen meerdere oorzaken kunnen hebben. Luchtwegproblemen bij kippen worden niet alleen veroorzaakt door *E. coli*, maar kunnen ook door virale of andere bacteriële agentia geïnduceerd worden, zoals *Pasteurella multocida*, *Avibacterium paragallinarium* en *ornithobacterium rhinotracheale*. Hierbij is *E. coli* wel de meest frequente voorkomende oorzaak (Glisson, 1998). Een aanvullend diagnostisch hulpmiddel is vaak aangewezen. Het aantonen van de aanwezigheid van *E. coli* op zich zegt evenwel weinig, gezien het alom aanwezig zijn van de bacterie. Een aanvullende serotypering is noodzakelijk.

## Wijze van besmetting

*E. coli* kan zich in de darm vermenigvuldigen en wordt verspreid via de mest. De bacterie kan in de mest wekenlang blijven leven. Eischaalbesmeuring met mest kan leiden tot dooierrestontsteking bij jonge kuikens. Besmetting kan ook gebeuren via stofdeeltjes in de lucht, voer, water, mest en ongedierte (GDeventer).

Er zijn 4 mogelijke routes voor het ontstaan van eileider en buikvliesontsteking door *E. coli*.

1. Vanuit de luchtzakken kunnen *E. coli* bacteriën de eileider en buikholte bereiken.
2. Bij hoogproductieve dieren zou de kringspier tussen vagina en cloaca te veel verslappen, waardoor mestdeeltjes met *E. coli* de vagina en eileider kunnen bereiken.
3. *E. coli* kan vanuit het darmkanaal door de darmwand in de buikholte terecht komen.
4. Bloedvergiftiging vanuit de longen en /of darmen.

Zeer snel na het uitkippen begint de kolonisatie van het maag-darmstelsel met *E. coli*, afkomstig van zowel de omgeving, soortgenoten, voedsel als water, alsook dooierzakontsteking en necrotische ontsteking van de darm (Persoons, 2011). De infectieweg van *E. coli* loopt echter voornamelijk via de ademhalingswegen. De inhalatie van stofdeeltjes beladen met infectieuze *E. coli*, uitgescheiden via de mest van gezonde dieren, kan aanleiding geven tot het aanslaan van een infectie. Te hoge ammoniakconcentraties, overbezetting of virale infecties, zoals IB, zorgen ook voor een verzwakking van het ademhalingsepitheel en maken de weg vrij voor de kolonisatie door infectieuze *E. coli* (Barnes & Gross, 1997). Na de kolonisatie van de luchtpijp breidt de infectie zich uit naar dieper gelegen luchtwegen (luchtzakken, longen) om daarna in de bloedbaan door te dringen met septicemie (bloedvergiftiging) tot gevolg (Persoons, 2011). Interne organen kunnen op die manier aangetast worden.

## Symptomen

E. coli kan zowel jonge kuikens, oudere vleeskuikens, eenden, kalkoenen als volwassen leghennen infecteren. In onderstaande tabel (tabel 1) worden per categorie de belangrijkste verschijnselen of symptomen opgesomd.

Tabel 1: symptomen van een E. coli-infectie per diersoort (bron: GDeventer)

Diersoort	Verschijnselen
Jonge kuikens	Navelontsteking, dooierrestontsteking, hartzakontsteking, gewrichtsontsteking
Oudere vleeskuikens (vanaf 3 weken), kalkoenen en eenden	Luchtzakontsteking, hartzakontsteking, ontsteking van leverkapsel, longontsteking, gewrichtsontsteking (colibacillose of polyserositis)
Leghennen	Buikvliesontsteking, eileiderontsteking, eierstokontsteking

Een infectie door E. coli kan verscheidene symptomen veroorzaken. Symptomen kunnen variëren van een plotse uitval tot dipje in de productie. De symptomen hangen ook af van de leeftijd en de algemene gezondheid van de kip.

### **Dooierrestontsteking**

De besmetting van het kuiken met E. coli kan reeds in het ei gebeuren of kort na het uitkippen. Uit een studie (Giovanardi et al., 2003) bleek dat E.coli-types bij vleeskuikens met colibacillose correleerden met de E. coli types geïsoleerd bij de moederdieren. Als het moederdier lijdt aan een ontsteking van de eileider of het ovarium, veroorzaakt door E. coli, kunnen de schaalvliezen besmet worden. De bacterie zit in dat geval geïncorporeerd in het ei (Persoons, 2011).

Maar de kans op een dooierrestontsteking is het grootst bij besmeuring van de eischaal met mest (GDeventer). Bij passage van het ei door de cloaca, kan het ei besmet geraken met faeces en dus ook besmet geraken met E. coli. Vlak na het uitkippen kan het kuiken via die weg gekoloniseerd worden (Barnes & Gross, 1997). De penetratie van een pathogene E. coli in het ei tijdens incubatie is niet altijd fataal voor embryo's maar de kuikens kunnen na uitkipping wel drager zijn (Giovanardi, 2005). In beide gevallen (via een ontsteking van de eileider of via besmeuring van het ei) kan ook via inhalatie horizontale transmissie optreden

van E. coli als de geïnfecteerde en de gezonde kuikens bij elkaar zitten of contact hebben na de uitkipping (Giovanardi, 2005).

Als de besmetting voor het uitkippen gebeurt, dan sterft het kuikenembryo door een ontsteking van de dooierzak. Een besmetting tijdens of kort na uitkippen via de navel zorgt voor een ontsteking van de dooierrest (Persoons, 2011). De kuikens presteren niet goed en kunnen sterven.

### **Septicemie**

Colisepticemie wil zeggen dat er E. coli in de bloedbaan aanwezig is. Zowel vleeskuikens als leghennen worden erdoor aangetast. Het is deze vorm van E. coli die de hoogste mortaliteit en afkeuringen aan de slachtlijn veroorzaakt (Persoons, 2011). Meestal zijn de luchtzakken, de lever en het hart het meest aangetast, met vaak een uitbreiding naar andere organen en het buikvlies. Typisch voor colisepticemie zijn weefsels die groen verkleurd zijn en een karakteristieke geur. Pericarditis of ontsteking van het hartzakje wordt vaak gezien (Barnes & Gross, 1997).

De virulentie van de E. coli bacterie en de immuunstatus van de gastheer bepalen de duur, de graad van de ziekte en de ernst van de letsels. Symptomen gaan gepaard met depressie, koorts en vaak sterfte.

Colisepticemie is vaak een ziekte bij jonge kuikens, maar er kan soms ook een acute vorm optreden bij volwassen leghennen. Een uitbraak vindt vaak plaats bij de start van de eiproduktie en gaat gepaard met een plotse uitval die tussen de 5% en 10% kan liggen. Er wordt aangenomen dat de stress, die samengaat bij het begin van de eiproduktie, de belangrijkste factor is (Barnes & Gross, 1997).

### **Respiratoire colibacillose**

Respiratoire colibacillose is een respiratoire ziekte, veroorzaakt door een secundaire infectie met een pathogene E. coli. Elke aanval op het ademhalingsstelsel kan in het voordeel zijn van een infectie door E. coli. De primaire factor kan een primaire virus- of bacterie-infectie zijn. Verschillende pathogenen zoals NBD, IBV en MG kunnen hier een rol in spelen (Glisson, 1998; Luftul Kabir, 2010).

