

Wendie Claeys¹, Xavier Van Huffel² en Marianne Sindic³

Voedselveiligheid van insecten: een stand van zaken

Samenvatting

Insecten blijken een interessante, alternatieve bron voor voedingseiwitten. In afwachting van een duidelijke Europese reglementering, worden momenteel 10 insectensoorten gedoogd door het Voedselagentschap (FAVV) op de Belgische markt.

Eetbare insecten zijn vrij voedzaam, maar kunnen net als gewervelde dieren, ziekteverwekkers (schimmels, bacteriën, parasieten, etc.) en giftige stoffen bevatten die bij consumptie een gevaar voor de gezondheid kunnen betekenen. De mogelijke gevaren kunnen evenwel grotendeels onder controle gehouden worden door het correct toepassen van de goede hygiëne- en productiepraktijken tijdens de kweek en het in de handel brengen van deze insecten. Daarnaast is het belangrijk om de geschikte bewaar- en bereidingscondities te respecteren en om de insecten vóór consumptie te verhitten. Bovendien kan een mogelijk allergische reactie bij personen die overgevoelig zijn voor schaal- en schelpdieren en/of huisstofmijt niet uitgesloten worden.

Résumé

Les insectes semblent être une source alternative intéressante pour des protéines alimentaires. En attendant une législation européenne claire, 10 espèces d'insectes sont actuellement tolérées sur le marché belge par l'Agence alimentaire (AFSCA). Les insectes comestibles sont assez nutritifs, mais peuvent comme les vertébrés, également contenir des agents pathogènes (moisissures, bactéries, parasites, etc.) et des substances toxiques qui peuvent constituer un danger pour la santé lorsqu'ils sont consommés. Le risque potentiel peut cependant être largement contrôlé par l'application correcte des bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication au cours de l'élevage et de la commercialisation de ces insectes. Il est également important de respecter les conditions de stockage et de préparation appropriées et de chauffer les insectes avant la consommation. En outre, une éventuelle réaction allergique chez les personnes qui sont allergiques aux crustacés et/ou aux acariens de poussière domestique ne peut être exclue.

¹ Stafdirectie voor Risicobeoordeling, Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen (FAVV), Brussel.
² Stafdirectie voor Risicobeoordeling, Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen (FAVV), Brussel.
³ Ulg Gembloux Agro-Bio Tech, laboratoire Qualité et sécurité des produits agro-alimentaires & verslaggever van het dossier over insecten dat bij het Wetenschappelijk Comité van het FAVV en de Hoge Gezondheidsraad behandeld werd (SciCom – HGR, 2014).
 Corresponderende auteur: wendie.claeys@favv.be.

Summary

Insects appear to be an interesting alternative source for food proteins. Pending a clear European legislation, 10 insect species are currently tolerated on the Belgian market by the Belgian Food Safety Agency (FASFC). Edible insects are quite nutritious, but like vertebrates, they may contain pathogens (fungi, bacteria, parasites, etc.) and toxic substances which can be hazardous to our health when consumed. The potential risks may, however, be largely controlled by the correct application of good hygiene and manufacturing practices during the breeding and marketing of these insects. Additionally, it is important to respect the appropriate storage and preparation conditions and to heat the insects before consumption. Moreover, a possible allergic reaction of persons who are allergic to shellfish and/or dust mites cannot be excluded.

Inleiding

Met het oog op het bieden van een antwoord op het wereldvoedselvraagstuk en het verminderen van de ecologische voetafdruk, winnen alternatieve eiwitbronnen, zoals “novel protein foods” (op basis van micro-organismen of plantaardige eiwitdragers), *in-vitro*-vlees, algen en insecten, steeds meer aan belang. De consumptie van insecten door de mens, ook wel entomofagie genoemd, komt voor in tal van culturen, verspreid over de hele wereld. Wereldwijd zouden er zo'n 1.500 à 2.000 voor de mens eetbare insectensoorten zijn, waaronder *Coleoptera* (kevers), *Lepidoptera* (vlinders en motten), *Hymenoptera* (bijen, wespen en mieren), *Orthoptera* (sprinkhanen en krekels), *Isoptera* (termieten), *Hemiptera* (halfvleugeligen) en *Homoptera* (cicaden).

