

**Bureau Risicobeoordeling &  
onderzoeksprogrammering**

Catharijnesingel 59  
3511 GG Utrecht  
Postbus 43006  
3540 AA Utrecht  
www.nvwa.nl

T 088 223 33 33  
F 088 223 33 34  
risicobeoordeling@vwa.nl

**Onze referentie**  
NVWA/BuRO/2014/2372

**Datum** 15 oktober 2014

**Advies van de directeur bureau Risicobeoordeling  
& onderzoeksprogrammering  
Aan de minister van VWS en de staatssecretaris van EZ**

**Advies over de risico's van consumptie van gekweekte  
insecten**

Nationaal en internationaal worden insecten genoemd als mogelijke alternatieve bron voor dierlijke eiwitten. Bepaalde soorten insecten worden al lang in grote delen van de wereld gegeten. Insecten bevatten eiwitten, vitamines, mineralen en vetzuren en zouden het dierlijke eiwit in de huidige voeding deels kunnen vervangen. Momenteel worden insecten in Nederland in beperkte mate geproduceerd voor consumptie door de mens.

De lidstaten van de Europese Unie besluiten of insecten moeten worden gezien als nieuwe voedingsmiddelen. Als insecten in de toekomst worden beschouwd als nieuwe voedingsmiddelen volgens Verordening EG nr. 258/97, dan moeten de insecten(producten) voor consumptie door de mens een Europese markttoelating conform die verordening, doorlopen. De Europese Commissie heeft de European Food Safety Authority (EFSA) gevraagd een opinie uit te brengen over de risico's van de consumptie van insecteneiwitten. Deze opinie wordt op zijn vroegst in 2015 verwacht.

Vraagstelling

De directeur van de divisie Consument & veiligheid van NVWA heeft de directeur van bureau Risicobeoordeling & onderzoeksprogrammering (BuRO) gevraagd wat de chemische, microbiologische en parasitologische risico's zijn van consumptie van verhitte en onverhitte insecten.

Onderzoek en afbakening

Voor de risicobeoordeling zijn gesprekken gevoerd met deskundigen op het gebied van consumptie van insecten van Wageningen Universiteit en op het gebied van insectenkweken met leden van de Verenigde Nederlandse Insectenkwekers (VENIK) om een inventarisatie te maken van de momenteel aangeboden insecten voor consumptie door de mens en van het productieproces. De risicobeoordeling is beperkt tot de insectensoorten die momenteel in Nederland worden gekweekt voor consumptie door de mens: de meeltor (*Tenebrio molitor*), de piepschuimkever (*Alphitobius diaperinus*) en de Europese treksprinkhaan (*Locusta migratoria*). Het conceptadvies is beoordeeld door een aantal onafhankelijke experts die niet betrokken waren bij het onderzoek en de opstelling van het advies.

Resultaten

- Nuchtere larven van de meeltor en piepschuimkever (meelwormen) worden gespoeld met water en daarna ingevroren en gevriesdroogd en verpakt in doosjes van 50 gram. Volwassen sprinkhanen worden in nuchtere toestand ingevroren en gevriesdroogd en verpakt in potjes van 28 gram.

- Pathogene micro-organismen kunnen in de productieomgeving of het insectenvoer aanwezig zijn en dus is niet uit te sluiten dat deze bacteriën in de te consumeren, onbehandelde insecten aanwezig zijn.
- Resultaten van (kleinschalig) onderzoek lieten zien dat het aërobe kiemgetal en de maximaal toelaatbare concentratie *Enterobacteriaceae* van verse insecten de proceshygiëncriteria, die gelden voor grondstoffen voor vleesbereidingen, overschreden. Door gekweekte insecten te onderwerpen aan een hittebehandeling van tien minuten daalde het aërobe kiemgetal en de concentratie *Enterobacteriaceae* tot onder deze proceshygiëncriteria.
- Op de verpakking wordt een houdbaarheidstermijn van 52 weken vermeld. Er is geen onderzoek bekend waarin is onderzocht of het product gedurende de periode van 52 weken veilig is.
- Met de huidige productiemethoden is de blootstelling van insecten aan toxische stoffen via voer of de kweekomgeving niet waarschijnlijk.
- Het is niet duidelijk hoeveel chitine (N-acetyl-D-glucosamine) de in Nederland gekweekte insecten precies bevatten en of er een gezondheidsrisico is verbonden aan een inname van chitine van meer dan 2,7 gram per dag. Afhankelijk van het percentage chitine (geschat op 6%), geeft een inname van een portie gevriesdroogde insecten van 45 gram per dag geen reden tot bezorgdheid voor de volksgezondheid.
- Er is nog weinig onderzoek gedaan naar allergeniciteit ten gevolge van de inname van hele insecten of insecteneiwit. Het effect van het bereiden van insecten op allergeniciteit is niet onderzocht. Het is niet uit te sluiten dat er overgevoeligheid en (ernstige) allergische reacties optreden bij gevoelige individuen na het eten van insecten.
- Voor het personeel van insectenkwekerijen bestaat mogelijk een beroepsmatig risico voor het ontwikkelen van overgevoeligheid of allergische reacties ten gevolge van blootstelling aan insecten(delen).
- Voor zover bekend, zijn er geen toxicologische onderzoeken bij mensen of proefdieren uitgevoerd met hele insecten of insecteneiwit.

### Conclusies

1. Om de voorgestelde proceshygiëncriteria zoals gebruikt voor grondstoffen voor vleesbereiding te halen, moeten insecten worden verhit voor invriezen en vriesdrogen.
2. De chemische, microbiologische en parasitologische risico's van de consumptie van insecten kunnen in voldoende mate worden beheerst door een adequate productiemethode.
3. Het is niet uit te sluiten dat overgevoeligheid en (ernstige) allergische reacties optreden bij gevoelige individuen na het eten van hele insecten of insecteneiwit.
4. Voor het personeel van insectenkwekerijen bestaat er mogelijk een beroepsmatig risico voor het ontwikkelen van overgevoeligheid of allergische reacties ten gevolge van blootstelling aan insecten(delen).
5. Als de verwachte inname van ge(vries)droogde, hele insecten meer is dan 45 gram per dag, moet het risico van chitine-inname opnieuw worden beoordeeld.

### Advies

#### Aan de minister van VWS en staatssecretaris van EZ

Het doel van de toelatingsprocedure voor nieuwe voedingsmiddelen is om de veiligheid te toetsen vóórdát de voedingsmiddelen op de markt komen. Ongeacht het besluit van de Europese Commissie of insecten wel of geen nieuwe voedingsmiddelen zijn in het kader van Verordening EG nr. 258/97 en gegeven het feit dat er insecten te koop zijn in Nederland voor consumptie door de mens, adviseer ik u het volgende.

- Beschouw insecten als voedingsmiddelen, die moeten voldoen aan de hygiëneverordeningen (EG nrs 852/2004 en 853/2004) en de algemene levensmiddelenverordening (EG nr. 178/2002) en alle overige wetgeving met betrekking tot voedingsmiddelen.
- Laat de sector een hygiëncode opstellen met proceshygiëncriteria gericht op consumptie van insecten door de mens. De hygiëncode moet alle kritische punten in het productieproces beschrijven en de wijze waarop gevaren aantoonbaar kunnen worden beheerst.
- Verzoek de NVWA te controleren of de sector een voedselveiligheidsplan en/of een hygiëncode heeft opgesteld en of die worden nageleefd door de insectenkwekerijen.
- Gezien het potentiële risico van eventuele allergene eigenschappen van insecten is verder onderzoek naar allergeniciteit ten gevolge van de inname van hele insecten of insecteneiwit belangrijk. Alhoewel dit een taak van de belanghebbende marktpartij is, heeft BuRO onderzoek uitgezet om een deel van deze vraag te kunnen beantwoorden.
- Breng dit advies onder de aandacht van de Inspectie Sociale Zaken en Werkgelegenheid in verband met de risico's van contact- en inhalatieallergie voor werknemers in insectenkwekerijen.