Maar vooral ook omgevingsfactoren zoals veel stof in de stal en hoge ammoniakwaarden zijn bepalend (Glisson, 1998). De luchtzakken zijn kwetsbare organen met geringe afweermogelijkheden tegen aangevoerde schadelijke organismen via de lucht (Barnes & Gross, 1997). Er wordt vrij snel een daling in de voederopname vastgesteld en een verhoging van de lichaamstemperatuur

waardoor de dieren nog minder gaan eten. De zeer zieke dieren vertonen duidelijke ademhalingsstoornissen, zoals het ademen met de open bek of het versneld en onregelmatig ademen. De luchtzakontsteking creëert een toegangsweg voor *E. coli* om de bloedbaan binnen te dringen en septicemie te veroorzaken (Barnes & Gross, 1997). In één stal kan al gauw de helft van de dieren symptomen vertonen met gevolgen op gebied van groeiprestaties, afkeuringen in het slachthuis en een stijgende mortaliteit (Persoons, 2011).

### **Dikke koppenziekte (in het Engels: Swollen Head Syndrome)**

Vaak wordt de dikke koppenziekte veroorzaakt door een primaire infectie met een pneumovirus nl. APV of avian pneumovirus (Seal, 2000), samen met een secundaire bacteriële infectie zoals *E. coli*. Dikke koppenziekte wordt gekenmerkt door oedeem van de periorbitale sinussen (Lu, 1994). Bij leghennen treedt er een verlies of daling van de eiproductie op. De symptomen die optreden zijn vooral problemen met de ademhaling zoals niezen en verlies van neusvocht. In Europa komt deze ziekte vooral voor bij braadkippen tussen de 4 en 6 weken (Georgiades et al, 2001).

### **Ontsteking van de eileider (salpingitis) en ontsteking van de ovaria (ovaritis)**

Ontsteking van de eileider door *E. coli* resulteert in een verlaagde eiproductie en mortaliteit bij leghennen en moederdieren. Het is 1 van de belangrijkste doodsoorzaken bij leghennen. Infectie gebeurt wanneer *E. coli* vanuit de cloaca in de eileider geraakt, maar infectie vanuit de lichtezak is ook mogelijk. Een sterke eiproductie is een belangrijke factor bij eileiderontsteking doordat de kringspier tussen de vagina en de cloaca relaxeert en infectie kan optreden wanneer veel bacteriën de eileider of het vruchtbaarheidsorgaan binnendringen. De wand van de oviduct wordt dunwandig en bevat een exudaat of ontstekingsvocht. Dit vocht kan zo toenemen dat het bijna de volledige lichaamsholte kan innemen. Dit exudaat is uilagig geconcentreerd en bevat meestal nog ei, schaal-, of membraanresten. Uitbreiding van de ontsteking naar de buikholte doorheen de wand van de eileider kan leiden tot peritonitis of buikvliesontsteking. Maar buikvliesontsteking kan ook op zichzelf staan door het voorkomen van eidooier in de buikholte. Geïnfecteerde leghennen kunnen geen eieren meer leggen. De ovulatie in de buikholte kan samen gaan met salpingitis en hierdoor peritonitis in de hand werken (Barnes & Gross, 1997).



### **Necrotische dermatitis**

Ter hoogte van de onderbuik en dijen kan bij oudere vleeskuikens een ontsteking en chronische verdikking van de huid (cellulitis) voorkomen, ook wel het scabby hip syndrome genoemd. Door het herhaaldelijk krabben of ammoniakirritatie bij kippen die vaak neerliggen, kan een verweking van de huid ontstaan, waardoor *E. coli* bacteriën de huid kunnen binnendringen. De dieren zelf zien er niet ziek uit, maar de aandoening zorgt voor een grote uitval aan de slachtlijn (Persoons, 2011).

### **Coligranulomatose**

Deze eerder zeldzame vorm van *E. coli*-infectie wordt meestal gezien bij volwassen dieren. Hoewel de ziekte slechts sporadisch voorkomt, kan bij uitbraak het sterftepercentage in een stal oplopen tot 75%. De dieren vertonen weinig tot geen uitwendige symptomen maar ontwikkelen granulomen (woekeringen) op de lever en de blinde darm. De dieren sterven door het openscheuren of barsten van deze letsels (Barnes & Gross, 1997).

## *Wat is vlekziekte?*

Vlekziekte is een 'oude' ziekte die, vooral in de legsector, terug regelmatig opduikt en tot belangrijke economische verliezen kan leiden. Vlekziekte wordt veroorzaakt door de bacterie *Erysipelothrix rhusiopathiae* en is Gram-positief (Reboli, 1989). De bacterie komt algemeen voor in de omgeving en kan voor problemen zorgen bij verschillende diersoorten zoals varkens, schapen, pluimvee en reptielen maar ook bij de mens.

Bij pluimvee kan deze bacteriële aandoening voorkomen bij kippen, kalkoenen, eenden, ganzen, fazanten, kwartels en parelhoenders. Vooral leghennenbedrijven met alternatieve productie (scharrel, volière en biologisch gehouden dieren) blijken gevoelig voor deze bacterie. Fossum (2009) vond in Zweden bij 10 van 129 koppels, gehuisvest in een scharrelstelsel, en 6 van 23 koppels, gehuisvest in een systeem met vrije uitloop, uitbraken veroorzaakt door *Erysipelothrix rhusiopathiae*.

Door Bisgaard (1980) werden op basis van 39 uitbraken van de ziekte op pluimveebedrijven 8 serotypes van de bacterie geïsoleerd waarvan serotype 1, 5, 6 en 9 de meest voorkomende waren.

Verschillende factoren kunnen verklaren waarom deze bacterie pathogeen is. Er is aangetoond dat deze bacterie hyaluronidase en neuraminidase produceert. Dit laatste enzyme speelt een belangrijke rol bij de aanhechting aan en het binnendringen in de gastheercel (Wang, 2010).

Het ziektebeeld dat deze bacterie veroorzaakt bij pluimvee wordt ook wel erysipelas genoemd.

## *Voorkomen en besmetting*

De bacterie *Erysipelothrix rhusiopathiae* komt in het algemeen in de omgeving voor en kan lang in de omgeving overleven, zelf op mariene locaties (Brooke, 1999). De bacterie is resistent tegen de meeste chemische invloeden en invloeden uit de omgeving. *E. rhusiopathiae* kan zowel in dierlijke reservoirs als in reservoirs in de omgeving voorkomen.

In reservoirs van dierlijke oorsprong kan *E. rhusiopathiae* voorkomen in karkassen, mest en urine waardoor voeder, water, de uitloop en het strooisel kan besmet worden en zo de bacterie kan doorgegeven worden aan andere dieren (Brooke, 1999). Het voorkomen van de bacterie op een bedrijf wordt dus onderhouden door het dragen van de bacterie in het dier en de uitscheiding ervan in de omgeving (Brooke, 1999). De overlevingstijd in de bodem kan variëren afhankelijk van de omstandigheden. De bacterie kan alleszins lang genoeg in de bodem overleven om een potentiële bron voor infectie te vormen. De overleving in de bodem is hoger bij lagere temperaturen.