Ook in Europa is er een groeiende interesse voor eetbare insecten. Organisaties die opgericht werden om actoren betrokken bij het kweken, commercialiseren en/of valoriseren van insecten te verenigen, zijn onder meer het IPIFF op internationaal niveau (International Platform of Insects for Food and Feed; www.ipiff.org/), de BIIF in België (Belgian Insect Industry Federation; www.biif.org/), Venik in Nederland ('Verenigde Nederlandse Insectenkwekers'; http://venik.nl/site/?page_id=206) en FFPIDI in Frankrijk (Fédération Française des Producteurs Importateurs et Distributeurs d'Insectes; www.ffpidi.org/).

Eetbare insecten, ook “micro-livestock” of “mini-livestock” genoemd, zijn zeer voedzaam. Ze zijn rijk aan eiwitten alsook een

interessante bron van vitamines, mineralen en vetzuren. De specifieke voedingswaarde en chemische samenstelling wordt bepaald door de soort, het ontwikkelingsstadium bij consumptie en het voeder (Belluco *et al.*, 2013; FAO, 2013; van Huis, 2013; Siemianowska *et al.*, 2013; Verkerk *et al.*, 2007; Finke, 2002). Veelal worden insecten in hun geheel geconsumeerd, maar ze kunnen ook verwerkt worden tot pasta's of poeders. Extractie van proteïnen, vetten, chitine, mineralen en vitamines uit insecten is eveneens mogelijk (FAO, 2013).

Net zoals andere levensmiddelen, dient de consumptie van insecten veilig te zijn. Omdat er nog geen specifieke voedselveiligheidsvoorschriften zijn voor eetbare insecten, werd aan het Wetenschappelijk Comité van het FAVV en de Hoge Gezondheidsraad advies gevraagd over de mogelijke microbiologische, chemische, allergene en fysieke gevaren verbonden aan de consumptie van gekweekte insecten. Het advies dat eind 2014 gepubliceerd werd, vormt de basis voor dit artikel (SciCom – HGR, 2014)⁴.

Regelgeving

Momenteel is er nog onduidelijkheid of hele insecten en bereidingen ervan (bv. wormenpasta) al dan niet binnen het toepassingsgebied van Verordening (EG) nr. 258/97 betreffende nieuwe voedingsmiddelen en nieuwe voedsel ingrediënten vallen. In afwachting van meer juridische duidelijkheid op Europees niveau wordt het in de handel brengen van tien insecten-

⁴ Het gemeenschappelijk advies SciCom 14-2014 & HGR 9160 (www.favv-afsa.fgov.be/wetenschappelijkcomite/adviezen/) werd opgesteld met medewerking van volgende personen: A. CLINQUART (ULg), B. DE MEULENAER (UGent), L. HERMAN (ILVO), H. LAPEERE (UGent), M.-L. SCIPPO (ULg), M. SINDIC (ULg), G. SMAGGHE (UGent), J. VAN CAMP (UGent), M. VAN DER BORCHT (KU Leuven – Campus Geel), F. WOUTERS (VIVES), M. ULENS (HGR), A. WITTEERS (HGR), W. CLAEYS (FAVV).

soorten (tabel 1) getolereerd door het Voedselagentschap in België. Deze tolerantie geldt niet voor ingrediënten die geïsoleerd of geëxtraheerd werden uit insecten, zoals bv. proteïne-isolaten (zie ook statement FAVV⁵, en FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu⁶).

Bij de kweek, verwerking, commercialisering en bewaring van insecten en hun producten dienen dezelfde gezondheids- en sanitaire regels (cf. Goede Hygiëne Praktijken (GHP) en Goede Productiepraktijken (GMP)) gevolgd te worden als voor alle andere traditionele levensmiddelen (of diervoeders) om de voedselveiligheid te waarborgen. De productie of kweek

van eetbare insecten is een activiteit binnen de primaire productie, meer specifiek van dierlijke productie bestemd voor humane voeding. De voeders of de kweekbodems die gebruikt worden, dienen dan ook te voldoen aan de voorschriften voor diervoeders.

Meer verduidelijking over de reeds geldende voorschriften betreffende het kweken en in de handel brengen van insecten en levensmiddelen op basis van insecten bestemd voor humane consumptie wordt gegeven in een omzendbrief beschikbaar op de website van het FAVV⁷.

