



**WETENSCHAPPELIJK COMITE  
VAN HET FEDERAAL AGENTSCHAP VOOR DE VEILIGHEID  
VAN DE VOEDSELKETEN**

**ADVIES 08-2011**

**Betreft: Blootstellingsschatting aan cefalosporine resistente *E. coli* door consumptie van kippenvlees (Sci Com 2010/15: eigen-initiatief dossier)**

Advies goedgekeurd door het Wetenschappelijk Comité op 16 september 2011.

**Samenvatting**

De verworven resistentie van *E. coli* tegenover cefalosporine antibiotica wordt een steeds prominenter probleem in de vleeskippensector. In België zijn momenteel ongeveer 36% van de *E. coli* stammen die geïsoleerd worden bij levende vleeskippen resistent aan cefalosporines en zijn ongeveer 60% van de levende vleeskippen drager van één of meerdere van deze cefalosporine resistente *E. coli*.

Het risico van de opname van cefalosporine resistente *E. coli* via de consumptie van kippenvlees bestaat vooral uit de overdracht van resistentiegenen naar andere, mogelijks pathogene kiemen aanwezig in het spijsverteringskanaal van de mens. De cefalosporine resistente *E. coli* stammen van pluimvee zullen immers slechts uitzonderlijk infecties bij de mens veroorzaken.

Omwille van hoger vermelde redenen wenst het Wetenschappelijk Comité, vanuit het oogpunt van de beheersing van voedselveiligheid, inzicht te krijgen over de mate van blootstelling van de mens aan cefalosporine resistente *E. coli* door consumptie van kippenvlees. Daartoe werd een kwantitatief risicoanalysemodel ontwikkeld dat tot doel heeft de opname van cefalosporine resistente *E. coli*'s door de Belgische consument in te schatten na consumptie van kippenvlees geproduceerd in België. Het model bestaat uit verschillende modules die de volledige keten van productie en consumptie (o.a. kookgedrag) van kippenvlees simuleert.

De resultaten van deze studie tonen aan dat in ongeveer 1,5% van de maaltijden met kippenvlees een blootstelling plaatsvindt aan meer dan 1000 kolonievormende eenheden (kve) per maaltijd. Het risico verbonden aan deze blootstelling voor de gezondheid van de consument kan op dit moment niet worden ingeschat wegens een gebrek aan kennis en kwantitatieve gegevens over de infectieuze dosis en over de factoren die een invloed uitoefenen op de overdracht van cefalosporine resistentie van de opgenomen *E. coli* naar de kiemen in het spijsverteringskanaal van de mens.

Uit het model blijkt dat de blootstelling voornamelijk wordt veroorzaakt door kruiscontaminatie in de keuken, wat pleit voor het respecteren van goede hygiënepraktijken tijdens de bereiding van

kippenvlees. Verder zijn ook de proportie aan cefalosporine resistente *E. coli* (binnen het totale aantal *E. coli*) in de primaire productie en de totale contaminatie van het karkas of deelstuk met *E. coli* van belang voor de blootstelling van de consument aan cefalosporine resistente *E. coli*. Dit betekent dat het hanteren van een verantwoord antibioticumbeleid in de primaire sector en het respecteren van goede hygiënepraktijken in het slachthuis en de uitsnijderij een gevoelige daling kunnen betekenen van het risico op blootstelling aan cefalosporine resistente *E. coli* via de consumptie van kippenvlees.

Tenslotte beveelt het Wetenschappelijk Comité aan om de antibioticumresistentie problematiek van nabij op te volgen en om een verantwoord antibioticumgebruik in de dierlijke sector te stimuleren.

## Summary

### **Advice 08-2011 Exposure assessment to cephalosporin resistant *E. coli* through consumption of broiler meat (self-tasking initiative)**

The acquired resistance of *E. coli* to cephalosporin antimicrobial drugs is becoming a major issue in intensive broiler farming. In Belgium, about 36% of the *E. coli* strains isolated from live poultry are resistant to cephalosporin antimicrobial drugs while 60% of the broilers are carrier of these cephalosporin resistant *E. coli*.

The risk of consuming chicken meat contaminated with cephalosporin resistant *E. coli* consists mainly of the possible transfer of resistance genes to other, potential pathogenic bacteria present in the human intestinal tract. Indeed, cephalosporin resistant *E. coli* strains from poultry only exceptionally cause infections in humans.

Therefore, from a food safety point of view, the Scientific Committee wants to gain insight into the degree of exposure of people to cephalosporin resistant *E. coli* through consumption of chicken meat. For this purpose a quantitative model aimed at estimating the exposure of the consumer to cephalosporin resistant *E. coli* by consumption of Belgian chicken meat was elaborated. The model consists of different modules that simulate the farm to fork chain starting from primary production, over slaughter, processing and distribution to storage, preparation and consumption of chicken meat.

The results indicate that about 1,5% of the meals with chicken meat contain more than 1000 colony forming units (cfu) of cephalosporin resistant *E. coli*. The risk of this exposure to human health cannot be estimated at this stage given a lack of understanding and quantitative data on the minimal infectious dose and on the factors influencing the transfer of cephalosporin antimicrobial resistance genes from *E. coli* to the intestinal bacterial flora of men.

The model shows that the majority of exposure is caused by cross contamination in the kitchen, which is again an argument to respect good hygiene measures during preparation of chicken meat. Furthermore the proportion of cephalosporin resistant *E. coli* (within the total number of *E. coli*) in primary production and the overall contamination of chicken carcasses or chicken parts with *E. coli* are of significant influence on the risk of consumer exposure to cephalosporin resistant

*E. coli*. This means that a sound antibiotic drug policy in primary production and respect of good hygiene practices in the slaughterhouse and cutting plant could reduce significantly the risk of exposure to cephalosporin resistant *E. coli* during consumption of chicken meat.

Finally, the Scientific Committee recommends the more closely surveillance of antibiotic resistance and the encouragement of the responsible use of antibiotics in animal production.

### **Sleutelwoorden**

Risicobeoordeling – *Escherichia coli* – Kippenvlees – Extended Spectrum Betalactamases – antibioticumresistentie

## 1 Referentietermen

Dit dossier is een eigen initiatief dossier van het Wetenschappelijk Comité met de bedoeling om aan de hand van een kwantitatief model na te gaan wat de kans op blootstelling van de consument aan cefalosporine resistente *Escherichia coli* is door consumptie van Belgisch kippenvlees.

Overwegende de besprekingen tijdens de werkgroepvergaderingen van 22/06/2010, 04/10/2010 en 14/03/2011 en de plenaire zittingen van 27/05/2011 en 16/09/2011.

**geeft het Wetenschappelijk Comité het volgende advies :**

## 2 Inleiding

*Escherichia coli* (*E. coli*) is een Gram negatieve bacterie die als commensaal voorkomt in de darm van zowel dieren als mensen en via deze bronnen ook verder kan verspreid worden in de omgeving (water, grond, vegetatie) en geïntroduceerd kan worden in de voedselketen. *E. coli* wordt als facultatief pathogeen beschouwd. Dit betekent dat, niettegenstaande de meeste *E. coli* stammen niet ziekteverwekkend zijn, een aantal stammen die over pathogene eigenschappen beschikken infecties kunnen veroorzaken. Deze pathogene stammen kunnen een ziektebeeld veroorzaken dat varieert van een zelflimiterende infectie tot een levensbedreigende bacteriëmie (Kaper *et al.*, 2004; Smet *et al.*, 2010(a)).

De verworven resistentie van *E. coli* tegenover cefalosporine antibiotica door de productie van Extended Spectrum Betalactamases (ESBL's) komt voor bij alle diersoorten maar heeft in het bijzonder in de intensieve braadkippenhouderij een duidelijke stijging ondergaan over de gehele wereld (Verloo *et al.*, 2003; Diarrassouba *et al.*, 2007; Kojima *et al.*, 2009; Smet *et al.*, 2008; Bortolaia *et al.*, 2010). In België zijn gemiddeld 36% van de *E. coli* stammen geïsoleerd bij levende vleeskippen resistent aan cefalosporines (Persoons *et al.*, 2010) en kunnen bij 60 % van de levende vleeskippen na selectieve isolatie cefalosporine resistente *E. coli*'s teruggevonden worden (Smet *et al.*, 2008), ondanks het feit dat cefalosporines niet geregistreerd zijn in de EU voor gebruik bij pluimvee (Persoons *et al.*, 2010). Daarnaast worden deze commensale cefalosporine resistente *E. coli* ook steeds vaker bij de mens geïsoleerd en zijn daar verantwoordelijk voor zowel ziekenhuis- als gemeenschap-geassocieerde infecties die niet te behandelen zijn met de gangbare eerste lijn antibiotica (Bin *et al.*, 2011; Peirano en Pitout, 2010; Pitout, 2010). De algemene verspreiding van cefalosporine resistente *E. coli* is een groot probleem in de humane geneeskunde in landen zoals India, Japan en China (Pitout, 2010; Bin *et al.*, 2011). De verspreiding in Europa is voornamelijk beperkt: in de meeste landen is minder dan 10% van de humane *E. coli* isolaten drager van ESBL's (ECDC, 2009). Voor wat België betreft is er slechts één studie van Meex *et al.* (2008) waaruit bleek dat 20 van de 284 patiënten (7%) waarvan een fecesstaal werd genomen drager waren van ESBL resistente *E. coli*.

Deze cefalosporine resistente *E. coli*'s kunnen van kippen naar de mens worden overgedragen, niet alleen door direct contact tussen kip en mens maar ook indirect door consumptie van kippenvlees of door contact met bvb. oppervlaktewater of groenten die gecontamineerd zijn met

cefalosporine resistente *E. coli* vanuit de kip als reservoir (van den Bogaard *et al.*, 1999 en Blake *et al.*, 2003). Aangezien de genen die coderen voor ESBL's op mobiele genetische elementen gelegen zijn (Thomson en Moland, 2000) is het mogelijk dat er overdracht plaatsvindt van cefalosporine resistentie van via de voeding opgenomen cefalosporine resistente *E. coli* naar humane commensale en pathogene bacteriën (bv. *Salmonella* spp.) in het menselijke spijsverteringskanaal. Dat deze overdracht van genetische elementen mogelijk is, werd recent aangetoond in een *in vitro* studie van Smet *et al.* (2010). Bovendien werd er in een Nederlandse studie van Leverstein-van Hall *et al.* (2011) aangetoond dat cefalosporine resistente *E. coli* van levende kippen, kippenvlees en van de mens voor een groot deel dezelfde ESBL-resistentie genen bevatten, wat een indirect bewijs is voor de overdracht van cefalosporine resistente *E. coli* van de kip naar de mens.

Omdat cefalosporine resistente *E. coli*'s veelvuldig voorkomen bij vleeskippen in België (Persoons *et al.*, 2010; Smet *et al.*, 2008) en omdat cefalosporines aangeduid werden als antibiotica van kritisch belang voor gebruik in de humane geneeskunde (WHO, 2007) wenst het Wetenschappelijk Comité, vanuit het oogpunt van de beheersing van voedselveiligheid, inzicht te krijgen in het risico van de mogelijke blootstelling aan cefalosporine resistente *E. coli* van de mens door het eten van kippenvlees. Het Wetenschappelijk Comité wenst te benadrukken dat in deze studie dus slechts één mogelijke manier van overdracht van cefalosporine resistente *E. coli* bestudeerd wordt. Immers, de overdracht door direct contact tussen kip en mens en de overdracht door indirect contact via het milieu (water) of andere levensmiddelen (bv. groenten) werden niet in overweging genomen. Dit is mede een gevolg van het feit dat er over de impact van deze twee laatst genoemde transmissieroutes op dit moment onvoldoende data beschikbaar zijn om een kwantitatieve blootstellingsbepaling te kunnen uitvoeren.