Aan de inspecteur-generaal van NVWA:

Bij het vaststellen en controleren van een voedselveiligheidsplan en/of een hygiëncode van de insectenkwekerijen zouden tenminste de volgende kritische punten moeten worden beheerst.

- Producten die op de markt worden gebracht, moeten een verhitting hebben ondergaan om de microbiologische risico's te beperken; gebruik de proceshygiëncriteria die gelden voor grondstoffen voor vleesbereidingen om de veiligheid te beoordelen.
- De volgende voedselveiligheidscriteria kunnen worden gebruikt voor commerciële insecten(producten):
  - *Salmonella*: afwezig in 10 gram;
  - *L. monocytogenes*: <100 kve/g;
  - *B. cereus*, *C. perfringens*, *S. aureus* en *Campylobacter* spp.: criteria zoals genoemd in het Warenwetbesluit Bereiding en behandeling van levensmiddelen.
- De houdbaarheidstermijn van 52 weken moet worden aangetoond met speciale aandacht voor de microbiologische veiligheid, met name gericht op sporenvormende pathogenen die in het gevriesdroogde product kunnen uitgroeien.

Hoogachtend,

  
Prof. dr. A. Opperhuizen  
Directeur bureau Risicobeoordeling & onderzoeksprogrammering

## Onderbouwing

Bureau Risicobeoordeling & onderzoeksprogrammering

Datum 15 oktober 2014

Onze referentie  
NVWA/BuRO/2014/2372

### Aanleiding

Volgens FAO leveren insecten een potentiële bijdrage voor het oplossen van de toenemende vraag naar dierlijke eiwitten<sup>1</sup>. Momenteel worden insecten in Nederland in beperkte mate geproduceerd voor consumptie door de mens (entomofagie). EFSA heeft dit onderwerp opgepakt ("Increase of edible insects in European diet possible") en de Europese Commissie (EC) heeft een discussie geïnitieerd of insecten moeten worden gezien als nieuwe voedingsmiddelen. De EC heeft EFSA gevraagd een opinie uit te brengen over de risico's van insectenconsumptie in 2015 (mondelinge mededeling tijdens 52e EFSA Advisory Forum meeting in Oslo, 18-19 juni 2014).

Producenten zijn verantwoordelijk voor het op de markt brengen van een veilig product. Een van de conclusies van het eerste International Conference on Insects to feed the world, gehouden van 14 tot en met 17 mei 2014 in Ede, was dat het ontwikkelen van wetgeving voor eetbare insecten dringend nodig is zodat de industrie duidelijke richtlijnen krijgt aan welke eisen ze moeten voldoen.

### Vraagstelling

De directeur van de huidige divisie Consument & veiligheid van NVWA heeft de directeur van bureau Risicobeoordeling & onderzoeksprogrammering (BuRO) gevraagd: Wat zijn de chemische, microbiologische en parasitologische risico's van de consumptie van verhitte en onverhitte insecten?

### Aanpak en afbakening

Voor deze risicobeoordeling zijn gesprekken gevoerd met deskundigen op het gebied van entomofagie van Wageningen Universiteit en op het gebied van insectenkweken met leden van de Verenigde Nederlandse Insectenkwekers (VENIK<sup>2</sup>) om een inventarisatie te maken van de momenteel aangeboden insecten voor consumptie door de mens en van het productieproces. De risicobeoordeling is beperkt tot de insectensoorten die momenteel in Nederland worden gekweekt. Op basis van literatuuronderzoek is de kennis over mogelijke risico's van insectenconsumptie beschreven. Hierbij is gestreefd naar een volledig overzicht van de mogelijke risico's.

De onderbouwing van de risicobeoordeling en het advies is van commentaar voorzien door medewerkers van WUR, CBG, RIVM en NVWA en door medewerkers van BuRO.

## Risicobeoordeling

### Inleiding

In Nederland varieert de bijdrage van eiwit aan de totale dagelijkse energie-inname van 12 tot 16%. Rond 60% van het eiwit is afkomstig uit dierlijke en 40% uit plantaardige voedingsmiddelen. Vlees(producten), en daarna zuivel (inclusief kaas) zijn de belangrijkste bronnen van eiwit, als derde bron gevolgd door graanproducten. Volgens de meest recente Nederlandse Voedselconsumptiepeiling consumeren volwassen vrouwen 76 gram vlees per dag (grootste eters 189 gram per dag) en mannen 119 gram (grootste eters 278 gram per dag) (van Rossum et al. 2011). Naast het minder consumeren van eiwitten, is eiwittransitie, een (gedeeltelijke) overgang van eiwitten uit vlees naar andere, duurzamere eiwitbronnen, een mogelijke oplossing om te komen tot een duurzamer

<sup>1</sup> FAO Expert consultation on the potential of insects as feed and food in assuring food security  
<http://www.fao.org/forestry/74848/en/>

<sup>2</sup> [www.venik.nl](http://www.venik.nl)

voedselpatroon. Een aantal bedrijven in Nederland kweekt insecten die het dierlijke eiwit in de huidige voeding (deels) zouden kunnen vervangen.

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoeksprogrammering**

**Datum** 15 oktober 2014

**Onze referentie**  
NVWA/BuRO/2014/2372

Entomofagie, het eten van insecten, gebeurt al heel lang in grote delen van de wereld, waaronder Afrika, Azië en Latijns Amerika (van Huis et al. 2013a). De diversiteit aan insectensoorten is, met naar schatting vier miljoen soorten, enorm groot. Wereldwijd worden er zo'n 1900 insectensoorten geconsumeerd (van Huis 2013b<sup>3</sup>); ze worden meestal in de vrije natuur verzameld en na een bewerking (koken, bakken, roosteren) geconsumeerd. Alle ontwikkelingsstadia van insecten worden gebruikt voor consumptie: eieren, larven, poppen en adulten (DeFoliart 1999). De meest gegeten insectensoorten zijn keverlarven (31%), rupsen (18%), mieren, bijen en wespen (14%), sprinkhanen (13%), wantsen (10%) en andere zoals termieten en libellen (14%)<sup>4</sup>. Eetbare insecten bevatten eiwitten, vitamines, mineralen en vetzuren maar verschillen in voedingswaarde en chemische samenstelling, afhankelijk van hun voedingsbron en de soort (Bukkens 1997, Finke 2002, van Huis et al. 2013a, Tong et al. 2011, Xiaoming et al. 2010). De eiwitsamenstelling is vergelijkbaar met die van vlees.

Oninckx et al. (2010) laten zien dat insecten per kilogram product veel minder broeikasgassen, zoals methaan (CH<sub>4</sub>) en lachgas (N<sub>2</sub>O), uitstoten dan de gangbare productiedieren, zoals runderen en varkens. Insecten zetten hun voedsel efficiënter om in eetbaar product dan zoogdieren, waardoor de ecologische voetafdruk van insecten vele malen kleiner is dan van de gangbare productiedieren. De hoeveelheid kilogram voer die nodig is voor 1 kg eetbaar gewicht is 2,1 kg voor krekkel, 4,5 kg voor kip, 9,1 kg voor varken and 25 kg voor rund (van Huis 2013b).

#### Gevareninventarisatie en -karakterisatie

Evenals gewervelde dieren kunnen insecten biologische agentia en stoffen bevatten die een gezondheidsrisico kunnen opleveren bij consumptie door de mens. De microbiologische en chemische risico's zullen voor het grootste deel afkomstig zijn uit de omgeving van het insect. De risico's zullen bij wildvang groter zijn dan bij insecten die in een gestandaardiseerde kweekomgeving leven waar de blootstelling aan biologische agentia en stoffen beter kan worden beheerst. In tegenstelling tot gewervelde dieren, worden insecten meestal in het geheel gegeten. Het darmkanaal niet verwijderd maar meegegeten zoals dat bij voorbeeld bij garnalen ook het geval is.

Sommige insecten bevatten van nature aanwezige toxinen die bij consumptie een risico voor de volksgezondheid zouden kunnen opleveren. Daarnaast kunnen insecten via het voer of de omgeving worden blootgesteld aan toxische stoffen, die het uiteindelijke product kunnen contamineren. Tenslotte zouden, evenals bij andere voedingsmiddelen, allergische reacties kunnen optreden na consumptie van insecten.