Tabel 1. Insectensoorten die momenteel voor humane consumptie op de Belgische markt getolereerd worden*

Latijnse naam	Nederlandse naam	Stadium van ontwikkeling bij consumptie
<i>Acheta domesticus</i>	huiskrekkel	volwassen (imago)
<i>Achroia grisella</i>	kleine wasmot > wasmotrups	rups
<i>Alphitobius diaperinus</i>	piepschuimkever** > kleine meelworm	larve
<i>Bombyx mori</i>	Zijdevlinder > zijderups	pop (zonder cocon) & rups
<i>Galleria mellonella</i>	grote wasmot > wasmotrups	rups
<i>Gryllobates sigillatus</i>	brandkrekkel	volwassen (imago)
<i>Locusta migratoria</i>	Afrikaanse treksprinkhaan	larve & volwassen (nimfe en imago)
<i>Schistocerca americana</i>	Amerikaanse woestijnsprinkhaan	volwassen (imago)
<i>Tenebrio molitor</i>	gele meeltor > gele meelworm	larve
<i>Zophobas atratus</i>	morioker > morioworm (Eng.: 'superworm')	larve

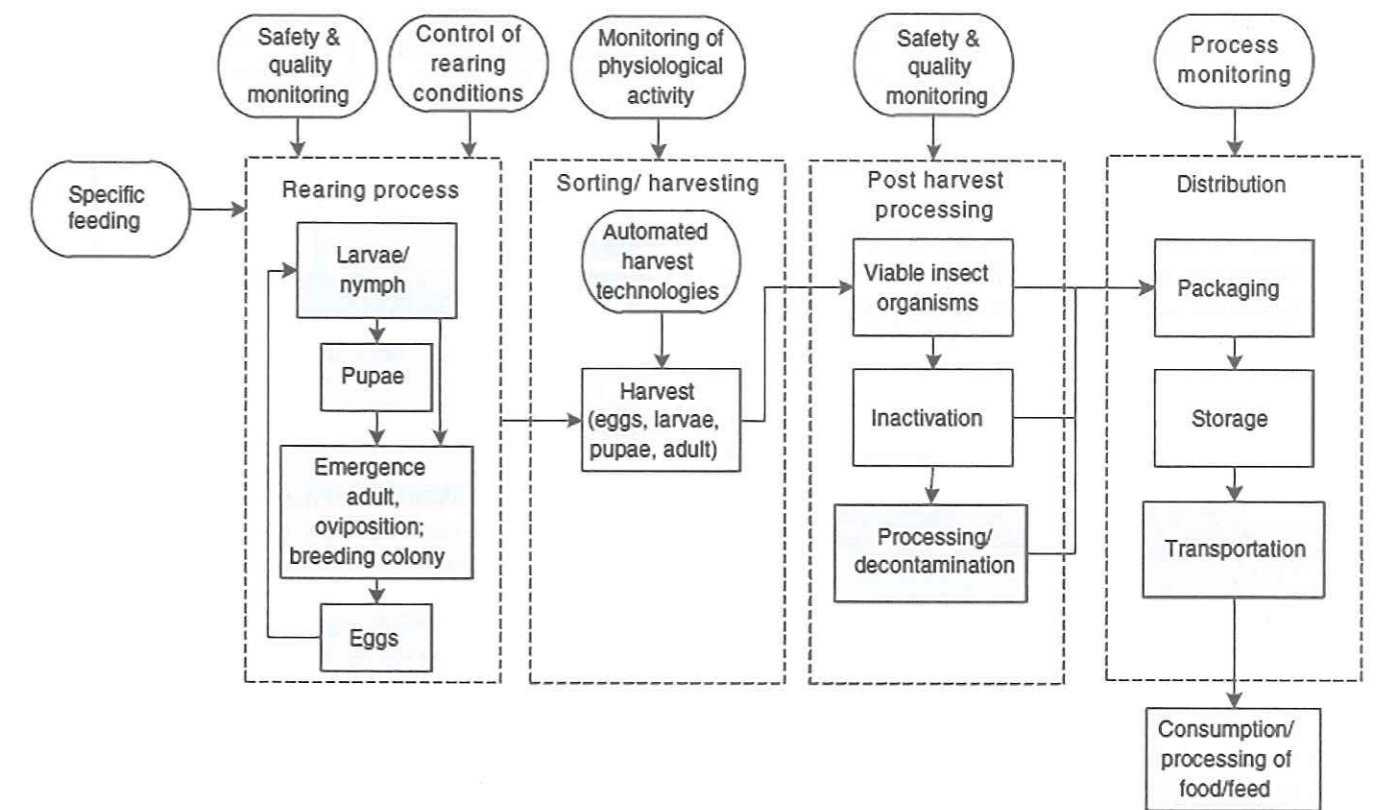
* Deze tabel is gebaseerd op een lijst van insecten die anno 2011 het meest frequent op de Belgische markt werden aangeboden voor humane consumptie.