Om een antwoord te geven op de vraag wat de blootstelling is van de consument aan cefalosporine resistente *E. coli*'s door het eten van kippenvlees werd een kwantitatieve, probabilistische blootstellinganalyse uitgevoerd volgens de principes van de Codex Alimentarius (Codex Alimentarius Commission, 1999). Er werd een model opgesteld dat de Belgische kippenvleesproductieketen en het gedrag van de Belgische consument (van kippenvlees) simuleert. Daarvoor werden gegevens voor de primaire productie gebruikt die verzameld werden door Persoons *et al.* (2010). Gegevens over de contaminatie van kippenvlees met *E. coli* in het slachthuis en tijdens de transformatie en distributie werden verzameld tijdens de monitoring van het FAVV. Gegevens over de consumptiehoeveelheid, consumptiewijze en de portiegrootte van kippenvlees werden geëxtraheerd uit de Belgische voedselconsumptiepeiling (WIV, 2006) en uit Halet *et al.* (2006).

### **3 Risicoanalyse**

#### **3.1. Gevarenidentificatie**

Beta-lactam-verbindingen zijn antibacteriële middelen die binden aan de PBP (penicillin-binding proteins) van bacteriën. Deze verstoren de synthese van de peptidoglycaanlaag waardoor de bacteriële cellen afsterven. Tot de  $\beta$ -lactam-antibiotica behoren de penicillines, cefalosporines, carbapenems, cefamycines, monobactams en de  $\beta$ -lactamase inhibitoren. Beta-lactamases zijn een heterogene groep van enzymen die deze  $\beta$ -lactam-verbindingen afbreken en dus inactiveren.

Er zijn meer dan 400 verschillende  $\beta$ -lactamases beschreven die op basis van hun moleculaire structuur kunnen ingedeeld worden in vier klassen: klasse A, B, C en D (Perez et al., 2007).

Genen die coderen voor klassen A, B en D van de  $\beta$ -lactamases zijn gelokaliseerd op transfereerbare elementen of op het chromosoom. Genen van  $\beta$ -lactamases klasse C werden oorspronkelijk gelokaliseerd op het chromosoom maar gedurende de laatste 20 jaar werden ze ook teruggevonden op plasmiden (Perez et al., 2007). De lokalisatie van antibioticaresistentie op plasmiden duidt er op dat deze resistentie horizontaal overdraagbaar kan zijn tussen bacteriën (Thomson en Moland, 2000).

Resistentie tegen breed spectrum cefalosporines in Gram negatieve bacteriën is geassocieerd met het voorkomen van Extended Spectrum Beta-lactamases (ESBL's) meestal behorende tot klasse A  $\beta$ -lactamases, en plasmide-gemedieerde klasse C  $\beta$ -lactamases (Perez et al., 2007; Thomson en Moland, 2000).

ESBL's zijn in het algemeen in staat om de volgende  $\beta$ -lactamverbindingen te hydrolyseren: penicillines (vb. ampicilline en piperaciline), cefalosporines van de eerste, tweede, derde en vierde generatie en het monobactam azteronam, maar geen cefamycines of carbapenems. Ze kunnen ook worden geïnactiveerd door clavulaanzuur. Dit is in tegenstelling tot de klasse C  $\beta$ -lactamases, die meestal resistentie geven tegen alle  $\beta$ -lactamantibiotica met uitzondering van de dipolaire ionische methoxy-imino-cefalosporines (cefepime, carbapenems). Deze worden ook niet geïnhibeerd door clavulaanzuur (Perez et al., 2007; Thomson en Moland, 2000).

Uit een recent onderzoeksproject RT 06/3 ABRISK deel uitmakend van het contractueel onderzoek van de FOD Volksgezondheid naar het voorkomen van cefalosporine resistente *E. coli* bij levende vleeskippen in België (data verzameld in 2007-2008 uitgaande van cloaca swabs) is gebleken dat gemiddeld 36% van alle geïsoleerde *E. coli*'s resistent was voor cefalosporines (Persoons *et al.*, 2010) en dat na selectieve isolatie ongeveer 60% van de vleeskippen drager was van één of meerdere resistente *E. coli*'s (Smet *et al.*, 2008). Ook op kippenvlees worden steeds meer cefalosporine resistente *E. coli*'s terug gevonden zoals blijkt uit de FAVV monitoring:

- 2002: 5 % resistentie voor ceftiofur (n=151)
- 2005: 3 % resistentie voor ceftiofur (n=148)
- 2008: 28 % resistentie voor ceftiofur (n=98)

### 3.2 Gaverenkarakterisatie

*E. coli* is zowel bij de mens als bij dieren de meest voorkomende commensale, Gram-negatieve kiem in de darm en werd gedurende het laatste decennium steeds vaker geassocieerd met cefalosporine resistentie. De commensale *E. coli* stammen van dieren kunnen sporadisch ziekte bij de mens veroorzaken die in het algemeen mild en zelflimiterend zal verlopen en waarvoor normaal geen antibioticumtherapie vereist is. Een beperkt aantal stammen van *E. coli* heeft echter bijkomende virulentie-eigenschappen waardoor ze pathogeen zijn voor de mens (bv. EHEC, EAaggEC, EPEC, ETEC, EIEC, UPEC, ...). Voor deze infecties kan het soms aangewezen zijn een antibioticumtherapie in te stellen die in geval van cefalosporineresistentie zal falen bij gebruik van de gangbare eerste lijn antibiotica. Bij de recente EHEC uitbraak in Duitsland in mei/juni 2011 is onder meer vastgesteld dat de geïmpliceerde *E. coli* O104:H4 stam (een humane EAaggEC stam)

drager was van ESBL genen (EFSA, 2011). Bij deze specifieke EHEC infectie was het echter niet aangewezen antibiotica te hanteren tijdens behandeling van de ziekte (DGI, 2011).

Daarnaast kunnen cefalosporine resistente *E. coli* hun resistentiegenen overdragen naar andere Gram-negatieve bacteriën in de darm van mensen en dieren. Smet *et al.* (2010(b)) toonden *in vitro* aan dat *E. coli* dit bovendien met een vrij hoge efficiëntie doet. Indien de ontvangende kiem pathogeen is (bv. *Salmonella*, pathogene *E. coli*) zal een infectie met deze laatste kiem moeilijk te behandelen zijn met antibiotica. In deze studie werd in een humane darmsimulatiemodel aangetoond dat een niet resistente humane *E. coli* stam, zeer snel na toevoegen van een ESBL producerende kippenstam, resistentiegenen ging overnemen en dat zo na korte tijd transconjuganten verschenen. Het aantal transconjuganten nam exponentieel toe na toediening van een cefalosporine antibioticum aan het darmfermentatiemedium, wat suggereert dat bij mensen die onder behandeling staan met cefalosporineantibiotica het uitselcteren van deze transconjuganten zeer efficiënt kan gaan. Gezien de verschillen in darmfysiologie tussen mens en kip, kan er verwacht worden dat commensale *E. coli* stammen van pluimvee vermoedelijk niet lang kunnen standhouden in het menselijke spijsverteringskanaal. Een passage door het menselijke spijsverteringskanaal kan deze cefalosporine resistente *E. coli* mogelijks wel voldoende tijd geven om resistentiegenen over te dragen naar andere bacteriën, gezien de efficiënte overdracht van resistentiegenen beschreven door Smet *et al.* (2010(b)). Verder toonde een Nederlandse studie van Leverstein-van Hall *et al.* (2011) aan dat cefalosporine resistente *E. coli* van levende kippen, kippenvlees en van de mens voor een groot deel dezelfde ESBL-resistentie genen bevatten, wat een bijkomende indicatie is voor de overdracht van cefalosporine resistente *E. coli* van de kip naar de mens.

Het is op dit moment niet mogelijk om een kwantitatieve inschatting te maken van het aantal resistente *E. coli* die moet opgenomen worden door de mens om overdracht van cefalosporine resistentie van dier gerelateerde *E. coli* naar mens gerelateerde *E. coli* te bewerkstelligen. Dit is immers afhankelijk van een complexe interactie tussen zeer veel verschillende factoren zoals: voedselmatrix, zuurproductie in de maag, leeftijd en afweer van de consument, toestand van de darmflora, antibioticumgebruik,... Vandaar dat deze studie beperkt zal blijven tot een blootstellingsmodel om een schatting te maken van de blootstelling door de consument aan cefalosporine resistente *E. coli*'s bij het eten van Belgisch kippenvlees.

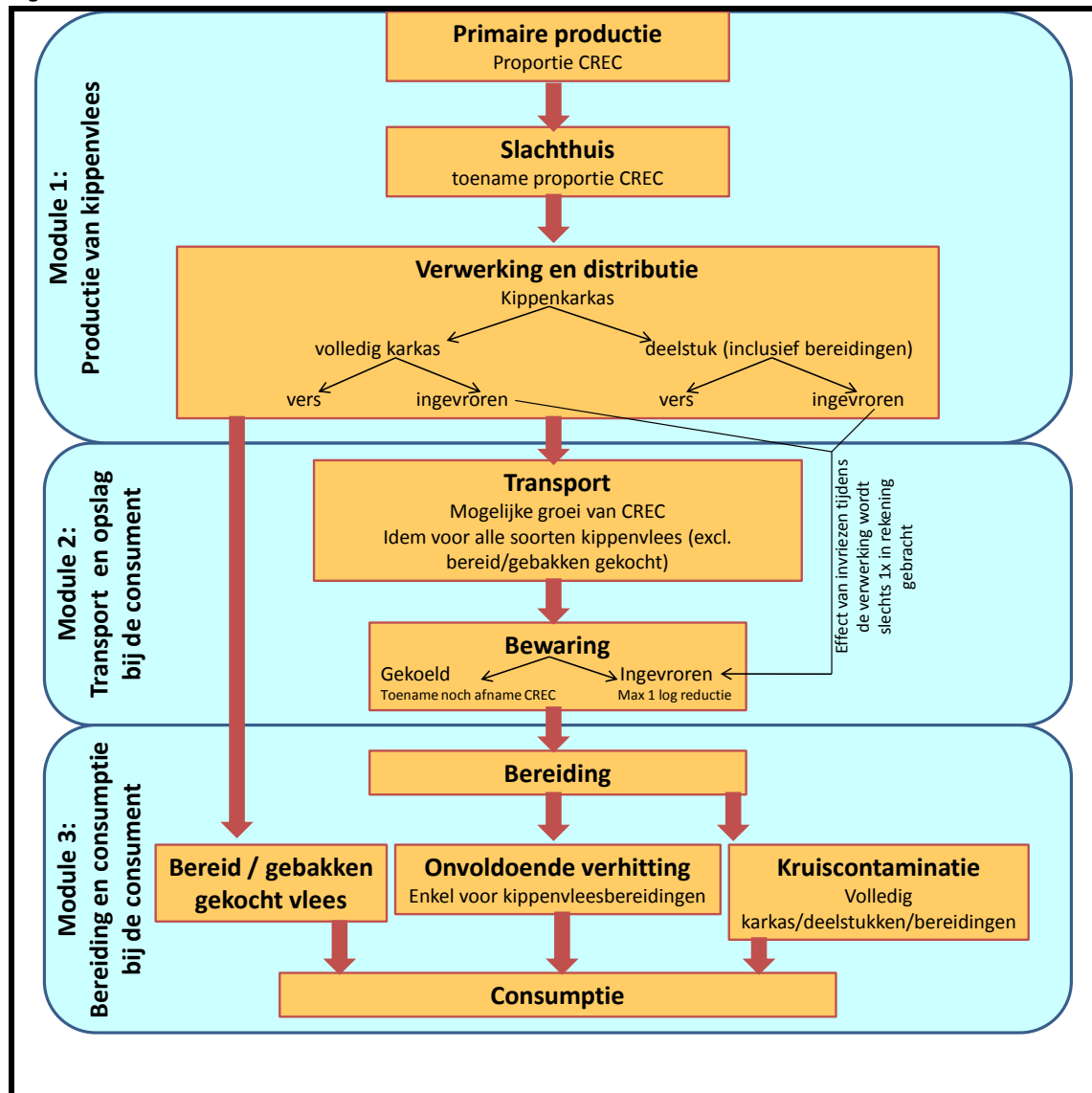
### **3.3 Blootstellingschatting**

Het hierna beschreven model is een kwantitatieve blootstellingsanalyse die tot doel heeft de opname van cefalosporine resistente *E. coli*'s door de Belgische consument in te schatten na consumptie van Belgisch kippenvlees. Het model is mede gebaseerd op de modellen beschreven door Hartnett *et al.* (2001) en Uyttendaele *et al.* (2006) voor *Campylobacter* op kippenvlees en het METZOON-model van Bollaerts *et al.* (2009) voor *Salmonella* in varkensvlees aangevuld met specifieke componenten voor cefalosporine resistente *E. coli*. Het model simuleert de keten van productie tot consumptie van kippenvlees in België. Bij elke module worden in tabelvorm de distributies en berekeningen weergegeven.