#### Insectensoorten en kweekmethoden in Nederland

In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de soorten, het ontwikkelingsstadium, de aard van het eindproduct en de bijbehorende hoeveelheden insecten die anno 2012 in Nederland voor consumptie door de mens worden geproduceerd. De productie en afzet van insecten voor consumptie door de mens is in Nederland nog beperkt.

<sup>3</sup> Zie ook: <http://www.ent.wur.nl/UK/Edible+insects/Worldwide+species+list/>

Tabel 1. Insecten voor consumptie door de mens in Nederland

Bureau Risicobeoordeling &amp; onderzoeksprogrammering

Datum 15 oktober 2014

Onze referentie  
NVWA/BuRO/2014/2372

Latijnse naam	Nederlandse naam	Gangbare naam	Stadium van ontwikkeling	Geproduceerde hoeveelheden <sup>4</sup>
<i>Tenebrio molitor</i>	Meeltor	Meelworm	Larve	± 1500 kg/jaar
<i>Alphitobius diaperinus</i>	Piepschuimkever <sup>5</sup>	Kleine meelworm	Larve	± 1000 kg/jaar
<i>Locusta migratoria</i>	Europese treksprinkhaan	Sprinkhaan	Volwassen	± 45 kg/jaar (25.000 dieren van 1,8 gram)

De meeltor en de piepschuimkever behoren tot de insecten die, in tegenstelling tot bijvoorbeeld sprinkhanen, een complete metamorfose ondergaan. Uit de eitjes van de meeltor en piepschuimkever komen larven, de wormen, die nog niet lijken op de volwassen vorm. Na de laatste vervelling van de larven ontstaat het popstadium. Na de vervelling van de pop komt de volwassen tor tevoorschijn. Meel- en kleine meelwormen worden gekweekt op een voedingsmedium bestaande uit zemelen met meel of gemalen kippenvoer, aangevuld met wortel, aardappel en water. De torren van de meelwormen leggen hun eieren in de zemelen. De productie van de volwassen beesten, de torren, is gescheiden van de opgroeiende larven (de meelwormen). Na het leggen van de eieren duurt het acht tot tien weken (bij een temperatuur van 28-30 °C en 60% relatieve luchtvochtigheid) voordat de larven kunnen worden geoogst. De larven worden uit het voedingsmedium gezeefd en enkele dagen zonder voer in een koeling (6-15 °C) gezet, zodat ze hun darminhoud legen (nuchter worden). Vervolgens worden de larven schoongespoeld in lauw-warm water. Daarna volgt een snel invriesproces tot -18 °C. Na het invriezen worden de larven gevriesdroogd en verpakt in doosjes van 50 gram. Op het etiket staat de track- en trace-code (barcode) en wordt vermeld dat het product voor consumptie goed verhit moet worden. De aangegeven houdbaarheid van het product is 52 weken.

Sprinkhanen ontwikkelen zich via een zogenoemde incomplete metamorfose. Uit het ei komt de nimfe die in het klein al een grote gelijkenis vertoont met het volwassen stadium. Tijdens de opeenvolgende vervellingen neemt het insect voortdurend toe in grootte om uiteindelijk het volwassen stadium te bereiken. Treksprinkhanen leggen hun eieren in een substraat van turf. Na ongeveer tien dagen komen de jongen uit de eistheng en worden ze overgezet in productiebakken. Ze worden gevoerd met vers, droog gras en zemelen. Afhankelijk van de temperatuur (22-25 °C) worden de sprinkhanen na 26-28 dagen geoogst. Ze zijn dan volwassen en worden twee dagen zonder voer weggezet om nuchter te worden. Daarna volgt een snel invries- en vriesdroogproces. De sprinkhanen worden verpakt in potjes van 28 gram, voorzien van een etiket met een track- en trace-code en de houdbaarheidsdatum. Ook wordt vermeld dat voor gebruik poten en vleugels verwijderd dienen te worden en het product moet worden verhit.

#### Microbiologische risico's

##### *Schimmels, parasieten, virussen en gisten*

Voedingsmedia zijn een goed substraat voor saprofage schimmels en bacteriën. Pathogene schimmels zoals *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor* en *Rhizopus* kunnen

<sup>4</sup> VENIK, persoonlijke communicatie.

<sup>5</sup> Naast kleine meelworm, wordt de piepschuimkever door de sector vaak (abusievelijk) buffaloworm genoemd.

voedingsmedia van insecten koloniseren (Inglis en Sikorowski 2009). Parasieten die insecten als tussengastheer gebruiken kunnen via entomofagie tot infecties bij de mens leiden. Als mensen rauwe of onvoldoende verhitte insecten eten die in het wild gevangen zijn, kunnen ze een parasitaire infectie oplopen (Hinz 2001). Het is onwaarschijnlijk dat de steriele eerste stadia van insecten die in Nederland voor consumptie worden gekweekt, vanuit de kweekomgeving of voeding besmet zouden raken met virale of parasitaire ziekteverwekkers (Belluco et al. 2013). De in Nederland gebruikte voedingsbodems voor insecten zijn vrij droog en het is niet te verwachten dat schimmels en gisten hierin concentraties bereiken die risico's voor de volksgezondheid betekenen.

#### *Bacteriën*

De darmmicrobiota van insecten wordt opgebouwd uit bacteriën afkomstig uit de voeding of de kweekomgeving (Dillon en Charnley 2002). Darmbacteriën spelen een belangrijke rol bij het realiseren van een optimale fysiologische toestand van het insect en het beschermen tegen ziekteverwekkers. Het aantal bacteriën dat in de darm van volwassen insecten en larven aanwezig is, varieert van  $10^8$  tot  $10^{11}$  per mg darminhoud (Cazemier 1996) en bestaat voor het merendeel uit Gram-negatieve staven en Gram-positieve kokken. Bij de sprinkhaan (*Zonocerus variegatus*) en de meeltor (*Tenebrio molitor*) waren in de darm geen bacteriën, gisten of schimmels aanwezig bij groei op een gesteriliseerd kweekmedium of bij toediening van antibiotica aan het kweekmedium (Ademolu et al. 2007). Bij conventioneel gekweekte meelwormen (niet-gesteriliseerd voer, geen antibiotica) telde de (midden)darm na verloop van tijd ongeveer  $10^5$  kve per ml darminhoud (Genta et al. 2006). De volgende bacteriën werden uit het darmkanaal van gekweekte sprinkhanen geïsoleerd: de kokken *Staphylo-*, *Strepto-* en *Micrococcus*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas* spp. en de *Enterobacteriaceae* *Klebsiella* spp., *Escherichia coli* en *Proteus mirabilis* (Dillon en Charnley 2002).

Een klein deel van de *Enterobacteriaceae* bestaat uit bacteriën die, afhankelijk van de soort en het aantal, ook ziekte bij de mens kunnen veroorzaken en daardoor een gezondheidsrisico kunnen opleveren voor de consument van insecten. Voor onder andere *Salmonella* Enteritidis, *Escherichia coli* maar ook *Campylobacter* spp. is aangetoond dat deze zich in de insectendarm kunnen vestigen en vermeerderen (Leffer et al. 2010, Wales et al. 2010, Zheng et al. 2011). In de meeste gevallen was de periode dat de genoemde pathogenen werden uitgescheiden van beperkte duur. Kleine meelwormen die werden blootgesteld aan *Salmonella enterica* scheidden de bacterie maximaal twaalf dagen uit in de feces (Crippen et al. 2012), *E. coli* werd gedurende zes dagen (McAllister et al. 1996) en *Campylobacter* spp. gedurende maximaal drie dagen uitgescheiden (Strohter et al. 2005, Templeton et al. 2006). Als de genoemde pathogenen in de productieomgeving of het insectenvoer aanwezig zijn, kunnen ze zich tijdens de kweek vermeerderen door de relatief hoge temperatuur. Het is dan niet uit te sluiten dat deze bacteriën in de te consumeren, onbehandelde insecten aanwezig zijn.