** Naast kleine meelworm, wordt de larve van de piepschuimkever vaak (foutief) buffaloworm genoemd.

Kweek van insecten bestemd voor humane consumptie

De procedés die gebruikt worden voor de kweek van insecten, kunnen sterk van elkaar verschillen. De specifieke kweekcondities, zoals hoeveelheid licht/verlichting, luchtvochtigheid, ventilatie, populatie-/larvendichtheid, ovipositie site, waterbeschikbaarheid en voeder (bv. kippenvoer, bepaalde groenten

of afvalstromen), zijn bovendien niet enkel afhankelijk van de gekweekte soort, maar ook van het gewenste ontwikkelingsstadium van het insect bij consumptie (Rumpold & Schlüter, 2013). De insecten kunnen na de oogst rauw, maar ook gedroogd, gemalen, verpulverd, verhit (gestoomd, gekookt, ge-roosterd, gebakken, gefrituurd), ingeblikt of gevriesdroogd verkocht worden. Bij de gecontroleerde kweek worden de insecten vóór de oogst veelal een tijd zonder voeder gezet zodat ze hun darminhoud legen (NVWA, 2014).



Figuur 1. Schematische voorstelling van het productieproces van levensmiddelen en diervoeders op basis van eetbare insecten (bron: Rumpold & Schlüter, 2013).

Gevaren verbonden aan de consumptie van insecten

Net zoals bij andere consumptiedieren, zijn de kweek-, verwerkings- en verdere bewaarcondities in grote mate bepalend voor de voedselveiligheid van eetbare insecten. In wat volgt, zal een kort overzicht gegeven worden van de potentiële microbiële, chemische (inclusief allergene) en fysische gevaren die specifiek verbonden zijn aan de consumptie van de insecten vermeld in tabel 1 die onder gecontroleerde condities gekweekt werden (en m.a.w. niet afkomstig zijn uit wildvang). Deze gevaren worden meer uitgebreid besproken in een gemeenschappelijk advies van het Wetenschappelijk Comité van het FAVV en de Hoge Gezondheidsraad (SciCom – HGR, 2014).

Microbiële gevaren

De darmflora en de cuticula of het exoskelet van insecten kunnen een grote diversiteit aan parasieten, schimmels en andere

micro-organismen bevatten, waarbij zowel de kweekomgeving en de voedingsmedia als de toegepaste verwerkingsprocessen en de bewaarcondities een belangrijke rol spelen.

Insecten worden doorgaans in hun geheel gegeten, zonder verwijdering van het darmkanaal. Aangezien de intestinale microflora van insecten een afspiegeling is van het voeder en de kweekomgeving, kan de darmflora van insecten van eenzelfde soort verschillen. Bovendien zou het feit of de insecten al dan niet in nuchtere toestand zijn, de darmflora beïnvloeden (Dillon & Charnley, 2002). Bijkomend onderzoek hierover is echter noodzakelijk.