Het model bestaat uit verschillende modules die de productieketen van kippenvlees volgen van boer tot vork dus doorheen de volledige voedselketen startende van primaire productie, via

slachthuis, verwerking en distributie tot opslag en bereiding door de consument. De algemene opbouw van het model wordt in Figuur 1 schematisch weergegeven:

Figuur 1: flowchart van het model



CREC = cefalosporine resistente *E.coli*

### 3.3.1. Module 1: Productie van kippenvlees

#### 3.3.1.1. Primaire productie

In deze module wordt een distributie weergegeven voor de proportie van cefalosporine resistente *E. coli* binnen het totale aantal *E. coli* isolaten van cloacale swabs van gezonde vleeskippen zoals beschreven door Persoons *et al.* (2010). Deze gegevens werden verzameld tijdens de jaren 2007 en 2008 in het kader van het FOD Volksgezondheid onderzoeksproject RT 06/3 ABRISK. In deze studie bleek gemiddeld 36% van de geïsoleerde *E. coli* stammen resistent aan cefalosporines na monsternamen van 30 gezonde vleeskippen per productieronde op 32 bedrijven gedurende 2 niet-openvolgende productierondes. Tabel 1 toont hoe dit werd opgenomen in het model.

**Tabel 1: Module 1 – distributie voor de proportie van cefalosporine resistente *E.coli* isolaten binnen het totale aantal *E. coli* isolaten van cloacale swabs van gezonde vleeskippen (naar Persoons et al., 2010)**

Variabele	Omschrijving	Verdeling / Functie	Referentie
$P_{CREC\ prim}$	Proportie van cefalosporine resistente <i>E. coli</i> isolaten binnen het totale aantal <i>E. coli</i> isolaten	RiskPert(0,015;0,288;0,915)	Persoons <i>et al.</i> , 2010

### 3.3.1.2. Slachthuis, verwerking en distributie

Het FAVV verzamelt jaarlijks gegevens over het aantal *E. coli* (in kolonie vormende eenheden (kve) per g) die aanwezig zijn op karkassen van vleeskippen (nekvel) en op kippendelen (gehomogeniseerd huid en/of vlees) ter evaluatie van de hygiëne bij het slachten en de verder be- en verwerking van de karkassen tot deelstukken (inclusief kipfilets) en/of vleesbereidingen (o.a. gehakt vlees). Naar analogie met de gegevens uit de primaire productie werden ook hier de gegevens voor de jaren 2007 en 2008 gebruikt.

Persoons *et al.* (2010) beschrijven een toename van de proportie van cefalosporine resistente *E. coli* isolaten in het slachthuis na bemonstering van de nekhuid met gemiddeld 11,3% in vergelijking met de monsternamen op het opfokbedrijf. De reden van deze stijging is tot op heden niet gekend.

Op basis van de 2 voorgaande distributies en de output van module 1 kan dan het totale aantal cefalosporine resistente *E. coli* (in kve/g) berekend worden op zowel gekoelde karkassen als op kippendelen. Tabel 2 toont hoe dit werd opgenomen in het model.

**Tabel 2: Module 1 – berekening van het totale aantal cefalosporine resistente *E. coli* op gekoelde kippen karkassen en kippendelen**

Variabele	Omschrijving	Eenheid	Verdeling / Functie	Referentie
$INC_{P_{CREC\ slaught}}$	Verandering van de proportie van cefalosporine resistentie <i>E. coli</i> isolaten in het slachthuis	/	$1 + RiskPert(-0,033;0,032;0,36)$	Persoons <i>et al.</i> , 2010
$N_{E.\ coli\ whole}$	Totaal aantal <i>E. coli</i> : gekoelde kippenkarkassen	kve/g	RiskPert(0,823;2,386;4,149)	Data FAVV monitoring
$N_{E.\ coli\ part}$	Totaal aantal <i>E. coli</i> : gekoelde kippendelen (incl gehakt)	kve/g	RiskPert(0,986;2,321;3,410)	Data FAVV monitoring
$N_{CREC\ whole}$	Berekening van het totaal aantal cefalosporine resistente <i>E. coli</i> : gekoelde karkassen	kve/g	$N_{E.\ coli\ whole} \times (P_{CREC\ prim} \times INC_{P_{CREC\ slaught}})$	/
$N_{CREC\ part}$	Berekening van het totaal aantal cefalosporine resistente <i>E. coli</i> : gekoelde kippendelen (incl gehakt)	kve/g	$N_{E.\ coli\ part} \times (P_{CREC\ prim} \times INC_{P_{CREC\ slaught}})$	/

Een kippenkarkas kan na het slachthuis op verschillende manieren verwerkt en vermarkt worden. De volgende indeling is mogelijk (a) per type product: het kippenvlees kan als volledig karkas of als kippendelen verkocht worden waarbij kippengehakt als een onderdeel van kippendelen wordt beschouwd en (b) per type bewaarmethode: het vlees kan diepgevroren of gekoeld verkocht worden.

In het model wordt ervan uitgegaan dat de koudeketen tot op het moment van de aankoop van het kippenvlees door de consument gerespecteerd wordt of temperatuursmisbruik beperkt is tot < 10°C waardoor geen groei van (cefalosporine resistente) *E. coli* mogelijk is.

Volgens Halet *et al.* (2006) wordt gemiddeld 68,1% van het kippenvlees als kippendelen aangekocht en gemiddeld 31,9% als een volledig karkas. Van de kippendelen wordt gemiddeld

20% diepgevroren aangekocht, terwijl dit voor de volledige karkassen gemiddeld 5% is. Het kippenvlees kan echter zowel door de producent op de markt aangeboden worden als diepgevroren vlees of kan vers aangeboden worden maar dan vervolgens door de consument ingevroren worden (zie verder). Het effect van het invriezen tijdens de productie van kippenvlees op de cefalosporine resistente *E. coli* wordt pas in module 2 in rekening gebracht, aangezien het in wezen om hetzelfde proces gaat en het belangrijk is dat het reducerend effect ervan niet twee maal wordt in rekening gebracht. Tabel 3 toont de toepassing van de verschillende verwerkingsmethodes in het model.

**Tabel 3: Module 1 – Mogelijke verwerkingen van het kippenkarkas en hun frequentie van voorkomen volgens de Belgische voedselconsumptiepeiling (WIV, 2006) en Halet *et al.* (2006)**

Variabele	Omschrijving	Verdeling / Functie	Referentie
$P_{\text{whole}}$	Kans om gekocht te worden als volledige kippenkarkas	RiskBinomial(1;0,319)	Belgische voedselconsumptiepeiling (WIV,2006) / Halet <i>et al.</i> (2006)
$P_{\text{part}}$	Kans om gekocht te worden als kippendelen (incl gehakt)	1 - RiskBinomial(1;0,319)	Belgische voedselconsumptiepeiling (WIV,2006) / Halet <i>et al.</i> (2006)
$P_{\text{fresh whole}}$	Kans om gekocht te worden als gekoeld volledig kippenkarkas	$P_{\text{whole}} \times \text{RiskBinomial}(1;0,95)$	Belgische voedselconsumptiepeiling (WIV,2006) / Halet <i>et al.</i> (2006)
$P_{\text{frozen whole}}$	Kans om gekocht te worden als ingevroren volledig kippenkarkas	$P_{\text{whole}} (1 - \text{RiskBinomial}(1;0,95))$	Belgische voedselconsumptiepeiling (WIV,2006) / Halet <i>et al.</i> (2006)
$P_{\text{fresh part}}$	Kans om gekocht te worden als gekoelde kippendelen (incl gehakt)	$P_{\text{part}} \times \text{RiskBinomial}(1;0,8)$	Belgische voedselconsumptiepeiling (WIV,2006) / Halet <i>et al.</i> (2006)
$P_{\text{frozen part}}$	Kans om gekocht te worden als ingevroren kippendelen (incl gehakt)	$P_{\text{part}} \times (1 - \text{RiskBinomial}(1;0,8))$	Belgische voedselconsumptiepeiling (WIV,2006) / Halet <i>et al.</i> (2006)

### 3.3.2. Module 2: Transport, bewaring en bereiding van kippenvlees door de consument

#### 3.3.2.1. Transport van het kippenvlees van de kleinhandel tot bij de consument

Gedurende het transport van het kippenvlees van de kleinhandel naar de keuken of koelkast / diepvriezer van de consument is de koeling mogelijk onvoldoende en kan de temperatuur oplopen tot  $> 10^{\circ}\text{C}$ . Hierdoor is het mogelijk dat er een (beperkte) groei is van het aantal cefalosporine resistente *E. coli* aanwezig op het kippenvlees.

Gebaseerd op het model dat beschreven werd door Bollaerts *et al.* (2009) werd de mogelijke groei van cefalosporine resistente *E. coli* op het kippenvlees gesimuleerd, waarbij verondersteld werd dat wat betreft groeikarakteristieken cefalosporine resistente *E. coli* zich gelijkaardig gedragen als cefalosporine gevoelige *E. coli*. Tabel 4 toont hoe dit werd opgenomen in het model.

In deze simulatie werd met de volgende parameters rekening gehouden:

- De temperatuur van het vlees in de kleinhandel (Bollaerts *et al.* (2009))
- Simulatie van de buitentemperatuur gebaseerd op data afkomstig van het Koninklijk Belgisch Meteorologisch Instituut (KMI)
- De duur van het transport
- De zoutconcentratie van het vlees

Voor reeds ingevroren vlees wordt verondersteld dat dit ingevroren blijft bij de kleinhandel en er aldus geen groei mogelijk is.