Besmetting treedt op via huidwondjes of via de slijmvliezen. Op die manier kunnen dieren die gestorven zijn aan vlekziekte door kannibalisme ook een bron zijn van besmetting voor het koppel (GDeventer). Vaak wordt vismeel in het voer en uitgereden varkensmest op het veld genoemd als belangrijke bronnen van infectie. Mest werd hierboven al aangehaald als mogelijk reservoir. Dat vismeel als bron wordt aangeduid heeft een andere oorzaak. *E. rhusiopathiae* wordt ook geassocieerd met zeevissen, mosselen en kreeftachtigen (Brooke, 1999). De bacterie overleeft en groeit op de slijmlaag bij vissen maar veroorzaakt bij de vissen zelf geen ziekte (Sindermann, 1970). Aangezien de bacterie resistent is aan verschillende invloeden vanuit de omgeving kan het via vismeel in het voer terechtkomen.

Andere vectoren of verspreiders van de bacterie zijn wilde vogels, vliegen en muggen. Ook de bloedmijt kan een vector zijn, maar dit staat in de literatuur nog ter discussie (Brännström, 2010). Muizen en knaagdieren kunnen de bacterie in zich dragen en zijn in sommige milieus belangrijke reservoirs (Brooke, 1999).

## Symptomen en diagnose

De mortaliteit binnen een koppel kan na infectie door *E. rhusiopathiae* tot 15% oplopen en kan al een piek na 24 tot 48 uur na het verschijnen van de eerste symptomen (Chauhan, 1997) bereiken. De uitval kan gering zijn en erg lang aanhouden of zeer acuut met hoge mortaliteitscijfers. De tijd tussen het moment van infectie en de eerste symptomen is ongeveer 2 tot 5 dagen (GDeventer). Als in een koppel ook kannibalisme en pikkerij voorkomt, komen meer huidwondjes voor. Zo kan de ziekte snel verspreiden en de mortaliteit hoog oplopen.

Symptomen zijn een algemene depressie onder het koppel, diarree en blauw kleuren van de kammen (Chauhan, 1997). Ook kan er een daling van de leg optreden (GDeventer).

Bij autopsie wordt een gezwollen lever met necrotische plekken (figuur 1) waargenomen. Er kunnen bloedingen gevonden worden in de borstspieren, het vetweefsel, de hartspieren en de buikvlieszen. Ook kunnen de nieren en de milt vergroot zijn. Naast het vaststellen van het ziektebeeld en de autopsie is er aanvullend onderzoek nodig om de diagnose te bevestigen. Voor het bacteriologisch onderzoek kan het beenmerg, de lever of de milt gebruikt worden (Chauhan, 1997).



Figuur 1: lever bij autopsie na diagnose van vlekziekte (Bron: GDeventer)

Vlekziekte is een zoönose. De bacterie kan dus ook ziekteverschijnselen bij de mens veroorzaken (Robson, 1998). De ziekte staat bij de mens ook bekend als visroos. Vooral personeel in een slachthuis, personeel in de visverwerkende industrie, landbouwers en veeartsen kunnen hiervan het slachtoffer zijn. Meestal wordt de ziekte opgelopen door een wondje aan de hand. De plaats van infectie begint te jeuken en er kan een brandend gevoel optreden. De huid zwelt en kan een blauwrode kleur krijgen (GDeventer).

## *Preventief voorkomen van infecties vanuit het management*

Zowel infecties door E. coli als vlekziekte kan behandeld worden maar de beste en meest goedkope manier is het inpassen van de juiste preventieve maatregelen binnen het management. Hieronder worden een aantal maatregelen opgelijst die in het management kunnen opgenomen worden. Sommige van deze maatregelen zijn in het algemeen nuttig om de infectiedruk in de stal laag te houden. Bepaalde tips zijn echter specifiek om infecties door E. coli en vlekziekte tegen te gaan.

- Grondige reiniging en ontsmetting van de stal op de juiste manier. Voor de uitloop is dit echter niet mogelijk waardoor de uitloop een bron van infectie voor het nieuwe koppel blijft. Het is hiervoor belangrijk dat de uitloop zo goed mogelijk ingericht wordt, zodat het gebruik van de uitloop optimaal en puntbesmettingen in de uitloop voorkomen worden. Over het inrichten van een uitloop, bestaat reeds verschillende praktische brochures (kunnen opgevraagd worden bij het Louis Bolk Instituut en op de website [www.proefbedrijf.be](http://www.proefbedrijf.be) ).
- Voorkomen van ziekte-insleep o.a. door het toepassen van het all in-all out systeem.
- Probeer stress in de stal zo laag mogelijk te houden. Stress kan de weg voor infectie voor E. coli vrij maken en kan pikkerij en kannibalisme veroorzaken in de stal wat bevorderlijk is voor vlekziekte.
- Een optimale klimaatbeheersing is noodzakelijk. Er moet voldoende geventileerd worden in de stal zodat de gehalten aan ammoniak en stof niet te hoog worden. Houd een absolute minimumventilatie aan van 0.7m<sup>3</sup>/kg/uur. De meest kritische periode is de ochtend als de buitentemperatuur op het laagste niveau is en de ventilatie aan een minimum draait (GDeventer).
- Vaccineren tegen primaire virusinfecties (bv. IB en Gumboro) en het correct uitvoeren van entingen met minimale entreacties. Infectie door IB kan een predisponerende factor zijn voor infecties door E. coli. Er kan tegen vlekziekte een stalvaccin gemaakt worden voor het volgende koppel. Geadviseerd wordt om na een uitbraak 3 tot 5 opeenvolgende koppels te enten tijdens de opfok (GDeventer). Ook kan er tegen E. coli worden gevaccineerd. Als er bij voorgaande koppels een hoge uitval door buikvliesontsteking optrad, kunnen legkippen in de opfok worden geënt met een stalvaccin.

- Ongediertebestrijding is zeer belangrijk. Zowel *E. rhusiopathiae* als *E. coli* kan door ongedierte verspreid worden. Bij ongedierte past ook bestrijding van de bloedluis. Bloedluisbestrijding vergt een goede monitoring en tijdig beslissen om in te grijpen met gepaste middelen. Voor meer uitleg over een goede monitoring kan het Proefbedrijf Pluimveehouderij gecontacteerd worden.
- Controleer regelmatig de kwaliteit van het drinkwater en de leidingen. Er kan zich in drinkwaterleidingen gemakkelijk een biofilm ontwikkelen.
- Grondige controle van het voersysteem en regelmatig binnen het management inpassen dat de voergoten volledig worden leeggegeten.
- Er kan structuur in het voeder aangebracht worden door ruwvezel toe te voegen. Hierdoor is de verblijftijd van het voeder in de klier- en spiermaag langer en kunnen bacteriën beter afgedood worden (GDeventer). Ook kan het er voor zorgen dat pikkerij in een koppel op deze manier wordt tegengegaan.
- Specifiek voor de preventie van vlekziekte moet contact met schapen en varkens vermeden worden.

## *Alternatieven voor het bestrijden van infecties*

In onderstaande tekst staan verschillende alternatieven opgesomd die kunnen gesupplementeerd worden in het voeder om infecties door E. coli tegen te gaan. Voor vlekziekte zijn zulke alternatieven weinig of niet bekend. Vlekziekte moet dus zoveel mogelijk vanuit het management worden tegengegaan.