Ook pathogene schimmels zoals *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor* en *Rhizopus* kunnen via het voeder de gastheerinsecten besmetten. Deze schimmels kunnen direct besmettelijk zijn voor de mens of kunnen stoffen uitscheiden die toxisch (bv. mycotoxines) of allergen zijn (NVWA, 2014; FAO, 2013; Schabel, 2010). Schimmelvorming kan grotendeels voorkomen worden door te werken met droge kweekbodems, door regelmatig de feces te verwijderen en/of het voeder te verversen en door

5 In de handel brengen van insecten en levensmiddelen op basis van insecten voor humane consumptie (21/05/2014) (www.favv.be/levensmiddelen/insecten/default.asp).
6 Nieuwe Europese verordening voor de consumptie van insecten op komst (11/07/2014) (www.gezondheid.belgie.be/eportal/foodsafety/19091496?fodnlang=nl#_UxBKQSFZTV8).
7 www.favv-afsc.fgov.be/levensmiddelen/omzendbrieven/_documents/2014-05-21_Omzendbriefinsecten_versie11.pdf

de kweekruimte, de kweekbedden en het materiaal na iedere kweekcyclus te desinfecteren.

Indien het voeder voor insecten dierlijke producten bevat, kan dit een risico voor overdracht van agentia, verantwoordelijk voor overdraagbare spongiforme encefalopathieën ('transmissible spongiform encephalopathies' of TSE), inhouden. Studies hebben namelijk aangetoond dat insecten, gevoed op basis van componenten van het zenuwstelsel van herkauwers, die besmet zijn met het scrapie agens, zelf een bron van besmetting waren (Lupi, 2006 & 2003; Post *et al.*, 1999; Rubenstein *et al.*, 1998; Wisniewski *et al.*, 1996).



© phodo

Verder kunnen zich bij de kweek van insecten epizoötische infecties voordoen, die de insectenooft decimeren (Szelei *et al.*, 2011; Cappellozza *et al.*, 2011). Omdat insecten taxonomisch veel verder staan van de mens dan "conventionele landbouwdieren", kan evenwel aangenomen worden dat het risico voor zoönotische infecties laag (maar niet onbestaande) is (FAO, 2013). Het risico op zoönotische infecties, maar ook op microbiële contaminatie in het algemeen, neemt toe bij onzorgvuldig gebruik van afvalstoffen, onhygiënische behandeling van de insecten en rechtstreeks contact tussen gekweekte insecten en insecten buiten het bedrijf. Zo bijvoorbeeld worden gevallen vermeld van botulisme, parasitose en voedselvergiftiging (bv. door aflatoxines) die gelinkt worden aan entomofagie (Schabel, 2010).

De microbiële lading van insecten kan sterk gereduceerd worden door middel van een verdere verwerkingsstap zoals verhitten. Echter, de aanwezigheid van sporenvormende bacteriën waarvan de sporen de verdere verwerking (bv. hittebehandeling beneden sterilisatiecondities zoals roosteren, etc.) kunnen overleven, vormen een belangrijk, potentieel gevaar (bv. op botulisme) bij gekweekte insecten. Een thermische behandeling zoals sterilisatie is dan ook sterk aangeraden. Roosteren of koken zou de mogelijk aanwezige sporen niet volledig inactiveren (Klunder *et al.*, 2012). Bovendien kunnen de overlevende sporen door de condities tijdens de verwerking tot ontkieming gebracht worden en uitgroeien tijdens de bewaring. Naast een

thermische behandeling zijn bijgevolg ook geschikte bewaarcondities belangrijk (Schabel, 2010).



© D. Kucharski K. Kucharska

Gekweekte insecten worden soms ingevroren of gevriesdood (i.e. het onttrekken van water bij vriestemperaturen) om een relatief lange houdbaarheid te bekomen. Invriezen of vriesdregen kunnen echter de microbiële kwaliteit van de insecten niet garanderen. Het gebruik van insecten in gefermenteerde levensmiddelen (bv. om het proteïnegehalte van deze levensmiddelen te verhogen), kan hun microbiële veiligheid wel verhogen worden door het zure milieu dat gecreëerd wordt door de fermentatie (Klunder *et al.*, 2012).

Chemische gevaren

Er zijn hoofdzakelijk twee bronnen voor de aanwezigheid van toxische stoffen in insecten, namelijk de natuurlijke productie van afwerende, reactieve, irriterende of toxische stoffen bv. als onderdeel van hun verdedigingsmechanisme, en de opname van contaminanten of fytochemicaliën via het voeder (FAO, 2013; van der Spiegel *et al.*, 2013).