**Tabel 4: Module 2 – Mogelijke groei van cefalosporine resistente *E. coli* tijdens het transport van kippenvlees van de kleinhandel tot bij de consument**

Variabele	Omschrijving	Eenheid	Verdeling / Functie	Referentie
$T_{\text{retail}}$	Temperatuur van het vlees in de kleinhandel	°C	RiskNormal(3,14;7,78) (-2;15)	METZOON model (Bollaerts <i>et al.</i> , 2009)
$T_{\text{ext}}$	Buitentemperatuur	°C	$\pi f_1 + (1 - \pi) f_2$ with $\pi = 0,64$ / $f_1 = \text{RiskNormal}(6,7;17,9)$ / $f_2 = \text{RiskNormal}(20,1; 33,0)$	Koninklijk Belgisch Meteorologisch Instituut (KMI)
$\Delta_{\text{max}}T$	Maximaal mogelijke verandering in temperatuur	°C	$T_{\text{ext}} - T_{\text{retail}}$	Veronderstelling Hill <i>et al.</i> (2003)
$S_T$	Correctie: indien maximaal mogelijk temperatuurverschil groter is dan 0 dan is $S_T = 1$ , indien niet, dan is $S_T = 0$	/	If ( $\Delta_{\text{max}}T > 0$ ; 1; 0)	/
$\Delta T$	Temperatuursverandering van het vlees tijdens transport	°C	RiskNormal(3,72;2,82) (0; $\Delta_{\text{max}}T$ ) x $S_T$	Hill <i>et al.</i> (2003)
$T_{\text{end}}$	Temperatuur van het vlees op het eind van het transport	°C	$T_{\text{retail}} + \Delta T$	/
$\text{Time}_{\text{trans}}$	Duur van het transport	15 minuten	$\text{Time}_{\text{trans}} = \text{RiskDiscrete}(v;w)$ with $v = [1,2,3,4,5,6,7,8,16]$ and $w = [0.005,0.05,0.18,0.25, \dots, 0.22,0.16,0.07, 0.03,0.035]$	Hill <i>et al.</i> (2003)
NaCl	Zoutconcentratie van het vlees (zowel kippenkarkassen als kippendelen)	%	RiskNormal(0,978;0,158)	Vlaams Adviescentrum voor de vleesindustrie
$\Delta T_{\text{temp}}$	Groei van <i>E. coli</i> in functie van temperatuur en zoutconcentratie	Log kve / uur	$\text{EXP}(-6,26 - (0,011 \times \text{NaCl}) + (0,32 \times T_{\text{end}}) + (0,002 \times \text{NaCl} \times T_{\text{end}}) - (0,0085 \times \text{POWER}(T_{\text{end}},2)) - (0,0045 \times \text{POWER}(\text{NaCl},2)))$	METZOON model (Bollaerts <i>et al.</i> , 2009)
$\Delta T_{\text{r}}$	Totale log groei van <i>E. coli</i> tijdens een bepaalde transporttijd	Log kve / transport	$(\Delta T_{\text{temp}} / 4) \times \text{Time}_{\text{trans}}$	METZOON model (Bollaerts <i>et al.</i> , 2009)
$N_{\text{CREC trans whole}}$	Aantal cefalosporine resistente <i>E. coli</i> op een volledig karkas na transport (incl ingevroren)	Log kve / g	$(\text{LOG}_{10}(N_{\text{CREC whole}})) + \Delta T_{\text{r}}$	/
$N_{\text{CREC trans part}}$	Aantal cefalosporine resistente <i>E. coli</i> op kippendelen na transport (incl ingevroren)	Log kve / g	$(\text{LOG}_{10}(N_{\text{CREC part}})) + \Delta T_{\text{r}}$	/

### 3.3.2.2. Bewaring van het kippenvlees door de consument

Het kippenvlees kan door de consument ofwel gekoeld, ofwel ingevroren bewaard worden. Op basis van de resultaten van de Belgische voedselconsumptiepeiling (WIV, 2006) en de studie van Halet *et al.* (2006) wordt verondersteld dat gemiddeld 39% van het kippenvlees ingevroren bewaard wordt. Dit laatste cijfer omvat alle mogelijke soorten kippenvlees en zowel kippenvlees dat ingevroren aangekocht wordt als kippenvlees dat vers aangekocht wordt en daarna door de consument zelf ingevroren wordt.

Met de Combase® predictor software (<http://www.combase.cc>) is het niet mogelijk groei van *E. coli* te simuleren bij  $\leq 10^{\circ}\text{C}$  aangezien er onvoldoende experimentele data bij koude temperaturen voorhanden zijn. Het is algemeen aangenomen dat de minimum temperatuur voor groei van *E. coli*  $8^{\circ}\text{C}$  is en bij  $8\text{-}10^{\circ}\text{C}$  groei pas optreedt na een lange lag-fase ( $> 10$  dagen). Daarom wordt er in het model aangenomen dat er geen toename of afname is van het aantal cefalosporine resistente *E. coli* gedurende de gekoelde bewaring van vers kippenvlees (met een houdbaarheid van max. 5 dagen) bij de consument.

Gebaseerd op de gegevens beschreven door Black *et al.* (2009) en op mondelinge communicatie (Daube G., Universiteit Luik) wordt de reductie van het aantal cefalosporine resistente *E. coli* bij invriezen gesimuleerd (maximale reductie met 1 log gedurende een bewaring van 30 dagen). De duur van de bevroren bewaring van kippenvlees wordt gesimuleerd gebaseerd op het model beschreven door Halet *et al.* (2006). Zoals reeds hoger vermeld, wordt hier het effect van invriezen in rekening gebracht voor zowel vlees dat ingevroren aangekocht wordt als vlees dat ingevroren wordt bij de consument. Tabel 5 toont hoe dit werd opgenomen in het model.

Hier wordt opnieuw aangenomen dat zowel voor wat betreft groei als afdoding cefalosporine resistente *E. coli* zich gelijkaardig gedragen als cefalosporine gevoelige *E. coli*.

**Tabel 5: Module 2 – Groei en reductie van cefalosporine resistente *E. coli* op kippenvlees tijdens de bewaring bij de consument**

Variabele	Omschrijving	Eenheid	Verdeling / Functie	Referentie
$N_{\text{CREC stor whole}}$	Aantal overblijvende cefalosporine resistente <i>E. coli</i> na gekoelde bewaring van kippenkarkassen	log kve/g kippenvlees	Geen groei of reductie gedurende gekoelde bewaring ( $N_{\text{CREC trans whole}} = N_{\text{CREC stor whole}}$ )	veronderstelling / Combase® predictor software
$N_{\text{CREC stor part}}$	Aantal overblijvende cefalosporine resistente <i>E. coli</i> na gekoelde bewaring van kippendelen	log kve/g kippenvlees	Geen groei of reductie gedurende gekoelde bewaring ( $N_{\text{CREC trans part}} = N_{\text{CREC stor part}}$ )	veronderstelling / Combase® predictor software
$P_{\text{frozen}}$	Kans dat het vlees ingevroren wordt (zowel ingevroren aangekocht als ingevroren bij de consument)	/	Riskbinomial(1;0,39)	Belgische voedselconsumptiepeiling (WIV,2006) / Halet <i>et al.</i> (2006)
$N_{\text{days frozen}}$	Duur van de ingevroren bewaring van het kippenvlees bij de consument	dag	RiskGeneral(0;43;0,04;42;0:127,5) afgeknot op 30 dagen (Black <i>et al.</i> )	Halet <i>et al.</i> (2006)
$\Delta_{\text{CREC frozen}}$	Reductie van het aantal cefalosporine	log kve/g kippenvlees	RiskPert(0,5;0,75;1)	Black <i>et al.</i> (2009) / G. Daube (persoonlijke

	resistente <i>E. coli</i> gedurende ingevroren bewaring			communicatie) / veronderstelling
$N_{\text{CREC frozen stor whole}}$	Aantal overblijvende cefalosporine resistente <i>E. coli</i> na ingevroren bewaring van een volledig karkas	log kve/g kippenvlees	$\text{LOG } N_{\text{CREC trans whole}} - (\Delta_{\text{CREC frozen}} \times N_{\text{days frozen}} / 30)$	/
$N_{\text{CREC frozen stor part}}$	Aantal overblijvende cefalosporine resistente <i>E. coli</i> na ingevroren bewaring van kippendelen	log kve/g kippenvlees	$\text{LOG } N_{\text{CREC trans part}} - (\Delta_{\text{CREC frozen}} \times N_{\text{days frozen}} / 30)$	/

### 3.3.3. Module 3: Bereiding en consumptie van kippenvlees

#### 3.3.3.1. Bereiding van kippenvlees

Vooraleer met de berekeningen te starten werd er een distributie opgesteld voor de portiegrootte van het uiteindelijk geconsumeerde kippenvlees die varieert tussen 20g en 550g en die is gebaseerd op gegevens van de Belgische voedselconsumptiepeiling (WIV, 2006). In Tabel 6 wordt deze distributie weergegeven, om zodoende de finale blootstelling aan cefalosporine resistente *E. coli* te kunnen berekenen.

**Tabel 6: Module 3 – Berekening van de portiegrootte bij de consumptie van kippenvlees**

Serving Size	Portiegrootte bij consumptie van kippenvlees	g	RiskCumul(20;550;20:500;0.028:0.999)	Belgische voedselconsumptiepeiling (WIV,2006)

De verschillende verwerkingsmogelijkheden van een kippenkarkas en hun frequentie van voorkomen werden reeds vermeld in Tabel 3 (zie hoger).

#### 3.3.3.1.1. Kruiscontaminatie door contact met handen en snijplank

Tijdens de bereiding van rauw kippenvlees is het mogelijk dat bacteriën die zich op het rauwe vlees bevinden overgedragen worden naar rauwe groenten doordat beide aangeraakt worden met de handen zonder die tussendoor te wassen of doordat beide in contact komen met dezelfde snijplank of oppervlak eveneens zonder die tussendoor te wassen. De hiernavolgende berekeningen simuleren de kans daartoe op basis van het model gepubliceerd door Nauta *et al.* (2005) dat werd aangepast aan de Belgische situatie met behulp van gegevens in verband met de hygiënische werkpraktijken in de keuken van de Belgische consument (Belgische consumptiepeiling (WIV, 2006) en Halet *et al.* (2006)). Bij gebrek aan data aangaande de gezamenlijke consumptie van kippenvlees en rauwe groenten, wordt er in het model voor de berekening van de kans op kruiscontaminatie van uit gegaan dat bij iedere maaltijd met kippenvlees tevens rauwe groenten worden geconsumeerd. Tevens wordt verondersteld dat steeds alle groenten volledig worden geconsumeerd. Deze veronderstellingen leiden wellicht tot een overschatting van de blootstelling van de consument aan cefalosporine resistente *E. coli* via deze route van kruiscontaminatie.