#### *Microbiologische proceshygiëncriteria*

De concentraties van aëroob kweekbare bacteriën, *Enterobacteriaceae*, gisten en schimmels worden vaak gebruikt als maat voor proceshygiëne. Deze proceshygiëncriteria worden door de producent gebruikt om te toetsen of de kritische punten in het productieproces adequaat worden beheerst. De proceshygiëncriteria die gelden voor grondstoffen voor vleesbereidingen (Hygiëncode voor het Slagersbedrijf 2010), gehakt vlees (EG nr. 2073/2005) of gekookte schaal- en schelpdieren (EG nr. 2073/2005), zouden kunnen worden gebruikt voor insecten. In het vervolg van dit advies worden resultaten van onderzoek met insecten vergeleken met de proceshygiëncriteria voor grondstoffen voor vleesbereidingen. Het aërobe kiemgetal en het aantal *Enterobacteriaceae* dat wordt gebruikt als criterium voor grondstoffen voor

vleesbereidingen na verhitting zijn toepasbaar, mits de insecten inderdaad worden verhit voor de verkoop. In tabel 2 zijn microbiologische proceshygiëncriteria voor levensmiddelen van dierlijke oorsprong weergegeven.

Bureau Risicobeoordeling & onderzoeksprogrammering

Datum 15 oktober 2014

Tabel 2. Microbiologische proceshygiëncriteria voor vlees en vleesproducten

Onze referentie  
NVWA/BuRO/2014/2372

Product	Hygiëncode/ wetgeving	Micro-organisme	Proceshygiëncriterium (kve/g)
Grondstoffen voor vleesbereidingen	Hygiëncode slagersbedrijf (Hygiëncode voor het Slagersbedrijf. Koninklijke Nederlandse Slagersvereniging, 2010)	Aëroob kiemgetal <sup>a</sup>	<10 <sup>4</sup>
		Aëroob kiemgetal <sup>b</sup>	<10 <sup>6</sup>
		<i>Enterobacteriaceae</i> <sup>a</sup>	<10 <sup>2</sup>
		<i>Enterobacteriaceae</i> <sup>b</sup>	<10 <sup>3</sup>
Gehakt vlees <sup>c</sup>	Verordening Microbiologische Criteria (EG nr. 2073/2005)	Aëroob kiemgetal	m <sup>d</sup> = 5 x 10 <sup>5</sup> M <sup>d</sup> = 5 x 10 <sup>6</sup>
		<i>E. coli</i> <sup>e</sup>	m <sup>d</sup> = 50 M <sup>d</sup> = 500
Vleesbereidingen <sup>f</sup>	Verordening Microbiologische Criteria (EG nr. 2073/2005)	<i>E. coli</i> <sup>e</sup>	m <sup>d</sup> = 500 M <sup>d</sup> = 5000
Van schelp of schaal ontdane producten van gekookte schaal- en schelpdieren	Verordening Microbiologische Criteria (EG nr. 2073/2005)	<i>E. coli</i>	m <sup>d</sup> = 1 M <sup>d</sup> = 10
		Coagulase-positieve stafylokokken	m <sup>d</sup> = 100 M <sup>d</sup> = 1000

<sup>a</sup> Processtap: afkoelen na verhitting.

<sup>b</sup> Processtap: presenteren/verkoop van bereide producten na verhitting.

<sup>c</sup> Vlees zonder been dat in kleine stukken is gehakt en minder dan 1% zout bevat.

<sup>d</sup> Er moeten vijf deelmonsters worden genomen. De resultaten zijn toereikend als alle monsters  $\leq m$ . De resultaten zijn acceptabel als twee van de vijf deelmonsters waarden hebben tussen m en M. Het criterium geldt voor het einde van het productieproces.

<sup>e</sup> *E. coli* wordt hier als indicator van fecale verontreiniging gebruikt.

<sup>f</sup> Vers vlees, met inbegrip van vlees dat in kleine stukken is gehakt, waaraan levensmiddelen, kruidenrijen of additieven zijn toegevoegd of dat een verwerking heeft ondergaan die niet volstaat om de inwendige spierweefselstructuur van het vlees te veranderen en daardoor de kenmerken van vers vlees te doen verdwijnen.

Het proceshygiëncriterium voor *E. coli* is bij gehakt vlees en vleesbereidingen een indicator voor fecale verontreiniging. Coliforme bacteriën, waarvan *E. coli* het merendeel uitmaakt, komen met name voor bij zoogdieren en vogels. Coliforme bacteriën bij insecten zijn echter slechts voor circa 15% vergelijkbaar met de coliformen van bovengenoemde dieren (Geldreich et al. 1964) en daarom niet bruikbaar als proceshygiëncriterium bij de productie van insecten. Bij schaal- en schelpdieren is *E. coli* vooral een indicator voor pathogene agentia zoals norovirus, waarvan niet hoeft te worden aangenomen dat deze bij de productie van insecten een risico zouden opleveren.

Naast microbiologische proceshygiëncriteria is het ook gewenst om insecten periodiek te onderzoeken op de aanwezigheid van specifieke pathogenen. Daarvoor bestaan voor verschillende voedingsmiddelen microbiologische



voedselveiligheidscriteria. In tabel 3 worden voedselveiligheidscriteria opgesomd die relevant zijn voor insecten.

Bureau Risicobeoordeling & onderzoeksprogrammering

Datum 15 oktober 2014

Tabel 3. Relevante voedselveiligheidscriteria

Onze referentie  
NVWA/BuRO/2014/2372

Product	Hygiëncode/ wetgeving	Micro- organisme	Voedselveiligheids- criterium
Gehakt vlees en vleesbereidingen van pluimvee en vleesproducten van pluimvee, bedoeld om na verhitte te worden gegeten	Verordening Microbiologische Criteria (EG nr. 2073/2005)	<i>Salmonella</i>	Afwezig in 25 gram <sup>a</sup>
Gehakt vlees en vleesbereidingen van andere diersoorten, bedoeld om na verhitte te worden gegeten	Verordening Microbiologische Criteria (EG nr. 2073/2005)	<i>Salmonella</i>	Afwezig in 10 gram <sup>a</sup>
Gekookte schaal- en schelpdieren	Verordening Microbiologische Criteria (EG nr. 2073/2005)	<i>Salmonella</i>	Afwezig in 25 gram <sup>a</sup>
Kant-en-klare levensmiddelen die als voedingsbodem kunnen dienen voor <i>L. monocytogenes</i>	Verordening Microbiologische Criteria (EG nr. 2073/2005)	<i>Listeria monocytogenes</i>	<100 kve/g of ml <sup>a</sup>
Levensmiddelen <sup>b</sup>	Warenwetbesluit Bereiding en behandeling van levensmiddelen	<i>Bacillus cereus</i>	<10 <sup>5</sup> kve/g of ml
		<i>Clostridium perfringens</i>	<10 <sup>5</sup> kve/g of ml
		<i>Staphylococcus aureus</i>	<10 <sup>5</sup> kve/g of ml
		<i>Campylobacter</i>	Afwezig in 25 gram

<sup>a</sup> Er moeten vijf deemonsters worden genomen. De resultaten zijn toereikend als het micro-organisme afwezig is in de aangegeven hoeveelheid van het product. Het criterium geldt voor producten die in de handel zijn gebracht voor de duur van de houdbaarheidstermijn.

<sup>b</sup> Deze criteria zijn niet van toepassing op a) onbewerkte, rauwe eet- en drinkwaren; en b) bewerkte eet- en drinkwaren die geen kiemreducerende behandeling hebben ondergaan; en bij normaal gebruik pas na verhitte door de eindgebruiker geschikt zijn voor consumptie door de mens.

Anders dan bij warmbloedige dieren is het niet waarschijnlijk dat insecten tijdens de kweek substantiële aantallen *Salmonella* en *L. monocytogenes* bevatten. Als zich een contaminatie met pathogenen voordoet zal dit waarschijnlijk het gevolg zijn van een besmetting vanuit de productieomgeving en zullen de aantallen bacteriën gering zijn. Een periodieke toetsing van insecten aan het voedselveiligheids criterium voor *Salmonella* in gehakt vlees anders dan van pluimvee (afwezig in 10 gram) en *L. monocytogenes* in kant-en-klare levensmiddelen (<100 kve/g), conform de Verordening Microbiologische Criteria (EG nr. 2073/2005), ligt in de rede.