Onderstaand worden achtereenvolgens vitaminen, organische zuren, probiotica, prebiotica en het gebruik van bestanddelen uit kruiden of planten toegelicht. Een belangrijke kanttekening voor de biologische sector is dat het gebruik van deze producten niet altijd duidelijk in de wetgeving opgenomen zijn. Het is dus van uiterst belang om voor het inzetten van 1 van onderstaande producten, te controleren bij het bevoegd controle-orgaan of dit product mag gebruikt worden. Contact kan hiervoor opgenomen worden op [www.tuv-nord.com](http://www.tuv-nord.com).

### *Vitaminen*

Een vitamine is een micronutriënt die in organismen wordt gebruikt in co-enzymen. Ze spelen een rol bij de groei, het herstel en het goed functioneren van het organisme. Organismen kunnen niet of in onvoldoende mate zelf vitaminen maken, dus moeten deze opgenomen worden via de voeding.

Vitaminen en mineralenmengsels worden gebruikt om de weerstand van de dieren te verhogen in het algemeen en/of bij bijzondere omstandigheden zoals een te hoge temperatuur, na een enting of ontwormkuur, voor het verbeteren van de schaalkwaliteit of bij een infectie (Reuvekamp et al, 2008)

#### **Vitamine A**

Uit een onderzoek (Tengerdy, 1975) bleek dat het supplementeren van vitamine A (60.000 I.U./kg voeder) aan een standaardvoeder een positieve invloed had op de bescherming van 6 weken oude vleeskuikens tegen een infectie door E. coli. De mortaliteit werd in deze proef terug gebracht van 40% naar 5%. Een combinatie van vitamine A en vitamine E gaf een zwakker effect als elke vitamine op zich. De mortaliteit daalde wel, maar het toevoegen van de vitaminen deed niets aan het gewichtsverlies van de kuikens of aan sterfte door infectie.

## **Vitamine E**

In bovenstaand onderzoek (Tengerdy, 1975) werd ook het supplementeren van vitamine E (300 mg per kg voeder) onderzocht waarbij dezelfde conclusie als in de alinea hierboven werd bevonden.

## **Vitamine C**

Er werd nagegaan wat het effect is van het toedienen van vitamine C aan het dieet van het ras White leghorn. Leghennen die dit dieet kregen, toonden een verhoogde resistentie tegen zowel een gecombineerde primaire infectie van het Newcastle disease virus en Mycoplasma gallisepticum, als een primaire en secundaire infectie met E. coli. De optimale dosis was in elk experiment 100 mg/kg voeder (Gross, 1992). Er was wel een negatief verband tussen de hoeveelheid vitamine C in het dieet en de voederconversie. Volgens een onderzoek van Van Niekerk (1989) hangt het effect op de groei en de immunestatus van het supplementeren van vitamine C sterk af van o.a. de kwaliteit van de omgeving en het management, de tijdsduur van het toevoegen van het additief en de leeftijd van de kuikens. Zo vond ze dat het toedienen van vitamine C aan kuikens die gehouden worden in goede omstandigheden geen voordelen ondervonden voor de groei of voederconversie.

## ***Organische zuren***

Organische zuren worden vaak aan het voer of het drinkwater toegevoegd. Bekende voorbeelden hiervan zijn mierenzuur, citroenzuur en verschillende langeketenvetzuren. Ook kruidenproducten als appelazijn, wijnazijn en citrusextract hebben dezelfde werking omdat ze in hoofdzaak uit organische zuren bestaan (Stalboekje Pluimvee 2011). De gebruikte vorm is meestal een zout.

Pathogene bacteriën die geassocieerd worden met darmaandoeningen groeien niet goed in media met een lage PH-waarde.

Zuren worden meestal met een zeer goed effect ingezet om problemen met E. coli of andere darmproblemen te voorkomen (Reuvekamp et al., 2008)). Organische zuren oefenen hun antibacteriële werking vooral uit in de maag. Hier heerst namelijk een lage pH, waardoor de meeste zuurmoleculen zich in hun ongedissocieerde vorm bevinden. Daardoor kunnen ze de celwand van de bacterie passeren en het energiemetabolisme en DNA aantasten, met celdood als gevolg (Van Helvoirt & Van Dijk, 2008) .

Organische zuren verbeteren de proteïne- en energieverteerbaarheid door de microbiële competitie met de gastheer terug te dringen en ook de endogene N-



verliezen te verkleinen door het aantal subklinische infecties en de secretie van immune mediators te verlagen en door de productie van ammoniak en andere metabolieten te reduceren. Ook hebben ze effecten op: het verlagen van de PH in het darmstel en het verhogen van secreties vanuit de pancreas.

Het supplementeren van citroenzuur aan 0.5% aan een standaarddieet heeft volgens Chowdhury (2009) een positief effect op de groei, de voederopname, voederconversie, karkasopbrengst en de immuunstatus van de vleeskuikens. In een experiment uitgevoerd door Isabel & Santos (2009) werden organische zouten aan het dieet toegevoegd: calciumpropionaat en calciumformaat. Het toevoegen van deze zouten had geen invloed op het lichaamsgewicht of de dagelijkse groei maar de voederconversie verslechterde wel tov de controlegroep tijdens de gehele ronde.

Het effect van mierenzuur op de prestaties van vleeskuikens werd onderzocht door Garcia et al. (2007). De voederconversie verbeterde significant door het toevoegen van 5000 ppm of 10000ppm van mierenzuur. Ook verbeterde hierdoor de schijnbare ileale verteerbaarheid. De vleesopbrengst werd niet beïnvloed. Wel haalt de auteur aan dat deze effecten verder op grotere, commerciële bedrijven moeten onderzocht worden (Dibner et al, 2002). Het is moeilijk om een consistent bewijs in onderzoek te leveren van het positieve voordeel van organische zuren omdat er meer variabelen een invloed kunnen hebben: de aanwezigheid van andere antimicrobiële middelen, de stalomstandigheden, de aard en heterogeniteit van de darmflora bij de kuikens.

Vooraf bij organische zuren is het belangrijk na te gaan welke producten gebruikt mogen worden!

## **Producten**

Mercoflu forte oral solution: Dit product bestaat uit een waterige oplossing van melkzuur en citroenzuur en wordt aangeraden te doseren van 1 liter per 1000 liter drinkwater.

## *Probiotica*

Probiotica zijn voedingssupplementen die uit levende micro-organismen bestaan bv. melkzuurbacteriën of gistcellen. Ze worden toegediend om het natuurlijk microbiële evenwicht in het spijsverteringskanaal te herstellen of te ondersteunen. Een gezonde darmflora kan via een verbeterde spijsvertering en immuunsysteem algemene gezondheidswinst opleveren die leidt tot betere groei en productie.

Als het milieu bestaat uit niet-pathogene micro-organismen wordt dit door kolonisatieresistentie minder toegankelijk voor pathogenen. Deze resistentie wordt vooral gevormd door competitie voor voedingsstoffen, groeiruimte, groeiplaatsen en de vorming van toxines (Chichlowski, 2007).

Probiotica zijn gunstige micro-organismen die de aanhechtingsplekken op de darmwand bezetten zodat er voor de ongunstige bacteriën geen plaats meer is (Stalboekje Pluimvee 2011).