Het model voor de mogelijke transfer van cefalosporine resistente *E. coli* van het rauwe kippenvlees naar rauwe groenten door de manipulatie met de handen, wordt opgebouwd met de volgende factoren (Tabel 7):

- proportie van cefalosporine resistente *E. coli* die worden overgebracht van het kippenvlees naar de handen bij manipulatie van kip of kipedelen (hierin zit de probabilliteit om kip aan te raken met de hand in verwerkt)
- probabilliteit dat de handen gewassen of gespoeld worden nadat het rauwe kippenvlees werd aangeraakt en vooraleer de rauwe groenten aan te raken en het effect hiervan op het aantal cefalosporine resistente *E. coli* dat zich op de handen bevindt
- proportie van cefalosporine resistente *E. coli* die wordt overgebracht van de handen naar de rauwe groenten bij manipulatie
- het aantal cefalosporine resistente *E. coli* dat uiteindelijk op de rauwe groenten wordt overgedragen is afhankelijk van de hoeveelheid gemanipuleerd vlees (cfr. portie grootte)

**Tabel 7: Module 3 – Kruiscontaminatie tussen rauw kippenvlees en rauwe groenten door manipulatie in de keuken**

Variabele	Omschrijving	Eenheid	Verdeling / Functie	Referentie
(tC,H)	Proportie van cefalosporine resistente <i>E. coli</i> die overgebracht worden van rauw kippenvlees naar handen door manipulatie	/	RiskBeta(1,78;41,1)	Nauta <i>et al.</i> (2005)
P <sub>WH</sub>	Probabilliteit dat de handen gewassen of gespoeld worden na de manipulatie van rauw kippenvlees en vooraleer de rauwe groenten aan te raken	/	RiskBinomial(1; RiskDiscrete({0,862;0,8174};0,8649;0,1351))	Belgische consumptiepeiling (WIV, 2006) / Viaene <i>et al.</i> (2007)
(tH,H)	Proportie van cefalosporine resistente <i>E. coli</i> op de handen die verwijderd worden door het wassen van de handen	/	IF P <sub>WH</sub> = 0 dan (tH,H)= 1 IF P <sub>WH</sub> = 1 dan (tH,H)= RiskBeta(0,24;6,67)	Nauta <i>et al.</i> (2005)
(tH,S)	Proportie van cefalosporine resistente <i>E. coli</i> die overgebracht worden van de handen naar rauwe groenten door manipulatie	/	RiskBeta(0,6;2,3)	Nauta <i>et al.</i> (2005)
N <sub>CREC veg hands</sub>	Aantal cefalosporine resistente <i>E. coli</i> die overgebracht worden op rauwe groenten door manipulatie	Kve / portie	$(POWER(10;N_{CREC\ stor\ whole}) \times (tC,H) \times (tH,H) \times (tH,S) \times \text{Serving Size})$ $(POWER(10;N_{CREC\ stor\ part}) \times (tC,H) \times (tH,H) \times (tH,S) \times \text{Serving Size})$ $(POWER(10;N_{CREC\ frozen\ stor\ whole}) \times (tC,H) \times (tH,H) \times (tH,S) \times \text{Serving Size})$ $(POWER(10;N_{CREC\ frozen\ stor\ part}) \times (tC,H) \times (tH,H) \times (tH,S) \times \text{Serving Size})$	/

Voor de mogelijke transfer van cefalosporine resistente *E. coli* van het rauwe kippenvlees naar rauwe groenten via contact met dezelfde snijplank, werd opgebouwd met de volgende factoren:

- probabilliteit dat zowel rauw kippenvlees als rauwe groenten op eenzelfde werkoppervlak worden gesneden
- proportie van cefalosporine resistente *E. coli* die overgebracht wordt van rauw kippenvlees naar de snijplank
- probabilliteit om de snijplank te wassen of om te draaien na het snijden van kippenvlees
- probabilliteit dat de rauwe groenten worden gesneden op de snijplank na het snijden van het kippenvlees
- proportie van cefalosporine resistente *E. coli* die overgebracht wordt van de snijplank naar de rauwe groenten
- het aantal cefalosporine resistente *E. coli* dat op de snijplank en uiteindelijk op de rauwe groenten wordt overgedragen is afhankelijk van de hoeveelheid gemanipuleerd vlees (cfr. portie grootte)

Tabel 8 geeft de implementatie van deze stappen in het model.

**Tabel 8: Module 3 – Kruiscontaminatie tussen rauw kippenvlees en rauwe groenten door contact met dezelfde snijplank**

Variabele	Omschrijving	Eenheid	Verdeling / Functie	Referentie
$P_{board}$	Probabiliteit dat zowel rauw kippenvlees als rauwe groenten op dezelfde snijplank worden gesneden	/	RiskDiscrete({0,031;0,2429}; 0,8748:0,1252)	Belgische consumptiepeiling (WIV, 2006) / Viaene <i>et al.</i> (2007)
(tC,B)	Proportie van cefalosporine resistente <i>E. coli</i> die overgebracht worden van rauw kippenvlees naar de snijplank	/	POWER(10;RiskNormal(0,171;0,16))/100	Nauta <i>et al.</i> (2005)
$N_{CREC\ board}$	Aantal cefalosporine resistente <i>E. coli</i> die overgebracht werden op de snijplank	Kve / snijplank	$((1 - (tC,H)) \times POWER(10;N_{CREC\ stor\ whole}) \times (tC,B) \times Serving\ Size)$ $((1 - (tC,H)) \times POWER(10;N_{CREC\ stor\ part}) \times (tC,B) \times Serving\ Size)$ $((1 - (tC,H)) \times POWER(10;N_{CREC\ frozen\ stor\ whole}) \times (tC,B) \times Serving\ Size)$ $((1 - (tC,H)) \times POWER(10;N_{CREC\ frozen\ stor\ part}) \times (tC,B) \times Serving\ Size)$	/
$P_{board\ handling}$	De snijplank kan na het snijden van het kippenvlees op 3 mogelijke manieren 'behandeld' worden vooraleer de salade te snijden. De probabilliteit van de 3 manieren wordt weergegeven	/	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelfde snijplank, niet gewassen = RiskDiscrete({0,031;0,2429};0,8748:0,1252)</li> <li>• Zelfde snijplank, gewassen of andere zijde = RiskDiscrete({0,022;0,1937};0,8748:0,1252)</li> <li>• Andere snijplank = RiskDiscrete({0,947;0,5634};0,8748:0,1252)</li> </ul>	Belgische consumptiepeiling (WIV, 2006) / Viaene <i>et al.</i> (2007)
$N_{CREC\ board\ wash}$	Aantal cefalosporine resistente <i>E. coli</i> op de snijplank voor de 3 mogelijke	Kve/ snijplank	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelfde snijplank, niet gewassen: <math>N_{CREC\ board\ wash} = N_{CREC\ board} \times 1</math></li> <li>• Zelfde snijplank, gewassen of andere zijde: <math>N_{CREC\ board\ wash} = N_{CREC\ board} -</math></li> </ul>	/

	scenario's		RiskPert(1;4,5;7)) • Andere snijplank: $N_{CREC \text{ board wash}} = N_{CREC \text{ board}} \times 0$	
(tB,S)	Proportie van cefalosporine resistente <i>E. coli</i> die overgebracht worden van de snijplank naar de rauwe groenten	/	$POWER(10;RiskNormal(1.535;0.32))/100$	Nauta <i>et al.</i> (2005)
P Cutting <sub>veg</sub>	Probabiliteit dat de rauwe groenten worden gesneden op de snijplank na het snijden van het kippenvlees	/	RiskUniform(0,4;0,6)	veronderstelling
$N_{CREC \text{ veg board}}$	Aantal cefalosporine resistente <i>E. coli</i> op de rauwe groenten door contact met de snijplank	Kve / portie	als P Cutting <sub>veg</sub> = 1 dan $N_{CREC \text{ veg board}} = N_{CREC \text{ board wash}} \times (tB,S)$ als P Cutting <sub>veg</sub> = 0 dan $N_{CREC \text{ veg board}} = 0$	/

In Tabel 9 wordt het totale aantal cefalosporine resistente *E. coli* weergegeven dat via kruiscontaminatie (zowel via de handen als via de snijplank) wordt overgedragen naar rauwe groenten.

**Tabel 9: Overzichtstabel kruiscontaminatie tussen rauw kippenvlees en rauwe groenten**

$N_{CREC \text{ veg}}$	Totaal aantal cefalosporine resistente <i>E. coli</i> op de rauwe groenten door kruiscontaminatie	kve / portie	$N_{CREC \text{ veg}} = N_{CREC \text{ veg hands}} + N_{CREC \text{ veg board}}$	/
------------------------	---	--------------	--	---

### 3.3.3.1.2. Verhitting van vleesbereidingen op basis van kippenvlees

In dit onderdeel wordt de kans ingeschat dat kippenvleesbereidingen (type kippengehakt, kippenhamburgers of –worsten, kippengyros of gemarineerde kippensatés etc.) die gemalen of sterk verwerkt en gemanipuleerd zijn onvoldoende verhit worden waarbij een deel van de cefalosporine resistente *E. coli* overleeft. Er wordt hierbij verondersteld dat deze kippenvleesbereidingen nooit onverhit geconsumeerd worden.

Aangezien er kan van uitgegaan worden dat de contaminatie van ongemalen kippenvlees met cefalosporine resistente *E. coli* zich uitsluitend op de oppervlakte van het vlees bevindt, wordt er verondersteld dat alle cefalosporine resistente *E. coli* op ongemalen kippenvlees steeds worden afgedood bij verhitting. In het geval van kippengehakt en andere kippenvleesbereidingen kunnen de cefalosporine resistente *E. coli* zich ook in het centrum van het vlees bevinden (beschermde zone). In dit geval is het de kerntemperatuur en de tijd gedurende dewelke deze aangehouden worden die van belang zijn voor het eventueel overleven van bacteriën.

Volgens de Belgische voedselconsumptiepeiling (WIV, 2006) wordt 9% van het kippenvlees geconsumeerd als kippenvleesbereidingen. Het aantal cefalosporine resistente *E. coli* dat zich in de 'beschermde zone' (binnenste cirkel van het vlees) bevindt is gesimuleerd op basis van een

uniforme proportionele distributie van de bacteriën in het vlees (Tabel 10). Voor zowel de tijd gedurende dewelke de beschermde zone verhit wordt bij een bepaalde temperatuur als voor de bereikte temperatuur in de beschermde zone worden 2 arbitrair gekozen distributies verondersteld (Tabel 10). De afdoding van de cefalosporine resistente *E. coli* in de beschermde zone wordt berekend aan de hand van de formule beschreven door Hill *et al.* (2003). Bij een verhitting aan 65°C gedurende 1 minuut komt dit overeen met een reductie van 3.31 log. De kans dat het kippenvlees onvoldoende verhit wordt is gebaseerd op gegevens uit een studie van Worsfold en Griffith (1997) in verband met het kookgedrag voor wat betreft vlees. Deze gegevens zijn wel niet specifiek voor kippenvlees, maar voor alle soorten vlees, maar worden hier gebruikt als basis wegens het ontbreken van gegevens specifiek voor kippenvlees.

**Tabel 10: Module 3 – Kans op onvoldoende verhitting van kippenvleesbereidingen met overleving van cefalosporine resistente *E. coli***

Variabele	Omschrijving	Eenheid	Verdeling / Functie	Referentie
$P_{\text{minced meat}}$	Probabiliteit om vleesbereiding te consumeren	/	RiskBinomial(1;0,09)	Belgische voedselconsumptiepeiling (WIV, 2006)
$P_{\text{undercooking}}$	Probabiliteit om het vlees onvoldoende te verhitten	/	RiskPert(0,05;0,1;0,2)	Worsfold en Griffith (1997)
$Temp_{\text{cooking}}$	Temperatuur van de 'beschermde zone' )	°C	RiskPert(60;65;70)	Veronderstelling
$T_{\text{cooking}}$	Blootstellingstijd van 'beschermde zone' aan verhitting)	min	RiskPert(0,5;1;1,5)	Veronderstelling
$P_{\text{CREC protected}}$	Proportie van cefalosporine resistente <i>E. coli</i> in 'beschermde zone'	/	RiskUniform(0;0,1)	Veronderstelling
$N_{\text{CREC protected}}$	Aantal cefalosporine resistente <i>E. coli</i> in 'beschermde zone' voor verse en ingevroren vleesbereidingen	log kve / g	$(N_{\text{CREC stor part}} \times P_{\text{CREC protected}}$ $N_{\text{CREC frozen stor part}} \times P_{\text{CREC protected}}$	/
$N_{\text{CREC cooking}}$	Aantal overblijvende cefalosporine resistente <i>E. coli</i> na verhitten	log kve / g	$POWER(10;(N_{\text{CREC protected}} - (T_{\text{cooking}} / POWER(10;(-0,14 \times Temp_{\text{cooking}}) + 8,58)))) \times P_{\text{undercooking}}$	Hill <i>et al.</i> (2003)
$N_{\text{CREC minced}}$	Aantal overblijvende cefalosporine resistente <i>E. coli</i> in portie na verhitten	log kve / portie	$N_{\text{CREC cooking}} \times \text{Serving size}$	/

### 3.3.3.1.3. Kippenvlees dat verhit wordt gekocht

Volgens de Belgische voedselconsumptiepeiling wordt 44,4% van de gehele kippenkarkassen die gekocht worden, verhit gekocht (bv: kip aan het spit). Ook voor deze karkassen wordt ervan uitgegaan dat bij verhitting alle cefalosporine resistente *E. coli* worden afgedood aangezien de contaminatie zich enkel aan de oppervlakte van het karkas bevindt. Dit houdt in dat er vanuit deze karkassen ook geen kruiscontaminatie kan optreden en deze dus geen bijdrage leveren aan de blootstelling.