Er zijn geen aanwijzingen dat de insecten opgesomd in tabel 1 en in het vermelde stadium van ontwikkeling op het moment van consumptie, afwerende of toxische stoffen uitscheiden. De meeste chemische gevaren, verbonden aan de consumptie van gekweekte insecten, zijn gerelateerd aan de habitat of kweekomgeving en het voeder en kunnen bijgevolg onder controle gehouden worden. Zo is, net als in de "conventionele" vee- teelt, het voeder bepalend voor de aanwezigheid van (ongewenste) chemische stoffen die in gekweekte insecten kunnen accumuleren. Voorbeelden van dergelijke contaminanten zijn dioxines, PCB's (polychloor bifenyyl verbindingen), zware metalen (bv. cadmium, lood), pesticidenresidu's, maar ook fungiciden en antibiotica die aan de voedingsmedia toegevoegd worden om microbiële contaminatie tegen te gaan (Belluco *et al.*, 2013; FAO, 2013; Vijver *et al.*, 2003; Devkota & Schmidt, 2000). Daarnaast kunnen insecten, afhankelijk van het voeder, fytochemicaliën zoals fenolen, flavines, tannines, terpenen,

polyacetylenen, alkaloiden, cyanogenen, glucosinolaten en analoge aminozuren bevatten (van der Spiegel *et al.*, 2013). Zoals reeds eerder vermeld, kunnen insecten eveneens potentieel gecontamineerd zijn met mycotoxines (bv. aflatoxines, ochratoxine A (OTA)).



© 1989studio

Tot slot dient vermeld te worden dat ook tijdens de verdere verwerking van insecten toxische stoffen of procescontaminanten, zoals heterocyclische aromatische amines (HAAs), polyaromatische koolwaterstoffen (PAKs), acrylamide, chloropropanolen en furanen gevormd kunnen worden door chemische reacties tussen de bestanddelen van insecten onderling of tussen bestanddelen van insecten en andere ingrediënten (van der Spiegel *et al.*, 2013). Dit dient echter verder onderzocht te worden.

Allergenen

Verschillende insecten kunnen allergische reacties zoals eczeem, rhinitis, conjunctivitis, angio-oedeem en bronchiale astma veroorzaken. Het merendeel van deze allergische reacties wordt veroorzaakt door inhalatie (bv. van stof met fecaliën van kakkerlakken) en contact (bv. met rupsenharen) en doet zich voornamelijk voor bij personen die regelmatig met insecten in contact komen (bv. entomologen, kwekers van vissenaas, etc.) (FAO, 2013; Schabel, 2010; Panzani & Ariano, 2001; Siracusa *et al.*, 2003; Schroeckenstein *et al.*, 1990 & 1988). Desalniettemin worden een aantal gevallen beschreven waarbij ook de inname van insecten een allergische reactie en zelfs een anafylactische shock veroorzaakte (FAO, 2013; Ji *et al.*, 2009).

Er zijn aanwijzingen dat personen die allergisch zijn voor schaal- en schelpdieren en/of huisstofmijt allergisch zouden kunnen reageren op de consumptie van insecten en dit onder meer ten gevolge van kruisreactiviteit. Tropomyosine, een spiereiwit, is een mogelijk gemeenschappelijk allergeen (Verhoeckx *et al.*, 2014; FAO, 2013; Panzani & Ariano, 2001).

Een andere component van insecten, die eveneens met allergeniciteit in verband gebracht wordt, zij het minder frequent, is chitine. Chitine is een in de natuur veel voorkomend polysaccharide van glucosamine dat aanwezig is in onder meer de cellwanden van schimmels en het exoskelet van schaaldieren (bv. krabben, kreeften en garnalen) en insecten. Enerzijds zijn er studies die suggereren dat chitine een allergeen is. Anderzijds zijn er aanwijzingen dat chitine en zijn afgeleide chitosan (industriële geproduceerd via de-acetylering van chitine) eigenschappen vertonen die de immunrespons zouden verhogen, afhankelijk van de toedieningsroute en de afmetingen van de chitinepartikels (FAO, 2013; Muzzarelli, 2010; Lee *et al.*, 2008).