Probiotica kunnen hun positieve voordelen uitvoeren door het onderhouden van een normaal darmmilieu, door het immuunsysteem te stimuleren, de darminhoud te koloniseren, het verlagen van de serumconcentraties, promoten van lactose tolerantie en het produceren van metaboliëten die essentieel de darmgezondheid onderhouden (Walter et al., 2008). In een onderzoek door La Ragione werd aangetoond (2001) dat orale inoculatie van *Bacillus subtilis* sporen in kuikens de darmkolonisatie van *E. coli* kan reduceren. Deze resultaten werden enkel behaald na een orale inoculatie met *B. subtilis* 24h voor de inoculatie met *E. coli*. Dit werd niet gezien wanneer de challenge met *E. coli* gebeurde 5 dagen na inoculatie met sporen. Een ander welbestudeerd genus is *Lactobacillus*. Enkele onderzoekers hebben het effect onderzocht van probiotica in pluimvee. Nahashon et al. (1994) vonden dat het supplementeren van *Lactobacillus* aan een dieet van leghennen resulteerde in een betere voedercompensatie, eimassa en eigewicht dan voor hennen die ongesupplementeerde diëten kregen. Bij het testen van *L. acidophilus* rapporteerden de onderzoekers een betere voederconversie en eieren die minder cholesterol bevatten dan de hennen die het controledieet kregen (Haddadin, 1996). Het resultaat suggereert dat producenten hun performantie kunnen verbeteren door *Lactobacillus* in het voeder toe te voegen.

In een onderzoek uitgevoerd door Watkins (1982) werden gnotobiotische kuikens onderworpen aan infectie met *E. coli*. Een groep kuikens werd eerst geïnoculeerd met *Lactobacillus acidophilus*, daarna geïnfecteerd met een pathogene *E. coli* en daarna opeenvolgende dosissen *L. acidophilus*. In een andere groep werd *L. acidophilus* pas na de infectie met *E. coli* toegediend. Uit de data bleek dat het initieel geven van *L. bacillus* een hoge mortaliteit voorkwam bij een

infectie door E. coli. Een continue dosering met L. acidophilus verlaagde de PH in de krop, het caecum en het rectum.

## **Producten**

Biofilm + WS Spray: Dit product is een probioticum dat bestaat uit een combinatie van wateroplosbare bacteriën en enzymen. De dosis die aanbevolen wordt voor vleeskuikens is per ronde tweemaal gebruiken, op dag 7 en dag 21. Voor gebruik 500 ml BIOFIL + WS Spray verdunnen in 10 liter water en gelijkmatig over het strooisel spuiten (Stalboekje Pluimvee, 2011).

## ***Prebiotica***

Prebiotica zijn voedingselementen die selectief de groei en activiteit van positieve bacteriën (bifidobacteriën en lactobacillen) stimuleren in het spijsverteringsstelsel en daardoor een positief effect hebben op de gezondheid (Cummings, 2002). Prebiotica kunnen worden samengevat als niet-verteerbare carbohydraten (Griggs, 2005). Vele van deze carbohydraten worden oligosacchariden genoemd. Sommige oligosacchariden versterken de groei van positieve bacteriën in het maag-darmstelsel, andere functioneren als aanhechtingsplaatsen voor pathogene bacteriën, zodat deze bacteriën zich niet aan de darmwand hechten. In het onderzoek gaat de aandacht vooral naar 2 soorten oligosacchariden namelijk fructo-oligosacchariden (FOS) en mannanoligosacchariden (MOS). In de literatuur zijn er over deze stoffen wel tegenstrijdige resultaten te vinden.

In een studie door Xu et al. (2003) werden de effecten van FOS nagegaan wanneer verschillende percentages in het voeder werden opgenomen. Bij inclusie van 0.4% FOS in het voeder bleek dat de dagelijkse gewichtstoename en voederconversie verbeterde in vergelijking met de controlegroep. Ook werd bij inclusie van 0.4% gevonden dat er meer positieve bacteriën en minder E. coli in het caecum en de dunne darm voorkwamen.

MOS fungeert als een bindingsplaats voor bacteriën zodat ze uit de darm verwijderd worden ipv aan de darmwand te hechten. In een studie door Oyofe (1989) werd gevonden dat het supplementeren van het drinkwater met 2.5% mannose ervoor zorgde dat de kolonisatie van Salmonella typhimurium in de darm bij vleeskuikens gereduceerd werd.

In een onderzoek door Guo (2004) werden de prebiotische effecten van verschillende polyssacchariden van paddestoelen en kruiden onderzocht: een extract van *Lentinus edodes*, een extract van *Tremella fuciformis* en een extract van *Astragalus membranaceus Radix* werd onderzocht bij vleeskuikens. De conclusie was dat deze extracten het aantal potentieel positieve bacteriën stimuleerde, terwijl het aantal potentieel pathogene bacteriën (*E. coli*) reduceerde. Van de drie extracten gaf *Lentinus edodes* de beste resultaten. Met elke verhoging van dit laatste extract, werden de positieve effecten hierboven beschreven ook versterkt.

Een commercieel MOS product, Bio-Mos, werd getest door supplementatie via het voer. Tijdens de ronde werden de kuikens blootgesteld aan een infectie door *E. coli*. De conclusie was dat de groepen die Bio-Mos kregen een hoger lichaamsgewicht hadden (Fairchild, 2001).

### ***Kruiden/planten en extracten***

Fytotherapeutica zijn geneesmiddelen die als actieve ingrediënten uitsluitend planten, delen van planten of plantmaterialen of combinaties daarvan bevatten, in ruwe of bewerkte staat. Planten produceren veel chemische stoffen die niet meteen gebruikt worden in de primaire levensprocessen. Deze secundaire metabolieten zijn zeer verscheiden in hun chemische structuur en zijn betrokken in complexe interacties tussen de planten en hun omgeving. Zo zijn sommige belangrijk voor de bestuiving of als lokmiddel bij de ondersteuning van de voortplanting of verspreiding. Anderen werken dan weer als afschrikmiddel om de planten te beschermen tegen vraat door insecten of zoogdieren. Veel van die secundaire metabolieten hebben een medicinale waarde.

In Nederland werd in 2008 het fyto-V project afgerond (Stalboekje Pluimvee 2011). De voornaamste doelstelling van het project was om meer kennis over werkzame kruidenpreparaten voor de biologische veehouder beschikbaar te maken. ([www.fyto-v.nl](http://www.fyto-v.nl))

Plantextracten die in diervoeder gebruikt worden, zijn meestal onder de vorm van essentiële oliën. Een essentiële olie is een homogene vloeistof die uit verschillende chemische substanties bestaat en bekomen wordt door stoomdestillatie (Rizzo, 2008).

Wat een natuurproduct is, is moeilijk te bepalen. Bv. voor het isoleren van carvacrol uit oregano is een chemisch proces nodig. Hierdoor bezien sommige stemmen dit niet meer als een natuurproduct. Carvacrol kan ook langs synthetische weg gemaakt worden, maar voor bio kiezen we dus voor het natuurlijk product (Stalboekje Pluimvee 2011).

Fytogene stoffen zijn stoffen die vanuit een plantenextract zijn opgezuiverd tot een hoog percentage bv. allicine uit knoflook, inuline uit chicorei, lignine uit stro of hout, carvacrol uit oregano. Ook interessante stoffen zijn beta-glucanen die gewonnen worden uit de binnenkanten van gistcelwanden en paddestoelen.