### 3.3.3.2. Blootstelling van de consument aan cefalosporine resistente *E. coli*

In deze module wordt de totale blootstelling aan cefalosporine resistente *E. coli* van de Belgische consument berekend aanwezig in één maaltijd die kippenvlees bevat. Hierbij wordt dus zowel rekening gehouden met de mate van besmetting van kippen en bijgevolg kippenvlees als met de bereiding van het kippenvlees (kruiscontaminatie en/of verhitting) door de consument thuis en de invloed daarvan op de groei, overleving en transfer van cefalosporine resistente *E. coli* (Tabel 11).

**Tabel 11: Module 3 – Berekening van de totale blootstelling aan cefalosporine resistente *E. coli* via de maaltijd**

Variabele	Omschrijving	Eenheid	Verdeling / Functie	Referentie
Type kippenvlees	Type van kippenvlees dat wordt gekocht	/	kippenvleesbereiding = 0,09 verhit kippenvlees = 0,14 rauw kippenvlees = 0,77	Belgische voedselconsumptiepeiling (WIV, 2006)
$N_{CREC\ meat}$	Blootstelling aan cefalosporine resistente <i>E. coli</i> via consumptie van het kippenvlees	log kve / portie	. Voor kippenvleesbereiding = $N_{CREC\ minced}$ . Voor verhit kippenvlees = 0 - Voor rauw kippenvlees ander dan kippenvleesbereidingen = 0	/
$N_{CREC\ cross\ cont}$	Blootstelling aan cefalosporine resistente <i>E. coli</i> via kruiscontaminatie (enkel voor vleesbereidingen en rauw kippenvlees)	log kve / portie	log $N_{CREC\ veg}$	/
$N_{CREC\ meal}$	Totale blootstelling aan cefalosporine resistente <i>E. coli</i> via de maaltijd	log kve / maaltijd	$N_{CREC\ meat} + N_{CREC\ cross\ cont}$	/

### 3.3.4. Resultaten

Wanneer het hierboven beschreven model 10.000 keer wordt gelopen gebruikmakende van de @Risk® 5.0 software worden de volgende resultaten bekomen die voorgesteld zijn in Tabel 12. Deze tabel 12 geeft de kans weer dat een Belgische consument wordt blootgesteld aan een aantal arbitrair gekozen cefalosporine resistente *E. coli* dosissen (10, 100, 1000 en 10000 kve/portie) via de consumptie van één maaltijd die kippenvlees bevat .

**Tabel 12: Kans op blootstelling aan cefalosporine resistente *E. coli* door de consumptie van één maaltijd die kippenvlees bevat (in functie van 4 arbitrair gekozen blootstellingsdosissen)**

<b>Blootstellingsdosis (kve/portie)</b>	<b>Kans op blootstelling</b>
10	7,00%
100	3,26%
1000	1,53%
10000	0,39%

Tabel 13 geeft het aandeel weer van elke mogelijke contaminatieweg in de totale blootstelling aan cefalosporine resistente *E. coli*. Zoals uit de beschrijving van de opbouw van het model bleek is er enkel blootstelling mogelijk via kruiscontaminatie en dit voor alle mogelijke types van kippenvlees, behalve het kippenvlees dat bereid gekocht wordt, en via onvoldoende verhitting van kippenvleesbereidingen.

**Tabel 13: Oorsprong van de blootstelling aan cefalosporine resistente *E. coli* door de consumptie van één maaltijd die kippenvlees bevat en in functie van de 4 arbitrair gekozen blootstellingsdosissen**

<b>Blootstellingsdosis (kve/portie)</b>	<b>10000 kve</b>	<b>1000 kve</b>	<b>100 kve</b>	<b>10 kve</b>
blootstelling via kippenvleesbereidingen (via onderverhitting)	0%	0%	0%	0,03%
blootstelling via kippenvlees zijnde kippenkarkassen en kippendelen inclusief kippenvleesbereidingen, al dan niet diepgevroren (via kruiscontaminatie)	0,39%	1,53%	3,26%	6,97%
<b>totale blootstelling</b>	<b>0,39%</b>	<b>1,53%</b>	<b>3,26%</b>	<b>7%</b>

In Tabel 14 worden de resultaten van een aantal “What if” scenario’s uitgewerkt die weergeven hoe de resultaten zich verhouden als één bepaald event wel of niet optreedt.

Eerst wordt nagegaan wat de impact op blootstelling is van het type product en route van bewaring. Hierbij wordt gesimuleerd wat de blootstelling zou zijn indien enkel gehele karkassen (al dan niet vers) zouden worden geconsumeerd. Vervolgens wordt nagegaan wat de blootstelling zou zijn indien enkel kippendelen worden geconsumeerd (al dan niet vers) en tenslotte wordt ditzelfde gedaan voor kippenvleesbereidingen waarbij eveneens wordt nagegaan wat het effect van kruiscontaminatie is.

In tweede instantie wordt nagegaan wat het effect is van een veranderde prevalentie van cefalosporine resistente *E. coli* in de primaire productie op de blootstelling.

Finaal wordt nagegaan wat het effect is van een veranderend *E. coli* contaminatieniveau in slachthuis en verwerking op de blootstelling.

Tabel 14: Uitwerking van een aantal 'what if' scenario's voor de blootstelling aan cefalosporine resistente *E. coli* door de consumptie van kippenvlees

Blootstellingsdosis (kve/portie)		10000 kve	1000 kve	100 kve	10 kve
Totale blootstelling voor het volledige model (tabel 12)		0,39%	1,53%	3,26%	7%
<b>What if scenario's mbt impact van type product en type bewaring en route van blootstelling</b>					
Gehele karkas	Enkel consumptie van gehele kippenkarkassen (alle types)	0,6%	2,1%	4,3%	9,3%
	Enkel consumptie van gekoelde karkassen	0,8%	2,1%	4,5%	9,8%
	Enkel consumptie van diepgevroren karkassen	0,3%	1,3%	3,4%	7,57%
	excl. kruiscontaminatie	0%	0%	0%	0%
Kippendelen	Enkel consumptie van kippendelen (alle types)	0,6%	1,8%	3,9%	8%
	Enkel consumptie van gekoelde kippendelen	0,6%	1,8%	4,1%	8,3%
	Enkel consumptie van ingevroren kippendelen	0,2%	1,1%	3%	6,3%
	excl. kruiscontaminatie	0%	0%	0%	0%
Kippenvleesbereidingen	Enkel consumptie van kippenvleesbereidingen	1,6%	3,2%	5,7%	11,2%
	Enkel consumptie van kippenvleesbereidingen met uitsluiting van kruiscontaminatie	1%	1,3%	1,6%	2,5%
<b>What if scenario's mbt prevalentie van cefalosporine resistente <i>E. coli</i> in primaire productie</b>					
Totale blootstelling voor het volledige model (tabel 12) met als gemiddelde waarde voor $P_{CREC\ prim} = 0,36$		0,39%	1,53%	3,26%	7%
$P_{CREC\ prim} = 0,75$		0,58%	1,93%	4,24%	9,26%
$P_{CREC\ prim} = 0,1$		0,14%	0,78%	2,24%	4,81%
<b>What if scenario's mbt contaminatieniveau van <i>E. coli</i> in slachthuis en verwerking</b>					
Totale blootstelling voor het volledige model (tabel 12)		0,39%	1,53%	3,26%	7%
Maximale belading met <i>E. coli</i> van een karkas of deelstuk: $N_{E. coli\ whole} = 4,15$ en $N_{E. coli\ part} = 3,41$ (zie tabel 2)		1,93%	4,27%	8,94%	16,65%
Minimale belading met <i>E. coli</i> van een karkas of deelstuk: $N_{E. coli\ whole} = 0,82$ en $N_{E. coli\ part} = 0,99$ (zie tabel 2)		0%	0,16%	1,05%	2,52%

Uit tabel 14 kan afgeleid worden dat kruiscontaminatie in de keuken van de consument met voorsprong de belangrijkste infectieroute is voor cefalosporine resistente *E. coli* via het eten van kippenvleesbereidingen en dan nog vooral voor die gevallen waarbij er sprake is van een grote blootstellingsdosis. Ook voor andere types kippenvlees dan kippenvleesbereidingen is kruiscontaminatie de belangrijkste infectiebron gezien de opbouw van het model (volledige afdoding op het vlees bij verhitting) er voor zorgt dat er geen blootstelling is via consumptie van het vlees en dat alle blootstelling een gevolg is van de kruiscontaminatie.

Verder toont tabel 14 aan dat de kans op blootstelling aan cefalosporine resistente *E. coli* bij consumptie van kippenvlees dat ingevroren is lager is dan wanneer er vers gekoeld kippenvlees wordt geconsumeerd.

Kippenvleesbereidingen blijkt het vleestype te zijn waarbij het risico op blootstelling aan cefalosporine resistente *E. coli* het grootst is (tabel 14). Dit is ook te verwachten, aangezien de cefalosporine resistente *E. coli* zich ook in het binnenste deel van het vlees bevinden waardoor bij een onvoldoende verhitting niet alle kiemen worden afgedood (zie hoger). Toch blijkt uit tabel 14 dat ook bij consumptie van kippenvleesbereidingen de grootste blootstelling plaatsvindt via kruiscontaminatie in de keuken.

Er wordt vastgesteld dat de proportie aan cefalosporine resistente *E. coli* (binnen het totale aantal *E. coli*) in de primaire productie ( $P_{CREC_{prim}}$ ) een belangrijke invloed heeft op de uiteindelijke output van het model. Wanneer deze proportie op een hoge waarde (0,75) wordt gefixeerd in het model, dan zien we dat de kans om blootgesteld te worden aan een aanzienlijke dosis cefalosporine resistente *E. coli* door de consumptie van kippenvlees duidelijk stijgt (tabel 14). Dit pleit voor het hanteren van een verantwoord antibioticumgebruik in de vleeskippensector om deze proportie zo laag mogelijk te houden.

Tenslotte blijkt dat ook de initiële belading van het kippenvlees met *E. coli* na slacht een invloed heeft op de uiteindelijke blootstelling van de consument aan cefalosporine resistente *E. coli* (tabel 14). Wanneer de contaminatie van karkas of deelstuk op het maximum wordt gefixeerd, dan doet dit de kans om blootgesteld te worden aan cefalosporine resistente *E. coli* stijgen van 2,52 % kans op blootstelling aan 10 kve CREC in een maaltijd voor minimale belading, naar 16,65% kans voor maximale belading. Dit betekent dat het respecteren van goede hygiënemaatregelen in slachthuizen en uitsnijderijen ook de kans op blootstelling van de consument aan grote hoeveelheden cefalosporine resistente *E. coli* in belangrijke mate doet dalen.

#### 4 Discussie en conclusie

Het hierboven beschreven model is een probabilistische blootstellingschatting die op kwantitatieve wijze de verschillende stappen in de productie en consumptie van kippenvlees en hun invloed op de blootstelling van de consument aan cefalosporine resistente *E. coli* beschrijft.