Ditzelfde geldt voor de criteria genoemd in het Warenwetbesluit voor *B. cereus*, *C. perfringens*, *S. aureus* en *Campylobacter* spp. Gezien de relatief lange houdbaarheidstermijn van 52 weken moeten de aantallen pathogenen die in het gevriesdroogde product kunnen uitgroeien, ook aan het einde van de THT worden bepaald.

De nVWA heeft in 2010 een kleinschalig onderzoek gedaan naar de microbiologische status van 55 insectenproducten (sprinkhanen, kleine meelwormen, meelwormen en een meelwormsnack) die behalve vriesdrogen geen andere behandeling hadden ondergaan en waren bedoeld voor consumptie door de mens en als zodanig werden aangeboden in de detailhandel (nVWA, interne communicatie). Het aërobe kiemgetal en de concentraties *Enterobacteriaceae* en *Bacillus cereus* zijn weergegeven in de tabellen 4, 5 en 6.

Tabel 4. Aërobe bacteriën: aantal monsters en percentage van de monsters (%) per concentratieniveau (kve/g)

Product	Aantal	<10 <sup>5</sup>	10 <sup>5</sup> -10 <sup>6</sup>	10 <sup>6</sup> -10 <sup>7</sup>	>10 <sup>7</sup>
Sprinkhaan	17	30%	41%	18%	12%
Kleine meelworm	17	24%	6%	53%	18%
Meelworm	17	12%	-	47%	41%
Meelwormsnack	3	100%	-	-	-
Totaal	54	26%	15%	37%	22%

Tabel 5. *Enterobacteriaceae*: aantal monsters en percentage van de monsters (%) per concentratieniveau (kve/g)

Product	Aantal	<10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>
Sprinkhaan	17	59%	18%	24%	-
Kleine meelworm	17	24%	6%	41%	29%
Meelworm	18	11%	17%	28%	44%
Meelwormsnack	3	100%	-	-	-
Totaal	55	35%	13%	29%	23%

Tabel 6. *B. cereus*: aantal monsters en percentage van de monsters (%) per concentratieniveau (kve/g)

Product	Aantal	<10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup> -10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>4</sup>
Sprinkhaan	17	88%	12%	-
Kleine meelworm	17	88%	6%	6%
Meelworm	18	100%	-	-
Meelwormsnack	3	100%	-	-
Totaal	55	93%	5%	2%

Van de onderzochte insectenproducten bleek 59% (tabel 4) het proceshygiëncriterium voor aërobe bacteriën in grondstoffen voor vleesbereidingen (10<sup>6</sup> kve/g) te overschrijden en 65% van de monsters bevatte een concentratie *Enterobacteriaceae* (tabel 5) die het criterium voor grondstoffen voor vleesbereidingen (10<sup>3</sup> kve/g) overschreed. Gezien het lage aantal bacteriën, had de meelwormsnack waarschijnlijk een hittebehandeling ondergaan. De specifieke, pathogene micro-organismen *Clostridium perfringens*, *Salmonella* en *Vibrio*, werden in dit kleinschalige onderzoek niet aangetroffen. Voor de

sporevormende bacterie *Bacillus cereus* lag in 93% van de monsters de concentratie onder 100 kve/g (tabel 6).

Klunder et al. (2012) hebben de microbiologische status van in Nederland gekweekte verse en met hitte behandelde larven van de meelworm (*Tenebrio molitor*) onderzocht. De waarden van het aërobe kiemgetal en concentraties *Enterobacteriaceae* en sporevormende bacteriën voor verse meelwormen (tabel 7) waren vergelijkbaar met die van de gevriesdroogde meelwormen in het nVWA-onderzoek.

Tabel 7. Gemiddelde microbiota van hele verse en met hitte behandelde meelwormen (Klunder et al. 2012)

Kolonievormende eenheden (kve/g)	Vers	Gekookt (10 min.)	Geroosterd (10 min.)
Totaal aantal aërobe bacteriën	$5,0 \times 10^7$	<50	<50
<i>Enterobacteriaceae</i>	$6,3 \times 10^6$	<10	160
Sporen van bacteriën	130	<10	40

Een hittebehandeling van meelwormen had een sterk reducerend effect op het aantal aërobe bacteriën, *Enterobacteriaceae* en bacteriële sporen. Het koken van de meelwormen gedurende tien minuten was effectiever in het reduceren van de hoeveelheden *Enterobacteriaceae* en sporen dan roosteren (Klunder et al. 2012). Het onderzoek van Klunder en collega's (2012) laat verder zien dat de onderzochte verse insecten niet zouden voldoen aan het voorgestelde proceshygiëncriterium voor het aërobe kiemgetal van  $<10^6$  kve/g en *Enterobacteriaceae* van  $<10^3$  kve/g. Een hittebehandeling (koken of roosteren) zorgde ervoor dat wel aan de proceshygiëncriteria werd voldaan.

#### *Bewaren, houdbaarheid en bereiden*

De insecten die in Nederland voor consumptie worden aangeboden, worden niet standaard verhit tijdens het productieproces, maar worden ingevroren en gevriesdroogd. Op de verpakking wordt een houdbaarheidstermijn van 52 weken vermeld. Er is geen onderzoek bekend waarin is onderzocht of het product tijdens de periode van en na 52 weken veilig is.

#### Chemische en voedingskundige risico's

Volwassen meelwormen hebben specifieke klieren in de buikholte die defensieve stoffen kunnen afscheiden (Brown et al. 1992, Ladisch et al. 1967). Deze defensieve secreties bevatten benzoquinonen, die beschreven zijn als toxisch, carcinogeen en mutageen voor dieren (Lis et al. 2011, Wirtz en Fruin 1982). De LD50 van quinonen voor muizen is vastgesteld op 50-300 mg/kg lichaamsgewicht (ref. in Wirtz en Fruin 1982). De International Agency for Research on Cancer (IARC) heeft 1,4-benzoquinone geassocieerd als een Groep-3 substantie: 'not classifiable as to its carcinogenicity to humans'<sup>6</sup>. Voor zover bekend bevatten alleen volwassen kevers quinonen en bevatten de larven die momenteel gebruikt worden als voedsel voor mens en dier geen quinonen.

Er zijn diverse studies waarin de chemische samenstelling van insecten is onderzocht. Deze richten zich vooral op de voedingsstoffen. Grabowski et al. (2010) hebben de chemische samenstelling onderzocht van drie insectensoorten die in dierenwinkels worden verkocht. Voor twee soorten sprinkhanen (*Schistocera gregaria* en *Acheta domesticus*) was de conclusie dat de chemische samenstelling

<sup>6</sup> [www.monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol71/mono71-63.pdf](http://www.monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol71/mono71-63.pdf)

geen belemmering was voor consumptie door de mens. Dit gold niet voor de derde soort *Phymateus saxosus*, waarvan bekend is dat die toxisch is.

Bureau Risicobeoordeling & onderzoeksprogrammering

Datum 15 oktober 2014

Onze referentie  
NVWA/BuRO/2014/2372

De voeding van insecten is bepalend voor de chemische samenstelling van het insect (Oonincx et al. 2011) en insecten kunnen stoffen accumuleren (Devkota en Schmidt 2000, Hunter et al. 1987, Jamil en Hussain 1992) zoals PCB's en dioxinen. Naast voedingsstoffen bevatten kunstmatige voedingsmedia stoffen die de stabiliteit, smakelijkheid en voedingswaarde kunnen verbeteren. Daarnaast kunnen ook antimicrobiële stoffen (fungiciden en antibiotica) worden toegevoegd om microbiële contaminaties tegen te gaan (Inglis en Sikorowski 2009). In Nederland bestaat er interesse om productielijnen te ontwikkelen waarbij het groeimedium van de insecten bestaat uit organisch restafval. De chemische samenstelling van het gebruikte restafval kan een risico vormen voor chemische contaminatie van de gekweekte insecten; te denken valt hierbij aan de aanwezigheid van schadelijke metalen, pesticiden, etc. Met de huidige productiemethode in Nederland bestaat er weinig risico voor chemische contaminatie van insecten bestemd voor consumptie door de mens via voer of kweekomgeving, zeker niet als de ingrediënten van voer en voedingsmedium worden betrokken van GMP-gecertificeerde bedrijven.