Fysische gevaren

Orthoptera (sprinkhanen, krekels) en *Coleoptera* (kevers, cicades) hebben vaak krachtige onderkaken, stevige poten (met soms grote stekels op de tibia of scheenbenen), vleugels en andere aanhangsels die, tenzij ze vóór consumptie verwijderd worden, de darmen kunnen doorboren of in de darmen kunnen vast te zitten en leiden tot constipatie (Schabel, 2010). Ook onverteerbare chitineresten kunnen accumuleren op verschillende plaatsen in de darm en zo constipatie veroorzaken (FAO, 2013).

Conclusies

Ofschoon het aantal specifieke wetenschappelijke studies en de beschikbare gegevens in de literatuur schaars zijn, lijkt de consumptie van insecten geen grote gevaren in te houden voor de gezondheid wanneer de insecten in correcte omstandigheden gekweekt, verwerkt, bewaard en bereid worden.

Aangezien niet uit te sluiten valt dat pathogene bacteriën (en sporen) uit de productieomgeving de insecten kunnen besmetten, is een verhittingsstap (minimaal blancheren, koken, frituren of wokken) essentieel vooraleer de producten op de markt gebracht of geconsumeerd worden. Tevens dient besmetting met gisten en schimmels die schadelijke secundaire metaboliën kunnen produceren (mycotoxines), vermeden te worden. Er zijn geen directe aanwijzingen dat de insectensoorten die op de Belgische markt gedooft worden, in het stadium waarop ze geconsumeerd worden endogene toxines, irriterende of reactieve secreties bevatten. Een allergische reactie bij consumptie van deze insecten is daarentegen in sommige gevallen vermoedelijk wel mogelijk.

Referenties

Belluco, S., Losasso, C., Maggioletti, M., Alonzi, C.C., Paolletti, M.G. & Ricci, A. (2013), "Edible insects in a food safety and nutritional perspective: A critical review", *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 12, 296-313.

Cappelozza, S., Saviane, A., Tettamanti, G., Squadrin, M., Vendramin, E., Paolucci, P., Franzetti, E. & Squartini, A. (2011), "Identification of *Enterococcus munditii* as a pathogenic agent involved in the "flacherie" disease in *Bombyx mori* L. larvae reared on artificial diet", *Journal of Invertebrate Pathology* 106, 386-393.

Devkota, B. & Schmidt, G.H. (2000), "Accumulation of heavy metals in food plants and grasshoppers from the Taigetos Mountains, Greece", *Agriculture Ecosystems & Environment* 78(1), 85-91.

Dillon, R.J. & Charnley, K. (2002), "Mutualism between the desert locust *Schistocerca gregaria* and its gut microbiota", *Research in Microbiology* 153, 503-509.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (2013), "Edible insects. Future prospects for food and feed security". Van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G. & Vantomme, P., Rome (2013), www.fao.org/docrep/018/i3253e/i3253e00.htm.

Finke, M.D. (2002), "Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores", *Zoo Biology* 21(3), 269-285.

Ji, K., Chen, J., Li, M., Liu, Z., Wang, C., Zhan, Z., Wu, X. & Xia, Q. (2009), "Anaphylactic shock and lethal anaphylaxis caused by food consumption in china", *Trends in Food Science and Technology* 20, 227-231.

Klunder, H.C., Wolkers-Rooijackers, J., Korpela, J.M. & Nout, M.J.R. (2012), "Microbiological aspects of processing and storage of edible insects", *Food Control* 26, 628-631.

Lee, C.G., Da Silva, C.A., Lee, J.-Y., Hartl, D. & Elias, J.A. (2008), "Chitin regulation of immune responses: an old molecule with new roles", *Curr. Opin. Immunol.* 20(6), 684-689.

Lupi, O. (2006), "Myiasis as a risk factor for prion diseases in humans" *J. Eur. Acad. Dermatol. Venereol.* 20(9), 1037-1045.

Muzzarelli, R.A.A. (2010), "Chitins and chitosans as immunoadjuvants and non-allergenic drug carriers", *Marine Drugs* 8(2), 292-312.

NVWA - Nederlandse Voedsel- & Warenautoriteit (2014), "Consumptie gekweekte insecten", advies BuRO www.nvwa.nl/onderwerpen/risicobeoordelingen/bestand/2207475/consumptie-gekweekte-insecten-advies-buro.

Panzani, R.C. & Ariano, R. (2001), "Arthropods and invertebrates allergy (with the exclusion of mites): the concept of panallergy", *Allergy* 56(Suppl. 69), 1-22.