Een belangrijke kanttekening is dat bij verschillende onderzoeken in de literatuur er geen significante verschillen werden gevonden tussen de groepen. Als kippen goed presteren, in goede conditie zijn, de hygiënestatus goed zit en de infectiedruk laag, is er nog maar weinig marge over voor voederadditieven om echte significante positieve effecten te veroorzaken.

## **Knoflook**

De effecten van knoflook zijn uitgebreid onderzocht, waaruit bleek dat knoflook antibacterieel, antiviraal, immuunstimulerend en anti-oxidatief werkt (Iciek et al., 2009). De antibacteriële eigenschappen zijn bekend voor een brede waaier van Gram-negatieve en Gram-positieve bacteriën, waaronder verschillende types van E. coli die resistent waren voor verschillende antibiotica (Ankri, 1999). De medicinale eigenschappen van knoflook steunen vooral op de organosulfur elementen die vooral van allicine worden afgeleid. Allicine werkt bacteriostatitisch wat wil zeggen dat de groei van bacteriën geremd wordt (Stalboekje Pluimvee 2011). De werking van allicine is tweeledig. Ze wordt namelijk bepaald door anti-oxidante activiteit maar ook door een snelle reactie met thiolgroepen die zich op enzymen bevinden (Rabinkov, 1998) zoals alcohol dehydrogenase en RNA polymerase (Ankri, 1999).

Een commercieel product dat op basis van de eigenschappen van knoflook gemaakt is, is allimax. De leverancier raadt een dosering van 1.5 liter van een 1000 ppm oplossing aan per 1000 liter drinkwater (Stalboekje Pluimvee 2011).

## **Oregano en tijm**

De kruiden oregano, tijm en bonenkruid krijg meer en meer interesse vanuit diergeneeskundige hoek. De medicinale eigenschappen van deze planten kunnen vooral toegeschreven worden aan de hoge gehalten van de componenten carvacrol en thymol in de essentiële oliën van deze planten. Beide stoffen komen in de essentiële oliën van beide planten voor, maar thymol kan enkel bij tijm als een actieve component worden bekeken en carvacrol enkel bij oregano (Rizzo, 2008). Deze 2 stoffen hebben een antimicrobiële en anti-oxidatieve werking. De antimicrobiële werking van deze stoffen bestaat vooral uit een verhoogde permeabiliteit van het celmembraan en de cellen, het inwerken op de PH in de cel en lekkage van ionen uit de cel (Lambert, 2001). Carvacrol en thymol desintegreren het celmembraan en verlagen ook de ATP of energie van de cel van E. coli. (Helander, 1998; Oussalah, 2006). In een onderzoek uitgevoerd door Lee (2002) bleek dat carvacrol in het voeder bij vrouwelijke vleeskuikens een lager lichaamsgewicht gaf, maar ook de voederconversie verbeterde.

Een commercieel product is Dosto wat een voederadditief op basis van oregano-olie is, de fabrikant beveelt een dosering van 0.2-4 kg per ton voer aan.

Een ander product is Orego Stim dat een poeder is waarvan 5% bestaat uit oregano-olie. Hiervan wordt in poedervorm 300g per ton voer aangeraden en 150 ml per 1000 liter water. Een derde commercieel product is Ropadiar, voederadditief op basis van oregano-olie. De fabrikant raadt een dosering van 0.2-4 kg voer per ton voer aan of 0.25-1.5 liter per 1000 liter drinkwater (Stalboekje Pluimvee 2011).

## **Kaneel**

Essentiële olie van kaneel bevat het interessante bestanddeel cinnamaldehyde. Uit labo-onderzoek (Oussalah, 2006) bleek dat de essentiële olie van kaneel net zoals van oregano en bonenkruid een antimicrobiële werking tov E. coli vertoont. Ze tast het membraan van de cel aan en verlaagt de energie van de cel. Ook heeft cinnamaldehyde de eigenschap om de vertering te stimuleren (Rizzo, 2008). Uit een onderzoek van Lee (2002) bleek dat cinnamaldehyde een positief effect heeft op de groeiprestaties wanneer een suboptimaal voeder werd gegeven.

Commerciële producten zijn oa Enteroguard, een product dat allicine (uit knoflook) en cinnamaldehyde (uit kaneel) combineert (Stalboekje Pluimvee 2011).

## **Eucalyptus/munt**

Essentiële oliën van eucalyptus en munt deed vleeskuikens positief reageren op een Mycoplasma en influenza infectie. Het verminderde de slijmvorming in de luchtpijp en had een gunstige invloed op het slijmvlies in de luchtwegen (Barbour et al., 2006). Aangezien irritatie van het slijmvlies en het ademhalingspitheel de weg kan vrij maken voor een infectie door E. coli, kunnen producten die verstoven worden of via het drinkwater worden toegediend en een gunstige invloed hebben op de luchtwegen, een goede preventieve maatregel zijn.

Een commercieel product is Aeroforte en kan verneveld worden in de stal of aan het drinkwater toegevoegd worden. De actieve bestanddelen bestaan uit etherische oliën afkomstig van pepermunt en eucalyptus. Voor toediening door het drinkwater raadt de fabrikant een dosering van 200 ml aan per 1000 liter, gedurende 3 tot 4 uur, 24 uur per dag (Stalboekje Pluimvee 2011). Een oplossing van 2% kan 2 tot 4 maal per dag verneveld worden.

## **Extracten van kastanjarahout**

In een studie door Schiavone (2008) werd een extract van kastanjarahout gesupplementeerd aan vleeskuikens. De kuikens die 0.20% van dit extract kregen, hadden een significant betere groei dan de controlegroep. Dit extract bevatte tannines. Tannines zijn polyfenolen, hebben anti-oxidante eigenschappen en vormen verbindingen met eiwit. Hierdoor ontstaat er een beschermend laagje op het darmslijmvlies en wordt de opname van giftige stoffen door de darm gereduceerd (Stalboekje Pluimvee 2011). Rond tannines moet nog veel onderzoek gebeuren, aangezien er in de natuur een grote structurele diversiteit binnen tannines heerst (Schiavone, 2008). In de literatuur spreken verschillende auteurs zich dan ook tegen. Er bestaat ook onderzoek waarin tannines in het veevoeder zorgden voor een verslechterde verteerbaarheid en slechtere groei bij éénmagigen (Trevino, 1992).

Plantaardige producten met potentieel waarvoor meer onderzoek vereist is:

- Veenbessenextract

In een onderzoek uitgevoerd door Leusink (2010) werden 3 niveaus van een extract van veenbessen gesupplementeerd aan het voeder. Er werden geen significante positieve effecten gevonden op de prestaties van de vleeskuikens maar de auteur stelt dat er meer onderzoek nodig is naar dit product, aangezien extracten van veenbessen antimicrobiële eigenschappen hebben tov verschillende pathogene bacteriën.

- Peganum harmala

Van de extracten van de zaden van Peganum harmala is gerapporteerd dat deze antibacteriële eigenschappen bevatten (Al-Shamma,1981). Uit onderzoek door Arshad et al (2008) bleek dat het extract een gelimiteerde actie tegen E. coli heeft maar dat het continu voeren op lange termijn ongewenste effecten kan hebben.

- Piper betal en Cassia auriculata

In een onderzoek door Prakash (2006) werden 5 kruiden uitgetest voor hun microbiële activiteit tegen een aviaire pathogene E. coli in het labo. Van deze 5 kruiden vertoonden Piper betal en Cassia auriculata het beste effect. In de vervolggexperimenten in vivo kwam Cassia auriculata er beter uit dan Piper betal.