Consumptie van de geroosterde larven van de Afrikaanse zijdeworm (*Anaphe venata*) werd gedacht de oorzaak te zijn van een seizoensgebonden ataxie in zuidwest Nigeria (Adamolekun 1993). Ondertussen is echter gebleken dat deze insecten thiaminases bevatten, die thiamine (vitamine B1) afbreken. Een eenzijdige voeding gecombineerd met een thiaminedeficiëntie zou kunnen hebben geleid tot de ataxie (Nishimune et al. 2000). Thiaminases zijn goed bestand tegen warmte; dit onderstreept het belang van een goede hittebehandeling om deze insecten tot een veilige voedselbron te maken.

#### Chitine

Chitine (N-acetyl-D-glucosamine) komt voor in het uitwendig skelet van insecten en dient ter bescherming (EPA 2007). Gedroogde insecten bevatten ongeveer 10% chitine (Arbia et al. 2012, DeFoliart 1992). Echter er zijn ook publicaties die een hoger chitinegehalte (Lease en Wolf 2010) en een veel lager gehalte (Finke 2007) aangeven, afhankelijk van de gebruikte analysemethode. De onverteerbare chitinedelen kunnen accumuleren in de darm en (totale) constipatie veroorzaken (van Huis et al. 2013a). Om deze reden wordt aangeraden van sprinkhanen de poten en vleugels te verwijderen voor consumptie.

In 2010 heeft het EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies een wetenschappelijk advies gegeven over de veiligheid van chitine-glucaan (bestaande uit D-glucosamine, N-acetyl-D-glucosamine en glucose), een nieuw voedsel ingrediënt verkregen uit de celwanden van *Aspergillus niger* en bedoeld om de dagelijkse inname van vezels te verhogen. Voor de beoogde inname van chitine-glucaan, 2 tot 5 gram per dag, was er geen reden tot bezorgdheid over de veiligheid voor de volksgezondheid (EFSA 2010). Het product bevat meer dan 90% chitine-glucaan in een verhouding chitine:glucaan van 60:40. Een inname van meer dan 5 gram chitine-glucaan per dag is niet onderzocht. De toxicologische gegevens waarop de EFSA-opinie is gebaseerd, betreffen onderzoek met chitine afkomstig van crustacea (kreeftachtigen). Voor zover bekend, is er geen onderzoek gedaan met chitine afkomstig van insecten. Glucosamine heeft een lage orale acute en chronische toxiciteit en er is geen bewijs dat het genotoxisch of allergeen is (EFSA 2009). Hoeveel chitine de in dit advies bekeken gekweekte insecten bevatten, is niet met zekerheid te zeggen maar er zijn aanwijzingen dat het ongeveer 5-6% is van het drooggewicht (Tumewu 2012). Dit zou betekenen dat een consumptie van 45 gram gevriesdroogde hele insecten per dag geen reden tot bezorgdheid is voor de volksgezondheid.

### Allergeniciteit

Het mogelijke optreden van allergische reacties op nieuwe eiwitten of andere bestanddelen van een nieuw voedingsmiddel moet zorgvuldig worden onderzocht (97/618/EG). Onder allergie wordt verstaan reacties van het immuunsysteem van de mens op voedingsmiddelen waar immunoglobuline E (IgE) bij betrokken is. Bekend zijn allergische reacties ten gevolge van beten of steken van insecten zoals bijen en wespen. Allergische reacties worden ook toegeschreven aan contact met lichaamsdelen of afvalstoffen van insecten (contactallergenen) of inhaleren van stofdeeltjes bestaande uit verpulverde karkassen, afgeworpen huiden of uitwerpselen (geïnhaleerde allergenen). Symptomen van dergelijke allergieën variëren van eczeem en dermatitis tot astma en anafylactische shock. Het is bekend dat het werken met insecten in kwekerijen een overgevoeligheid of allergische reactie kan opwekken (Harris-Roberts et al. 2011). Bellas (1999) schatte dat 30% van het personeel in insectenkwekerijen dergelijke gezondheidsklachten had.

Voor 150 insectensoorten is beschreven dat mensen allergisch of overgevoelig reageren na het inhaleren van delen van insecten (Bellas 1999). In Bulgarije ontwikkelden mensen in de walnotenindustrie eczeem, dermatitis en ernstige jeuk als gevolg van blootstelling aan larven en uitwerpselen van de Indische meelmot (*Plodia interpunctella*). In een onderzoek van USDA-laboratoria die insecten kweken, zijn negen soorten mijten en spinnen genoemd waarvan stoffen na inademen tot allergische reacties kunnen leiden. Ondanks het dragen van beschermende kleding en maskers, ontwikkelde meer dan de helft van het personeel allergieën tegen (delen van) insecten. Er zijn veel gevallen van astma beschreven bij werkers met *Lepidoptera* (Reinecke 2009). Ook reacties ten gevolge van *Orthoptera* (inclusief gevallen van anafylactische shock), *Coleoptera*, *Diptera*, *Ephemeroptera* en *Trichoptera* zijn bekend. De allergie voor kakkerlakken, geassocieerd met de ontwikkeling van astma, ten gevolge van het inademen van kakkerlakallergenen is goed beschreven (Pomes et al. 2007, Wirtz 1984). De overgevoeligheid voor sprinkhanen is beschreven (Syracusa 2003) en ook meelwormen zouden een bron zijn van allergenen (Ledent en Mairesse 2006). Specifieke IgE-antilichamen voor mot (*Bombyx mori*) en mug (*Chironomus yoshimatsui*) werden gemeten in astmapatiënten met een gevoeligheid voor huisstof en mijt. Hieruit bleek dat deze twee insecten belangrijke specifieke allergenen dragen en dat er kruisallergeniciteit tussen de twee insecten optreedt (Komase et al. 1997).

Er bestaat dus overtuigend bewijs dat geïnhaleerd materiaal van een groot aantal insecten kan leiden tot een allergische reactie (Mathews 1989). Werkers die worden blootgesteld aan insecten lopen een beroepsgevaar. Tot de te nemen preventieve maatregelen behoren het zorgen voor een goede ventilatie, beschermende kleding en maskers. Gesensibiliseerde personen moeten hun werkzaamheden staken.

Over allergische reacties na het eten, of per ongeluk inslikken, van insecten, is weinig bekend. Kleine hoeveelheden insectenmateriaal zullen voorkomen in verschillende levensmiddelen, bijvoorbeeld die op basis van granen en vruchten. Dit betekent dat mensen gesensibiliseerd kunnen zijn en dat het eten van grotere hoeveelheden insecten in de toekomst een allergische reactie kan oproepen omdat de kans op sensibilisatie toeneemt. Allergenen overleven hoge (kook)temperaturen en de zuurgraad van de maag. Dat mensen worden gesensibiliseerd na het eten van insectenlarven van meelwormen (*Tenebrio molitor*) en superwormen (*Zophobas morio*) is aangetoond in onderzoek met een klein aantal personen (Freye et al. 1996).

Er kan kruisreactiviteit optreden tussen twee soorten allergenen. Dit betekent dat Ig E-antistoffen die zijn aangemaakt tegen een allergeen ook binden met andere

Bureau Risicobeoordeling & onderzoeksprogrammering

Datum 15 oktober 2014

Onze referentie  
NVWA/BuRO/2014/2372

allergenen en zo een allergische reactie kunnen induceren. Zo kan het eten van schaaldieren zoals garnaal, krab, kreeft, inktvis, slak en oester leiden tot een allergische reactie bij hiervoor gevoelige personen (MacEcvilly 2000). Het belangrijkste allergeen is het spiereiwit tropomyosine. Dit eiwit is ook aangetoond in insecten (kakkerlakken) (Reese et al. 1999), ongewervelde dieren zoals schaaldieren, spinachtigen (huisstofmijten) en weekdieren. Sommige voor huismijt allergische personen werden gevoelig voor tropomyosine uit zeevruchten. Deze waarneming suggereert dat mensen met een allergie voor zeevruchten allergische reacties kunnen krijgen na consumptie van eetbare insecten.