Het risico van de blootstelling aan cefalosporine resistente *E. coli* via de consumptie van kippenvlees voor de mens bestaat vooral uit de overdracht van ESBL resistentiegenen van *E. coli* naar andere, mogelijks pathogene kiemen in het gastro-intestinaal stelsel van de mens. De cefalosporine resistente *E. coli* stammen van pluimvee zullen immers slechts uitzonderlijk infecties bij de mens veroorzaken. Wel is het mogelijk dat zij tijdens passage of kolonisatie van het humane spijsverteringskanaal hun resistentiegenen overdragen aan de daar aanwezige kiemen die mogelijks pathogeen kunnen zijn (Smet *et al.*, 2010 en Leverstein-van Hall *et al.*, 2011).

Uit het model blijkt dat de kans om blootgesteld te worden aan >1000 kve cefalosporine resistente *E. coli* per maaltijd met kippenvlees ongeveer 1,5% bedraagt. Hoeveel cefalosporine resistente *E. coli* er moeten opgenomen worden om kolonisatie van het spijsverteringskanaal en/of overdracht van resistentiegenen naar andere kiemen te bewerkstelligen (dosis-respons) is niet gekend. Bovendien is dit aantal ook sterk afhankelijk van andere beïnvloedende factoren zoals leeftijd en afweer van de consument, voedselmatrix, zuurproductie in de maag,... Er kan echter wel verwacht worden dat dit aantal gevoelig lager ligt bij een aantal risicogroepen van consumenten zoals mensen met diarree of een dysbacteriose en dus met een verstoord ecosysteem in het spijsverteringskanaal en vooral mensen die onder cefalosporine behandeling staan en waar dus een selectiedruk heerst. Omwille van de nog vele onbekende factoren in de dosis-respons relatie beperkt dit model zich enkel tot de schatting van de blootstelling van de consument aan cefalosporine resistente *E. coli* via de consumptie van kippenvlees.

Uit het model blijkt dat de meerderheid van de blootstelling wordt veroorzaakt door kruiscontaminatie in de keuken. Dit is deels een gevolg van de opbouw van het model, aangezien voor kippenvlees ander dan kippenvleesbereidingen enkel blootstelling via kruiscontaminatie mogelijk is. Echter, ook voor de kippenvleesbereidingen is kruiscontaminatie de belangrijkste route voor blootstelling (belangrijker dan onvoldoende verhitting). Vooral in die gevallen waarbij er gestart wordt met zwaar gecontamineerde karkassen of deelstukken speelt de blootstelling via kruiscontaminatie een grote rol. Er dient echter opgemerkt te worden dat tijdens de opbouw van het model een aantal veronderstellingen werden gemaakt in de berekeningen over kruiscontaminatie: o.a. steeds consumptie met verse groenten, volledige consumptie van deze groenten,... Hierdoor dient toch enige voorzichtigheid ingebouwd te worden in de interpretatie van de resultaten. Niettegenstaande deze onzekerheden kwantificeert deze studie de impact van de componenten in het model en pleit ze, net als voor het verhinderen van voedselinfecties door zoönotische pathogenen zoals *Salmonella* en *Campylobacter*, voor het respecteren van goede hygiënepraktijken tijdens de bereiding van kippenvlees en dit zowel bij de consument als in grootkeukens of horeca. In het bijzonder de hoger genoemde risicogroepen dienen hier de nodige aandacht aan te besteden. Het respecteren van goede hygiënepraktijken bij het bereiden van maaltijden lost echter het resistentieprobleem op zich niet op. Door gebruik van antibiotica in de primaire productiesector stijgt immers het aanbod aan resistentiegenen in de voedselketen en dus ook het risico voor overdracht naar de mens.

De proportie aan cefalosporine resistente *E. coli* (binnen het totale aantal *E. coli*) in de primaire productie en de totale contaminatie van het karkas of deelstuk met *E. coli* speelt een belangrijke rol in de uiteindelijke blootstelling van de consument aan cefalosporine resistente *E. coli*. Dit betekent ook dat het hanteren van een verantwoord antibioticumbeleid in de primaire sector en het respecteren van goede hygiënepraktijken in het slachthuis en de uitsnijderij een gevoelige daling kunnen betekenen van het risico op blootstelling aan cefalosporine resistente *E. coli* via de consumptie van kippenvlees.

Het model beschrijft slechts één mogelijke transmissieroute, namelijk de overdracht van cefalosporine resistente *E. coli* van kippen naar de mens via de consumptie van kippenvlees. Het is duidelijk dat ook direct contact tussen kippen en de mens voor uitwisseling van cefalosporine resistente kiemen kan zorgen net als het feit dat de kip als reservoir van cefalosporine resistente *E. coli* deze resistente kiemen ook kan introduceren in het milieu (water, vegetatie) en zo op een indirecte manier ook voor overdracht van cefalosporine resistentie naar de mens kan zorgen. Zo beschrijft Bonnet (2004) het voorkomen van ESBL resistentie bij *Kluyvera* spp. in de bodem en in een Franse studie (Ruimy, 2009) bleken 13% van de onderzochte groenten en fruitsoorten drager van *Rahnella* spp. die ESBL resistentie vertoonden. Ook in Nederland verschenen meldingen in de pers over de aanwezigheid van ESBL producerende *E. coli* in groenten (<http://www.voedingscentrum.nl/nl/nieuws/esbl-in-groente.aspx>). Gezien consumptie van groenten vaak niet gepaard gaat met een voorafgaande verhittingsstap of andere reductiestap, is ook deze transmissieroute mogelijks belangrijk. Het is op dit moment echter onmogelijk om het relatieve belang van deze verschillende transmissieroutes goed in te schatten door een gebrek aan gegevens omtrent de aanwezigheid van cefalosporine resistente *E. coli* in andere reservoirs en voedingsmiddelen dan kip en kippenvlees.

Er zijn nauwelijks gegevens beschikbaar over het voorkomen van cefalosporine resistente *E. coli* in de darmflora bij de mens in België. Bovendien zijn er geen gegevens beschikbaar van aanwezigheid van cefalosporine resistente *E. coli* bij gezonde individuen. Meer kennis hieromtrent is nochtans noodzakelijk om het belang van deze blootstellingschatting in te schatten voor de volksgezondheid in België. Indien immers zou blijken dat cefalosporine resistente *E. coli* algemeen voorkomen in de darmflora van de Belgische bevolking kan men veronderstellen dat de bijdrage via de consumptie van kippenvlees relatief beperkt zal zijn.

Niettegenstaande de bestaande link tussen het voorkomen van resistentie bij kiemen van dieren en van de mens afkomstig (advies 29-2010 van het Wetenschappelijk comité van het FAVV, 2010), waarvan nog niet geweten is hoe groot die is, zijn er in de humane geneeskunde ook inspanningen nodig om het gebruik van breedspectrumantibiotica tot een minimum te beperken en om door hygiënische praktijken de verspreiding van resistente bacteriën op plaatsen met veel antibioticumgebruik (ziekenhuizen, rust- en verzorgingstehuizen) te beperken.

## 5 Aanbevelingen

### **Voor de producenten van dierlijke producten:**

Het Wetenschappelijk Comité raadt aan het gebruik van antibiotica in de primaire productie te matigen. Hierbij zijn in de eerste plaats de preventieve behandelingen af te raden. Deze preventieve behandelingen zijn niet gebaseerd op de aanwezigheid van ziektesymptomen en veroorzaken selectiedruk bij de commensale flora. Antibiotica zijn anti-infectieuze middelen voor de bestrijding van bacteriële infecties. Het is dan ook enkel het gebruik in die optiek die te verantwoorden is. Daarenboven is het af te raden tweede- en derdelijnsantibiotica (oa. cefalosporines, fluoroquinolonen) in te zetten bij het eerste optreden van ziektesymptomen. Cefalosporines in het bijzonder zijn in het kader van het voorkomen van ESBL's bij kippen te vermijden, en zijn bovendien in de EU niet geregistreerd voor gebruik bij pluimvee. Door het bestaan van kruiscontaminatie is ook het gebruik van andere  $\beta$ -lactam antibiotica, o.a. penicillines, af te raden. Het Wetenschappelijk Comité is dan ook van mening dat het nuttig zou zijn om een sensibiliseringscampagne te lanceren om veehouders en dierenartsen meer bewust te maken van het groeiende probleem van antibioticumresistentie en hen aan te sporen om verantwoord om te gaan met antibiotica.

### **Voor de consument:**

Het is algemeen geweten dat het bereiden van kippenvlees bepaalde risico's inhoudt onder de vorm van de mogelijke aanwezigheid van zoönotische agentia (oa. *Salmonella*, *Campylobacter*). Zowel in de bescherming tegen infectie met deze zoönotische kiemen als ter preventie van opname van resistente bacteriën dient kippenvlees ten allen tijde voldoende verhit te worden. Daarnaast is het van belang om kruiscontaminatie of na-besmetting te vermijden door de handen te wassen na aanraking van rauw kippenvlees, contact (rechtstreeks of onrechtstreeks via de snijplank, werkblad, schaal,...) met rauwe groenten te vermijden of contact tussen verhit en rauw vlees te vermijden. Mensen die voedsel bereiden voor derden, voornamelijk in ziekenhuizen, rusthuizen, tehuizen, scholen, enz. dienen hier extra aandacht aan te besteden. Indien bovenvermelde regels goed worden toegepast kan het risico op contact met cefalosporine resistente *E. coli* (en andere resistente of zoönotische kiemen) via kippenvlees tot een minimum worden beperkt.

### **Voor het FAVV:**

Het Wetenschappelijk Comité raadt aan het voorkomen van cefalosporine en andere resistentie bij commensalen in pluimvee nauwgezet op te volgen doorheen de tijd om evoluties in resistentieontwikkeling snel te kunnen detecteren.

Verder raadt het Wetenschappelijk Comité aan het verbruik van antibiotica in de dierlijke sector te registreren om in de toekomst gericht maatregelen te kunnen nemen om een verantwoord antibioticumgebruik te garanderen.

In het kader van het toepassen van de elementaire hygiënemaatregelen in de keuken zou het FAVV een brede sensibiliseringscampagne kunnen lanceren voor de consument (en personeel in grootkeuken, catering en restaurants), zonder zich daarbij uitsluitend toe te spitsen op het in dit advies aan bod komende gevaar.

### **Voor het onderzoek:**

Het Wetenschappelijk Comité raadt aan dat via wetenschappelijk onderzoek gezocht wordt naar alternatieven voor antibioticumbehandeling, ondermeer bij pluimvee. Ook het evalueren in het veld van het effect van reeds beschikbare alternatieven (bv vaccinaties) op de resistentieontwikkeling dient uitgewerkt te worden. Verder is er nood aan een betere kennis van de epidemiologie van CREC doorheen de voedselproductieketen en aan kwalitatieve en kwantitatieve data en kennis met betrekking tot de andere, hier niet bestudeerde, transmissieroutes (o.a. direct contact met dieren, water, groenten,...) die overdracht van resistentiegenen van dier naar mens kunnen bewerkstelligen. Tenslotte is het Wetenschappelijk Comité van mening dat er gegevens dienen verzameld te worden omtrent het voorkomen van cefalosporine resistente *E. coli* in de darmflora van gezonde mensen.

Voor het Wetenschappelijk Comité,  
De Voorzitter,

Prof. Dr. Ir. André Huyghebaert  
Brussel, 07/10/2011

## Leden van het Wetenschappelijk Comité

### Het Wetenschappelijk Comité is samengesteld uit de volgende leden:

D. Berkvens, C. Bragard, E. Daeseleire, P. Delahaut, K. Dewettinck, J. Dewulf, L. De Zutter, K. Dierick, L. Herman, A. Huyghebaert, H. Imberechts, G. Maghuin-Rogister, L. Pussemier, K. Raes\*, C. Saegerman, B. Schiffers, M.-L. Scippo\*, W. Stevens\*, E. Thiry, T. van den Berg, M. Uyttendaele, C. Van Peteghem.