### *Combinaties van verschillende producten*

In het onderzoek en ontwikkeling van commerciële producten worden bovenstaande alternatieve vaak gecombineerd. Op deze manier kan een product op verschillende manieren inwerken op de gezondheidsstatus van de dieren of kunnen elementen elkaar versterken in hun werking als ze samen gegeven worden.

Hieronder worden een paar combinaties van deze producten opgelijst en toegelicht, zowel uit het onderzoek als uit wat er op de markt aanwezig is (Stalboekje Pluimvee 2011).

- Combinaties van organische zuren en plantenextracten (bv. tijm, eucalyptus, kruidnagel, anijs, kaneel,...) bv. Aerocid
- Combinatie van prebiotische voedingssupplementen en organische zuren bv. Avi-MOS



- Combinaties van verschillende kruidenextracten bv. Duo- kruidenelixir (Bijleveld, 2010).
- Combinaties van verschillende essentiële oliën en kruidenextracten met bitterstoffen bv. Biostrong 505+
- Door Buchanan (2008) werd het commerciële product Biostrong 505+ getest bij vleeskuikens. Het experiment werd gedaan op basis van 2 diëten namelijk een dieet met oog op maximale opbrengst en een dieet met ook de laagste kosten aan het voeder. De conclusie was dat Biostrong 505+ kan gebruikt worden om de voederconversie te verbeteren. Dit effect werd versterkt bij het voeder met het oog op een maximale opbrengst.
- Voederadditieven met zowel een prebiotische als probiotische werking bv. Diamond V XP
- Combinaties van prebiotische voedingselementen en extracten van kruiden (bv. P.E.P.1000 en 125, Progut)

## Referenties

- Al-Shamma, A., Drake, S., Flynn, D.L., Mitscher, Y. Park, G.S.R, Rao, A., Simpson, J.K., Swayze, T., Veysoglu, S.T, Wu, S. (1981) Antimicrobial agents from higher plants. Antimicrobial agents from *Peganum harmala* seeds. J. nat. Prod. 44, pp.745-747
- Ankri, S., Mirelman, D. (1999) Antimicrobial properties of allicin from garlic. *Microbes Infection* vol 1(2) 125-129
- Arshad, N., Neubauer, C., Hasnain, S., Hess, M. (2008) *Peganum harmala* can minimize *Escherichia coli* infection in poultry but long term feeding may induce side effects. *Poultry Science* 87: 240-249.
- Barbour, E., Ryan, Y., Houssam,, Tayeb, T.I., Fawwak, T.S. (2008) Evaluation of an essential oil in treatment of immunosuppressed-coinfected broilers. *American-eurasian journal of sustainable agriculture* 2, pp.212-218.
- Barnes HJ, Gross WB (1997) Colibacillosis. In: Calnek BW, Barnes HJ, Beard CW, McDougald LR, Saif YM, *Diseases of poultry*. 10th Ed. Iowa State University Press; Ames, IA, USA, pp. 131-141.
- Bisgaard, M., Norrung, V., Tornoe, N. (1980) Erysipelas in poultry. Prevalence of serotypes and epidemiological investigations. *Avian pathology* vol 9 pp. 355-362.
- Brännström, S., Hansson, I., Chirico, J. (2010) Experimental study on possible transmission of the bacterium *Erysipelothrix rhusiopathiae* to chickens by the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*. *Exp. Appl. Acarol.*50: 299-307
- Brooke, CJ, Riley, TV (1999) *Erysipelothrix rhusiopathiae*: bacteriology, epidemiology and clinical manifestations of an occupational pathogen. *J. Med. Microbiology* vol 48: 789-799.
- Buchanan, N.P., Hott, J.M., Cutlip, S.E., Rack, A.L., Asamer, A., Moritz, J.S. (2008) The effects of a natural antibiotic alternative and a natural growth promoter feed additive on broilers performance and carcass quality. *J. Appl. Poult. Res.* 17: 202-210.
- Chauhan, H.V.S, Roy, S. (1996) *Poultry diseases, diagnosis and treatment*. New age international.
- Chichlowski, M., Croom, J., McBride, B.W., Havenstein, G.B., Koci, M.D. Metabolic and physiological impact of probiotics or direct-fed microbials on poultry: a brief review of current knowledge. *International journal of poultry science* vol 6, issue 100 pg 694-704.

- Chowdhury, R., Islam, Khan, Karim, Haque, Khatun en pesti (2009) Effect of citric acid, avilamycine and their combination on the performance, tibia as hand immune status of broilers. *Poultry Science* 88 1616-1622
- Cummings, J.H. and Macfarlens, G.T. (2002) Gastrointestinal effects of prebiotics. *British journal of nutrition* 87, 145-151.
- Dibner, J.J., Buttin, P. (2002) Use of organic acids as a model to study the impact of gut microflora on nutrition and metabolism. *Journal of applied poultry research* 11: 453-463
- Fairchild, A.S., Grimes, J.L., Jones, F.T., Wineland, M.J., Edens, F.W., Sefton, A.E. (2001). Effects of hen age, Bio-Mos and Flavomycin on poult susceptibility to oral *Escherichia coli* challenge. *Poultry Science* 80: 562-571
- Fossum, O., Jansson, D.S, Engelsen Etterlin, P., Vagsholm,I. (2009) Causes of mortality in laying hens in different housing system in 2001-2004. *Acta vet Scand.* 51 (1): 3.
- Garcia, V., Catala-Gregori, P., Hernandezze, F., Megias, M.D. en Madrid, J. (2007) Effect of formic acid and plant extracts on growth, nutrient digestibility, intestine mucosa, morphology and meat yield of broilers. *Journal of applied poultry research* 16: 555-562.
- Georgiades G, Iordanidis, P., Koumbati, M. (2001). Cases of swollen head syndrome in broiler chickens in Greece. *Avian Disease* 45, 745-750.
- Giovanardi, D., Campagnan, E., Sperati Ruffoni, P. Pesente, G. Ortali and V. Furlattini, 2005. Avian pathogenic *Escheichia coli* transmission from broiler breeders to their progeny in an integrated poultry production chain. *Avian pathology* 34(4)313-318
- Giovanardi, D., Campagnari, E., Sperati, R.L., Ortali, G., Furlattini, V. en Pesente, P. (2003) Bacteriological and biomolecular diagnosis of poultry colibacillosis. *Proceedings of the Italian society of avian pathology*, 1, 77-78.
- Glisson, 1998. Bacterial respiratory diseases of poultry. *Poultry Science* 77: 1139-1142.
- Griggs, Jacob (2005) Alternatives to antibiotics for organic poultry production. *J. appl. Poult. Res.* 14: 750-756
- Gross, WB. (1992) Effects of ascorbic acid on stress and disease in chickens. *Avian Diseases* vol 36 688-692
- Guo, F.C., Williams, B.A., Kwakkel, R.P., Li, H.S., Li, X.P., Luo, J.Y., Li, W.K., Verstegen, M.W.A. (2004) Effects of mushroom and herb polysaccharides as alternatives for a n antibiotic on the cecal microbial ecosystem in broiler chickens.