Het risico op allergische reacties van insecteneiwitten wordt onderzocht in het SUPRO2-project uitgevoerd door WUR<sup>7</sup> en een project van TNO en UMCU. Naast primaire allergische reacties, wordt ook nagegaan of er kruisreacties kunnen optreden bij mensen met een schaaldier- of huisstofmijtallergie. Uit de eerste resultaten blijkt dat antilichamen van mensen met een schaaldier of huisstofmijtallergie reageren op onder andere tropomyosine uit meelwormen.

## Conclusies

### Algemeen

- Dit advies is beperkt tot de volgende momenteel in Nederland gekweekte insecten voor consumptie door de mens: de meeltor (*Tenebrio molitor*), de piepschuimkever (*Alphitobius diaperinus*) en de Europese treksprinkhaan (*Locusta migratoria*).
- De larven van de meeltor en piepschuimkever (ook wel genoemd meelwormen) worden schoongespoeld in lauw-warm water en daarna ingevroren en gevriesdroogd en verpakt in doosjes van 50 gram. Volwassen sprinkhanen worden in nuchtere toestand ingevroren en gevriesdroogd. De sprinkhanen worden verpakt in potjes van 28 gram.

### Microbiologische en parasitologische risico's

- Er zijn geen aanwijzingen dat insecten die worden gekweekt onder hygiënische omstandigheden en op vrij droge voedingsbodems, besmet zijn met schimmels, gisten, virale of parasitaire ziekteverwekkers en een risico vormen voor de volksgezondheid. Echter, pathogene micro-organismen kunnen in de productieomgeving of het insectenvoer aanwezig zijn en zich tijdens de kweek vermeerderen door de relatief hoge temperatuur. Het is dan niet uit te sluiten dat deze bacteriën in de te consumeren, onbehandelde insecten aanwezig zijn.
- Proceshygiëncriteria die gelden voor grondstoffen voor vleesbereiding zouden kunnen worden gehanteerd voor insecten.
- Resultaten van een kleinschalig onderzoek lieten zien dat het aërobe kiemgetal en de maximaal toelaatbare concentratie *Enterobacteriaceae* van verse insecten deze proceshygiëncriteria overschreden. De sporenvormende bacteriën *Clostridium perfringens* en *Bacillus cereus* waren in insecten respectievelijk afwezig en in een concentratie onder het voedselveiligheids criterium voor levensmiddelen.
- Door gekweekte insecten te onderwerpen aan een hittebehandeling van tien minuten daalde het aërobe kiemgetal en de concentratie *Enterobacteriaceae* tot onder de voorgestelde proceshygiëncriteria.
- Op de verpakking wordt een houdbaarheidstermijn van 52 weken vermeld. Er is geen onderzoek bekend waarin is onderzocht of het product gedurende de periode van 52 weken nog veilig is.

<sup>7</sup> Sustainable production of insect proteins for human consumption (SUPRO2); <http://www.ent.wur.nl/UK/newsagenda/archive/news/2010/bugs2eat.htm>

#### Chemische en voedingskundige risico's

- In de volwassen vorm van de meelworm, de meeltor, kunnen toxische quinonen voorkomen. Deze stoffen zijn echter niet aanwezig in de meelwormen, die voor consumptie door de mens worden gekweekt. Met de huidige productiemethoden is de blootstelling van insecten aan toxische stoffen via voer of de kweekomgeving niet waarschijnlijk.
- Het is niet duidelijk hoeveel chitine (N-acetyl-D-glucosamine) de in Nederland gekweekte insecten bevatten. Afhankelijk van het percentage chitine (5-10%), geeft een inname van een portie gevriesdroogde insecten van ongeveer 45 gram per dag geen reden tot bezorgdheid over de veiligheid voor de volksgezondheid. Bij hogere innames moet het risico opnieuw worden beoordeeld.
- Er is nog weinig onderzoek gedaan naar allergeniciteit ten gevolge van de inname van hele insecten of insecteneiwit. Het effect van het bereiden van insecten op allergeniciteit is (nog) niet onderzocht. Het is niet uit te sluiten dat er overgevoeligheid en (ernstige) allergische reacties optreden bij gevoelige individuen na het eten van insecten.
- Voor het personeel van insectenkwekerijen bestaat mogelijk een beroepsmatig risico voor het ontwikkelen van overgevoeligheid of allergische reacties ten gevolge van blootstelling aan insecten(delen).

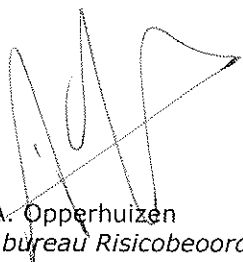
**Bureau Risicobeoordeling & onderzoeksprogrammering**

**Datum** 15 oktober 2014

**Onze referentie**  
NVWA/BuRO/2014/2372

#### Toxicologische risico's

Voor zover bekend, zijn er geen toxicologische onderzoeken bij proefdieren uitgevoerd met hele insecten of insecteneiwit.



Prof. dr. A. Opperhuizen  
*Directeur bureau Risicobeoordeling & onderzoeksprogrammering*

## Literatuur

Bureau Risicobeoordeling & onderzoeksprogrammering

Datum 15 oktober 2014

Onze referentie  
NVWA/BuRO/2014/2372

- Adamolekun B. *Anaphe venata* entomophagy and seasonal ataxic syndrome in southwest Nigeria. Lancet 1993;341:629.
- Ademolu KO, Idowu AB, Amusan AAS. Chemical analysis of tissues of *Zonocerus variegatus* (L) (*Orthoptera:Pygomorphidae*) during post-embryonic development in Abeokuta, South-Western, Nigeria. Nigerian J Entomol 2007;24:27-34.
- Arbia W, Arbia L, Adour L, Amrane A. Chitin extraction from crustacean shells by biological methods – A review. Proof.
- Bellas TE. Insects as a cause of inhalant allergies: a bibliography 1900-1993. CSIRI Division of Entomology Report No. 25, 1999.
- Belluco S, Losasso C, Maggioletti M, Alonzi CC, Paoletti MG, Ricci A. Edible insects in a food safety and nutritional perspective: A critical review. Comprehensive Rev Food Sci Food Safety 2013;12:296-313.
- Brown W, et al. Chemical composition and taxonomic significance of defensive secretions of some Australian *Tenebrionidae* (*Coleoptera*). J Austral Entomol Soc 1992;31:79-89.
- Bukkens SGF. The nutritional value of edible insects. Ecol Food Nutr 1997;36:287-319.
- Cazemier AE. (Hemi)cellulose degradation by microorganisms from the intestinal tract of arthropods. Thesis. Nijmegen: University Nijmegen, 1996. ISBN 90-9012947-2.
- Crippen T, et al. Transient gut retention and persistence of *Salmonella* through metamorphosis in the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (*Coleoptera: Tenebrionidae*). J Appl Microbiol 2012;112(5):920-926.
- DeFoliart GR. Insects as human food. Crop Protect 1992;11:395-399.
- DeFoliart GR. Insects as food: Why the Western attitude is important. Annu Rev Entomol 1999;44:21-50.
- Devkota B, Schmidt GH. Accumulation of heavy metals in food plants and grasshoppers from the Taigetos Mountains, Greece. Agriculture Ecosystems & Environment 2000;78(1):85-91.
- Dillon RJ, Charnley K. Mutualism between the desert locust *Schistocerca gregaria* and its gut microbiota. Res Microbiol 2002;153:503-509.
- EFSA. Scientific Opinion of the safety of glucosamine hydrochloride from *Aspergillus niger* as food ingredient. EFSA J 2009;1099:1-19.
- EFSA. Scientific Opinion on the safety of 'Chitin-glucan' as a Novel Food ingredient. EFSA J 2010;8(7):1687-1704. doi:10.2903/j.efsa.2010.1687.
- EPA. Chitin and chitosan summary document. Registration review: Initial docket, September 2007. Docket Number: EPA-HQ-EPA-2006-0566. www.regulations.gov.
- Finke MD. Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. Zoo Biol 2002;21(3):269-285.
- Finke MD. Estimate of chitin in raw whole insects. Zoo Biol 2007;26:105-115.
- Freye HB, Esch RE, Litwin CM, Sorkin L. Anaphylaxis to the ingestion and inhalation of *Tenebrio molitor* (mealworm) and *Zophobas morio* (superworm). Allergy Asthma Proc 1996;17:215-219.
- Geldreich EE, Kenner BA, Kabler PW. Occurrence of coliforms, fecal coliforms, and streptococci on vegetation and insects. Appl Microbiol 1964;12(1):63-69.
- Genta FA, et al. Potential role for gut microbiota in cell wall digestion and glucoside detoxification in *Tenebrio molitor* larvae. J Insect Physiol 2006;52:593-601.
- Grabowski N, et al. Chemische Zusammensetzung ausgewählter im Deutschen Handel erhältlicher Lang- und Kurzfühlerschrecken (*Acheta domesticus*, *Schistocera gregaria* und *Phymateus saxosus*). Arch Lebensmittelhyg 2009;59:204-208.