Post, K., Riesner, D., Walldorf, V., Mehlhorn, R. (1999), "Fly larvae and pupae as vectors for scrapie", *Lancet* 122, 199-204.

Rubenstein, R., Kascsak, R.J., Crp, R.I., Papini, M.C., La Fauci, G., Sigudarson, S. *et al.* (1998), "Potential role of mites as vector for scrapie transmission", *Alzheimer Dis. Rev.* 3, 52-56.

Rumpold, B.A. & Schlüter, O.K. (2013), "Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production", *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 17, 1-11.

Schabel, H.G. (2010), "Forest insects as food: A global review" in Durst, P.B., Johnson, D.V., Leslie, R.N. & Shono, K. (eds.), *Forest insects as food: Humans bite back*, Bangkok, Thailand, FAO, pp. 37-64.

SciCom (Wetenschappelijk Comité FAVV) - HGR (Hoge Gezondheidsraad) (2014), "Gemeenschappelijk Advies SciCom 14-2014 & HGR 9160: Voedselveiligheid van insecten bestemd voor humane consumptie", www.favv-afsc.fgov.be/wetenschappelijkcomite/adviezen/.

Schroeckenstein, D.C., Meier-Davis, S. & Bush, R.K. (1990), "Occupational sensitivity to *Tenebrio molitor* Linnaeus (yellow mealworm)", *The Journal of Allergy and Clinical Immunology* 86(2), 182-188.

Schroeckenstein, D.C., Meier-Davis, S., Graziano, F.M., Falomo, A. & Bush, R.K. (1988), "Occupational sensitivity to *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (lesser mealworm)", *The Journal of Allergy and Clinical Immunology* 82(6), 1081-1088.

Siemianowska, E., Kosewska, A., Aljewicz, M., Skibniewska, K.A., Polak-Juszczak, L., Jarocki, A., Jędras, M. (2013), "Larvae of mealworm (*Tenebrio molitor* L.) as European novel food", *Agricultural Sciences* 4(6), 287-291.

Siracusa, A., Marcucci, F., Spinozzi, F., Marabini, A., Pettinari, L., Pace, M.L. & Tacconi, C. (2003), "Prevalence of occupational allergy due to live fish bait", *Clinical and Experimental Allergy* 33(4), 507-510.

Szelei, J., Woodring, J., Goettel, M.S., Duke, G., Jousset, F.-X., Liu, K.Y., Zadori, Z., Li, Y., Styer, E., Boucias, D. G., Kleespies, R.G., Bergoin, M. & Tijssen, P. (2011), "Susceptibility of North-American and European crickets to *Acheta domesticus* densovirus (AdDNV) and associated epizootics", *Journal of Invertebrate Pathology*, 394-399.

Van der Spiegel, M., Noordam, M.Y. & van der Fels-Klerx (2013), "Safety of novel protein sources (insects, microalgae, seaweed, duckweed, and rapeseed) and legislative aspects for their application in food and feed production", *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 12, 662-678.

Van Huis, A. (2013), "Potential of insects as food and feed in assuring food security", *Annu. Rev. Entomol.* 58, 563-583.

Verhoeckx, K.C.M., van Broekhoven, S., de Hartog-Jager, C.F., Gaspari, M., de Jong, G.A.H., Wichers, H.J., van Hoffen,

E., Houben, G.F. & Knulst, A.C. (2014), "House dust mite (Der p 10) and crustacean allergic patients may react to food containing Yellow mealworm proteins", *Food and Chemical Toxicology* 65, 364-373.

Verkerk, M.C., Tramper, J., van Trijp, J.C.M. & Martens, D.E. (2007), "Insect cells for human food", *Biotechnology Advances* 25, 198-202.

Vijver, M., Jager, T., Posthuma, L. & Peijnenburg, W. (2003), "Metal uptake from soils and soil-sediment mixtures by larvae of *Tenebrio molitor* (L.) (Coleoptera)", *Ecotoxicology and Environmental Safety* 54(3), 277-289.

Wisniewski, H., Sigudarson, S., Rubenstein, R., Kascsak, R.J. & Carp, R.I. (1996), "Mites as vectors for scrapie", *Lancet* 347(9008):1114.