- Haddadin, Abdulrahim, Hashlamoun, Robinson (1996). The effect of lactobacillus acidophilus on the production and chemical composition of hen's eggs. *Poult. Science* 75:491-494.
- Hans Bijleveld (2010). Een heilzame kruidendrank. *Pluimveehouderij* vol 40.
- Helander, I.M, Alakomi, H-L. et al. (1998) Characterization of the action of selected essential oil components in gram-negative bacteria. *J. Agric. Food. Chem.* Vol 46 p 3590-3595.
- Iciek, M. Kwiecien, I., Wlodeki, L. (2009) Biological properties of garlic and garlic-derived organosulfur compounds. *Environmental and molecular mutagenesis*, 50, 247-265.
- Isabel, B., Santos, Y. (2009) Effects of dietary organic acids and essential oils on growth performance and carcass characteristics of broiler chickens. *J. Appl. Poult. Res.* 18:472-476
- La Ragione, Casula, Cutting, Woodward 2001. *Bacillus subtilis* spores competitively exclude *Escherichia coli* O78:K80 in poultry. *Vet. Microbiology* 79:133-142.
- Lambert, R.J.W, Skandamis, P.N., Coote, P.J., Nychas, J.E. (2001) A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *Journal of applied microbiology*, 91, 453-462.
- Lee, K.W., Everts, H., Kappert, H.J., Yeom, K-H, Beynen, A.C. (2002) Dietary carvacrol lowers body gain but improves feed conversion in female broiler chickens. *J. Appl. Poult. Res.* (doctoraat)
- Leusink, G., Rempel, H., Skura, B., Berkyto, M., White, W., Yang, Y., Rhee, J.Y., Xuan, S.Y., Chiu, S., Silversides, F., Fitzpatrick, S., Diarra, M.S. (2010). Growth performance, meat quality and gut microflora of broiler chickens fed with cranberry extract. *Poultry Science* 89:1514-1523.
- Lu, Y, Shien, Y. S., Tsai, H.J., Tseng, C.S., Lee, S.H., Lin, D.F. (1994) Swollen head syndrome in Taiwan-isolation of an avian pneumovirus and serological survey. *Exp.Rep.TPRIAH* nr 30 103-108
- Luftul Kabir S.M. (2010) Avian colibacillosis and salmonellosis: a closer look at epidemiology, pathogenesis, diagnosis, control and public health concerns. *International journal of environmental research and public health* vol 7: 89-114.
- Nahashon, Nakau, Mirosh 1994. Production variables and nutrient retention in single comb white leghorn laying pullets fed diets supplemented with direct-fed microbials. *Poult. Science* 73: 1699-1711

- Oussalah, M., Caileet, S., Lacroix, M. (2006) Mechanism of action of Spanish oregano, Chinese cinnamon and savory essential oils against cell membranes and walls of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes*. *Journal of food protection*, vol 69 nr 5 pp. 1046-1055.
- Oyofe, B.A., R.E. Droleskey, J.O. Norman, H.H. Mollenhauer, Ziprin, R.L., Corrier, D.E., Deloach, J.R. (1989). Prevention of salmonella typhimurium colonization of broilers with D-mannose. *Poult. Science* 68: 1357-1360.
- Persoons, D, Callens, B, Dewulf, J., Haesebrouck, F. (2011) Een update van colibacillose bij kippen. *Vlaams Diergeneeskundig tijdschrift*, vol80
- Prakash, S.K. (2006) Effects of herbal extracts towards microbicidal activity against pathogenic *Escherichia coli* in poultry. *International journal of poultry science* 5: 259-261.
- Rabinkov, A., Miron, T., Konstantinovski, L., Wilcheck, M., Mirelman, D., Weiner, L. (1998) The mode of action of allicin: trapping radicals and interaction with thiol containing proteins.
- Rahmann MA, Samad MA, Rahmann MB, Kabir SM (2004) In vitro antibiotic sensitivity and therapeutic efficacy of experimental salmonellosis, colibacillosis and pasteurellosis in broiler chickens. *Bangladesian journal of veterinary medicine* 2, 99-102.
- Reboli, A.C., Farrar, W.E. (1989) *Erysipelothrix rhusiopathiae*: an occupational pathogen. *Clin. Microbial. Rev.* Vol 2 pp. 354-359.
- Reuvekamp, B., Lourens, S., Mul, M., Reimert, H., (2008) Positieve ervaringen met alternatieve middelen bij biologische leghennen.
- Rizzo, P.V., Menten, J.F.M, Racanicci, A.M.C, Santarosa, J. (2008). Foundation and perspectives of the use of plant extracts as performance enhancers in broilers. *Brazilian Journal of poultry science* 10(4), 195-204.
- Robson, J.M., McDougall, R., Van Der Valk, S., Waite, S.D., Sullivan, J.J. (1998) *Erysipelothrix rhusiopathiae*: an uncommon but ever present zoonosis. *Pathology* vol 30: 391-394.
- Schiavone A, Guo, K., Tassone, S., Gasco, L., Hernandez, E., Denti, R., Zoccarato, I. (2008) Effects of a natural extract of chestnut wood on digestibility, performance traits and nitrogen balance of broiler chicks. *Poultry Science* 87: 521-527.
- Seal, BS (2000) Avian pneumoviruses and emergence of a new type in the United States of America. *Anim. Health Res. Rev* vol 1: 67-72.
- Sindermann, C. (1970) Principal diseases of marine fish and shellfish. Academic Press, New York
- Site van GDeventer

- Stalboekje pluimvee 2011:Groot, M., Van Asseldonk, T., Puls-Van der Kamp, I. Stalboekje Pluimvee: natuurlijk gezond met kruiden en andere natuurproducten
- Tengerdy, Nockels 1975 Vitamin E of vitamin A protects chickens against E. coli infection. Poultry Science 54:1292-1296
- Trevino, J., Ortiz, L., centeno, C. (1992) Effect of tannins from faba beans (*Vicia faba*) on the digestion of starch by growing chicks. Anim. Feed Sci. Technol. 37:345-349
- Van Helvoirt, G., Van Dijk, A. (2008) Synergie organisch zuur en etherische oliën. De molenaar, Nr 24
- Van Niekerk, T.Garber, T.K., Dunnington E.A., Gross, W.B., Siegel, P.B. (1989) Response of white leghorn chicks fed ascorbic acid and challenged with *Escherichia coli* or with corticosterone vol. 68 pp.:1631-1636.
- Walter J., Schwab, Loach, Gänzle, Tannock 2008. Glucosyltransferase A and inulosucrase of *Lactobacillus reuteri* TMW1.106 contribute to cell aggregation, in vitro biofilm formation and colonization of the mouse gastro-intestinal tract. Microbiology 154:72-80
- Wang, Q., Chang, B.J., Riley, TV (2010). *Erysipelothrix rhusiopathiae*. Vet. Microbiol. 140:405-417.
- Watkins, B, Miller, B. and Neil, D. (1982) In vivo inhibitory effects of *Lactobacillus acidophilus* against pathogenic *E. coli* in gnotobiotic chicks. Poultry science 61 1298-1308.
- Wray, C., Morris, JA (1985). Aspects of colibacillosis in farm animals. Journal of hygiene 95, 577-593
- Xu, Z. R., C.H. Hu, M.S. Xia, X.A., Zhan, M.Q. Wang (2003). Effects of dietary fructooligosaccharide on digestive enzyme activities, intestinale microflora and morphology of male broilers. Poult. Sci. 82:1030-1036