- Harris-Roberts J, Fishwick D, et al. Respiratory symptoms in insect breeders. *Occupational Medicine-Oxford* 2011;61(5):370-373.
- Hinz E. Ueber Entomophagie und ihre Bedeutung fuer die Humanparasitologie. *Mitt Oesterr Ges Tropenmed Parasitol* 2001;23:1-16.
- Hodges R, et al. Quinone contamination of dehusked rice by *Tribolium castaneum* (Herbst) (*Coleoptera:Tenebrionidae*). *J Stored Products Res* 1996;32(1):31-37.
- Huis A van, Van Itterbeeck J, Klunder H, Mertens E, Halloran A, Muir G, Vantomme P. Edible insects: future prospects for food and feed security. *FAO Forestry Paper 171*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013a.
- Huis A van. Potential of insects as food and feed in assuring food security. *Annu Rev Entomol* 2013b;58:563-583.
- Hunter BA, Hunter LM, et al. Dynamics of metal accumulation in the grasshopper *Chorthippus-brunneus* in contaminated grasslands. *Arch Environ Contam Toxicol* 1987;16(6):711-716.
- Inglis GD, Sikorowski PP. Microbiological contamination and insect rearing. In: Schneider (Ed.). *Principles and procedures for rearing of high-quality insects*. MS University, 2009:150-217.
- Jamil K, Hussain S. Biotransfer of metals to the insect *Neochetina-eichhornae* via aquatic plants. *Arch Environ Contam Toxicol* 1992;22(4):459-463.
- Klunder HC, et al. Microbiological aspects of processing and storage of edible insects. *Food Control* 2012;26:628-631.
- Komase Y, Sakata M, Azuma T, Tanaka A, Nakagawa T. IgE antibodies against midge and moth found in Japanese asthmatic subjects and comparison of allergenicity between these insects. *Allergy* 1997;52(1):75-81.
- Ladisch RK, Ladisch SK, Howe PM. Quinoid secretions in grain and flour beetles. *Nature* 1967;215:939-940.
- Lease HM, Wolf BO. Exoskeletal chitin scales isometrically with body size in terrestrial insects. *J Morphol* 2010;271:759-768.
- Ledent C, Mairesse M. Dyspnea and angling. *Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique* 2006;46:36-37.
- Leffer AM, et al. Vectorial competence of larvae and adults of *Alphitobius diaperinus* in the transmission of *Salmonella enteritidis* in poultry. *Vector Borne Zoonotic Dis* 2010;5:481-487.
- Lis LB, Bakula T, Baranowski M, Czarnewicz A. The carcinogenic effects of benzoquinones produced by the flour beetle. *Polish J Veterinary Sci* 2011;14(1):159-164.
- MacEvilly C. Bugs in the system. *Nutr Bull* 2000;25:267-268.
- Mathews KP. Inhalant insect-derived allergens. *Immunol Allergy Clinics of North America* 1989;9:321-338.
- McAllister JC, et al. Reservoir competence of *Alphitobius diaperinus* (*Coleoptera: Tenebrionidae*) for *Escherichia coli* (*Eubacteriales:Enterobacteriaceae*). *J Med Entomol* 1996;33(6):983-987.
- Nishimune T, Watanabe Y, Okazaki H, Akai H. Thiamin is decomposed due to *Anaphe spp.* Entomophagy in seasonal ataxia patients in Nigeria. *J Nutr* 2000;130:1625-1628.
- Oonincx DGAB, van der Poel AFB. Effects of diet on the chemical composition of migratory locusts (*Locusta migratoria*). *Zoo Biol* 2011;30(1):9-16.
- Oonincx D, van Itterbeeck J, Heetkamp M, van den Brand H, van Loon J, van Huis A. An exploration on greenhouse gas and ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption. *PLoS ONE* 2010;29 december.  
<http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0014445>.
- Pomés A, Wünschmann S, Hindley J, Vailes LD, Chapman MD. Cockroach allergens: Function, structure and allergenicity. *Protein Peptide Letters* 2007;14:960-969.

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoeksprogrammering**

**Datum** 15 oktober 2014

**Onze referentie**  
NVWA/BuRO/2014/2372

- Reese G, Ayuso R, Lehrer SB. Tropomyosin: an invertebrate pan-allergen. *Int Arch Allergy Immunol* 1999;119(4):247-258.
- Reinecke JP. Health and safety issues in the rearing of arthropods. In: Schneider JC (Ed.). *Principles and procedures for rearing high quality insects*. Mississippi State University, 2009:71-85.
- Rinke R, et al. Microbial diversity in the larval gut of field and laboratory populations of the sugarcane weevil *Sphenophorus levi* (Coleoptera, Curculionidae). *Genetics Molecular Res* 2011;10(4):2679-2691.
- Rossum van CTM, Franssen HP, et al. Dutch National Food Consumption Survey 2007-2010. Bilthoven: RIVM, 2011.
- Siracusa A, Marcucci F, et al. Prevalence of occupational allergy due to live fish bait. *Clin Experim Allergy* 2003;33(4):507-510.
- Strohter KO, et al. Reservoir competence of lesser mealworm (Coleoptera: Tenebrionidae) for *Campylobacter jejuni* (Campylobacteriales: Campylobacteraceae). *J Med Entomol* 2005;42(1):42-47.
- Templeton JM, et al. Survival of *Campylobacter* spp. in darkling beetles (*Alphitobius diaperinus*) and their larvae in Australia. *Appl Environm Microbiol* 2006;72(12):7909-7911.
- Tong L, Yu X, Liu H. Insect food for astronauts: gas exchange in silkworms fed on mulberry and lettuce and the nutritional value of these insects for human consumption during deep space flights. *Bull Entomol Res* 2011;101(5):613-622.
- Tumewu R. Chitin analysis of different sorts of insects. BSc thesis. Wageningen: Wageningen University, 2012, 38 p.
- Wales AD, et al. Review of the carriage of zoonotic bacteria by arthropods, with special reference to *Salmonella* in mites, flies and litter beetles. *Zoonoses Public Health* 2010;57:299-314.
- Wirtz RA, Fruin JT. Mutagenicity of Tenebrionid flour beetle secretions using *Drosophila melanogaster* sex-linked recessive lethal test. *J Food Protection* 1982;45(12):1084-1086.
- Wirtz RA. Allergic and toxic reactions to non-stinging arthropods. *Annu Rev Entomol* 1984;29:17.
- Xiaoming C, Ying F, et al. Review of the nutritive value of edible insects. *Forest insects as food*. FAO RAP publication 2010/02:85-92.
- Zheng L, et al. Evaluation of *Salmonella* movement through the gut of the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Vector Borne Zoonotic Dis* 2011;12(4):287-292.

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoeksprogrammering**

**Datum** 15 oktober 2014

**Onze referentie**  
NVWA/BuRO/2014/2372