\*: Uitgenodigde leden

### Dankbetuiging

Het Wetenschappelijk Comité dankt de Stafdirectie voor risicobeoordeling, de leden van de werkgroep voor de voorbereiding van het ontwerpadvies en Prof. Dr. Ir. M. Uyttendaele en Dr. H. Imberechts voor de peer review van dit advies.

De werkgroep was samengesteld uit:

Leden Wetenschappelijk Comité	J. Dewulf (verslaggever), K. Dierick, L. De Zutter, L. Herman
Externe experts	D. Persoons (UGent), P. Butaye (CODA)

### Wettelijk kader van het advies

Wet van 4 februari 2000 houdende oprichting van het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen, inzonderheid artikel 8;

Koninklijk besluit van 19 mei 2000 betreffende de samenstelling en de werkwijze van het Wetenschappelijk Comité ingesteld bij het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen;

Huishoudelijk reglement, bedoeld in artikel 3 van het koninklijk besluit van 19 mei 2000 betreffende de samenstelling en de werkwijze van het Wetenschappelijk Comité ingesteld bij het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen, goedgekeurd door de Minister op 9 juni 2011.

### Disclaimer

Het Wetenschappelijk Comité behoudt zich, te allen tijde, het recht voor dit advies te wijzigen indien nieuwe informatie en gegevens ter beschikking komen na de publicatie van deze versie.

## Referenties

**Bin L, Jing-Yong S, Qing-Zhong L, Li-Zhong H, Xin-Hong H, Yu-Xing N.** High prevalence of CTX-M  $\beta$ -lactamases in faecal *Escherichia coli* strains from healthy humans in Fuzhou, China. *Scandinavian Journal of Infectious Diseases*, 2011; 43: 170-174.

**Black EP, Hirneisen KA, Hoover DG, Kniel KE.** Fate of *Escherichia coli* O157:H7 in ground beef following high-pressure processing and freezing. *Journal of Applied Microbiology*. 2010 Apr; 108(4):1352-60.

**Blake DP, Hillman K, Fenlon DR, and Low JC.** Transfer of antibiotic resistance between commensal and pathogenic members of the Enterobacteriaceae under ideal conditions. *Journal of Applied Microbiology* 2003; 95:428–436.

**Bollaerts KE, Messens W, Delhalle L, Aerts M, Van der Stede Y, Dewulf J, Quoilin S, Maes D, Mintiens K, Grijspeerdt K.** Development of a quantitative microbial risk assessment for human salmonellosis through household consumption of fresh minced pork meat in Belgium. *Risk Analysis* 2009 Jun; 29(6):820-40. Epub 2009 Apr 8.

**Bonnet R.** Growing group of extended-spectrum beta-lactamases : the CTX-M enzymes. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 2004; 48:1-14.

**Bortolaia V, Guardabassi L, Trevisani M, Bisgaard M, Venturi L, Bojesen AM.** High diversity of extended-spectrum beta-lactamases in *Escherichia coli* isolates from Italian broiler flocks. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 2010 Apr; 54(4):1623-6. Epub 2010 Jan 25.

**Codex Alimentarius Commission.** Principles and Guidelines for the Conduct of Microbial Risk Assessment. 1999.

**Deutsche Gesellschaft für Infektiologie (DGI).** EHEC infection and antibiotic therapy. 2011.

**Diarrassouba F, Diarra MS, Bach S, Delaquis P, Pritchard J, Topp E, and Skura BJ.** Antibiotic resistance and virulence genes in commensal *Escherichia coli* and *Salmonella* isolates from commercial broiler chicken farms. *Journal of Food Protection* 2007; 70:1316–1327.

**ECDC.** Antimicrobial resistance surveillance in Europe. Surveillance report 2009.

**EFSA.** Scientific report of EFSA: Urgent advice on the public health risk of Shiga-toxin producing *Escherichia coli* in fresh vegetables. *EFSA Journal* 2011; 9(6):2274

**Halet D, Viaene J, Gellynck X.** Consumer behavior towards fresh poultry meat. Department Agricultural Economics Report, 2006.

**Hartnett E, Kelly L, Newell D, Wooldridge M, Gettinby G.** A quantitative risk assessment for the occurrence of campylobacter in chickens at the point of slaughter. *Epidemiology and Infection* 2001 Oct; 127(2):195-206.

**Hill AA, England TJ, Snary EL, Kelly LA, Cook AJC, Wooldridge M.** A “farm-to-consumption” risk assessment for the adverse effects to human health of *Salmonella* Typhimurium in pigs. Centre for Epidemiology and Risk Analysis, Veterinary Laboratories Agency, UK report, 2003.

**Kaper JB, Nataro JP, Mobley HLT.** Pathogenic *Escherichia coli*. *Nature Reviews Microbiology* 2004; 2: 123-140.

**Kojima A, Asai T, Ishihara K, Morioka A, Akimoto K, Sugimoto Y, Sato T, Tamura Y, Takahashi T.** National monitoring for antimicrobial resistance among indicator bacteria isolated

from food-producing animals in Japan. *Journal of Veterinary Medical Science* 2009 Oct; 71(10):1301-8.

**Leverstein-van Hall MA, Dierikx CM, Cohen Stuart J, Voets GM, van den Munckhof MP, van Essen-Zandbergen A, Platteel T, Fluit AC, van de Sande-Bruinsma N, Scharinga J, Bonten MJM, Mevius DJ.** Dutch patients, retail chicken meat and poultry share the same ESBL genes, plasmids and strains. *Clinical Microbiology and Infection* 2011, Epub.

**Meex C, Melin P, Docquier JD, Kabasele T, Huynen P, Tulkens PM, Giet D, De Mol P.** <http://www.facm.ucl.ac.be/posters/2008/ECCMID/Meex-et-al-ECCMID-2008-P631.pdf>  
18th ECCMID Congress Barcelona 19-22 April 2008 (Poster 631).

**Nauta MJ.** Microbiological risk assessment models for partitioning and mixing during food handling. *International Journal of Food Microbiology* 2005 Apr 15; 100(1-3):311-22.

**Peirano G, Pitout JDD.** Molecular epidemiology of *Escherichia coli* producing CTX-M  $\beta$ -lactamases: the worldwide emergence of clone ST131 O25:H4. *International Journal of Antimicrobial Agents* 2010; 35: 316-321.

**Perez F, Endimiani A, Hujer KM, Bonomo RA.** The continuing challenge of ESBLs. *Current Opinion in Pharmacology*, 2007; 7:459-469.

**Persoons D, Dewulf J, Smet A, Herman L, Heyndrickx M, Martel A, Catry B, Butaye P and Haesebrouck F.** Prevalence and Persistence of Antimicrobial Resistance in Broiler Indicator Bacteria. *Microbial Drug Resistance* 2010 Mar; 16(1):67-74.

**Pitout JDD.** Infections with Extended-Spectrum  $\beta$ -Lactamase-Producing Enterobacteriaceae. *Drugs* 2010; 70(3): 313-333.

**Ruimy R, Brisabois A, Bernede C, Skurnik D, Barnat S, Arlet G, Momcilovic S, Elbaz S, Moury F, Vibet MA, Courvalin P, Guillemot D, Andremont A.** Organic and conventional fruits and vegetables contain counts of Gram-negative bacteria expressing resistance to antibacterial agents. *Environmental Microbiology* 2009; 12:608-615.

**Smet A, Martel A, Persoons D, Dewulf J, Heyndrickx M, Catry B, Herman L, Haesebrouck F and Butaye P.** Diversity of extended-spectrum beta-lactamases and class C beta-lactamases among cloacal *Escherichia coli* isolates in Belgian broiler farms. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 2008; 52:1238–1243.

**Smet A, Martel A, Persoons D, Dewulf J, Heyndrickx M, Herman L, Haesebrouck F, Butaye P.** Broad-spectrum beta-lactamases among Enterobacteriaceae of animal origin: molecular aspects, mobility and impact on public health. *FEMS microbiology reviews*, 2010(a); 34(3): 295-316.

**Smet A, Rasschaert G, Martel A, Persoons D, Dewulf J, Butaye P, Catry B, Haesebrouck F, Herman L and Heyndrickx M.** *In situ* ESBL conjugation from avian to human *Escherichia coli* during cefotaxime administration. *Journal of Applied Microbiology*, 2010(b); 110: 541-549.

**Thomson KS en Moland ES.** Version 2000: the new  $\beta$ -lactamases of Gram-negative bacteria at the dawn of the new millennium. *Microbes and Infection*, 2000; 2:1225-1235.

**Uyttendaele M, Baert K, Ghafir Y, Daube G, De Zutter L, Herman L, Dierick K, Pierard D, Dubois JJ, Horion B, Debevere J.** Quantitative risk assessment of *Campylobacter* spp. in poultry based meat preparations as one of the factors to support the development of risk-based microbiological criteria in Belgium. *International Journal of Food Microbiology* 2006; 111:149-163.

**van den Bogaard AE and Stobberingh EE.** Antibiotic usage in animals: impact on bacterial resistance and public health. *Drugs* 1999; 58: 589–607.

**van den Bogaard AE and Stobberingh EE.** Epidemiology of resistance to antibiotics. Links between animals and humans. *International Journal of Antimicrobial Agents* 2000; 14: 327-335.

**van den Bogaard AE, Willems R, London N, Top J and Stobberingh EE.** Antibiotic resistance of faecal enterococci in poultry, poultry farmers and poultry slaughterers. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 2002; 49: 497–505.

**Viaene J, Gellynck X, Messens W.** The economics of reducing *Campylobacter* in the Belgian Poultry meat chain. *Biotechnology in Animal Husbandry* 2007; 23: 155-167.

**Verloo D, Butaye P, Dierick K, Imbrechts H.** Descriptive epidemiology of het resistance observed in *Escherichia coli* isolated from healthy cattle, pigs and broilers, their meat and meat products. Proceedings of the Flemish Society for Veterinary Epidemiology and Economics, Torhout, Belgium, December 11, 2003, p. 67.

**Vlaams Adviescentrum voor de Vleesindustrie (VLAV).** Schriftelijk antwoord op de vraag welke de zoutconcentratie is van de verschillende types vers kippenvlees.

**WIV** (2006). De Belgische Voedselconsumptiepeiling 1 – (2004). Devriese S., Huybrechts I., Moreau M. & Van Oyen H. Afdeling Epidemiologie, 2006; Brussel Wetenschappelijk Instituut Volksgezondheid, Depotnummer : D/2006/2505/17, IPH/EPI REPORTS N° 2006 – 016. <http://www.iph.fgov.be/epidemio/epien/index5.htm>

**Wetenschappelijk comité van het FAVV.** Advies 29-2010: Aanwijzingen voor de voedselgebonden overdracht van antibioticumresistentie van dieren naar de mens: studie van antibioticumresistentieprofielen en faagtype van *Salmonella* Typhimurium geïsoleerd bij varkens en pluimvee, uit varkens- en pluimveevlees en bij de mens (periode 2001-2006) (Dossier SciCom 2007/08 – eigen initiatief). 2010

**World Health Organisation (WHO).** Critically Important Antimicrobials for Human Medicine. 3<sup>rd</sup> Edition, May 2007.

**Worsfold D, Griffith CJ.** Assessment of the Standard of Consumer Food Safety Behavior. *Journal of Food Protection* 1997; 60: 399-406.