



UNIVERSITA' DI PISA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE VETERINARIE

Scuola di Specializzazione in

Ispezione degli Alimenti di Origine Animale

Direttore: Prof.ssa Daniela Gianfaldoni

Insetti edibili: rischi alimentari e aspetti normativi

Candidato

Dott.ssa Donata Trimarchi

Relatore

Dott.ssa Roberta Nuvoloni

Correlatore

Dott. Simone Belluco

ANNO ACCADEMICO 2015-2016

La necessità di garantire la sicurezza alimentare ad una popolazione mondiale che, nel 2050, si prospetta di oltre 9 miliardi di persone ha spinto la comunità scientifica a guardare, con crescente interesse, all'impiego degli insetti come fonte di proteine per l'uomo e come mangimi per gli animali.

La complessità e l'enorme quantità di informazioni che deriva dall'analisi della letteratura offre un'utile indicazione circa l'importanza che il tema ha recentemente acquisito in tutti i campi scientifici.

Gli insetti rappresentano una fonte di proteine e grassi più efficiente rispetto agli animali da reddito tradizionalmente allevati, producono meno gas serra e possono essere utilizzati per decomporre i rifiuti.

Il consumo di insetti inoltre non è una novità per l'uomo. La FAO dichiara che gli insetti integrano già la dieta di circa 2 miliardi di persone ed hanno sempre fatto parte dell'alimentazione umana. Sono però necessarie ulteriori ricerche per ottimizzare i sistemi di allevamento e verificare gli eventuali rischi per la salute e il benessere degli uomini e degli animali.

Inoltre la legislazione sull'utilizzo d'insetti, nella maggior parte dei paesi industrializzati, non è adeguata e rappresenta quindi un vincolo. Occorre dunque che vengano approvate norme per la produzione e la trasformazione sicura di prodotti alimentari a base di insetti per consentire di sviluppare allevamenti su piccola e larga scala e poter quindi impiegare gli insetti nell'industria alimentare e mangimistica.

Tuttavia la non predisposizione al consumo di tali risorse in molti paesi occidentali rimane uno dei maggiori ostacoli all'adozione degli insetti come fonti di proteine; tale aspetto necessita di ulteriori ricerche di valutazione socio-economiche per stimare la percezione del consumatore occidentale e fornire una corretta ed efficace informazione ai diversi soggetti coinvolti affinché l'aspetto innovativo possa essere accettato e condiviso.

La sfida per la comunità scientifica nazionale e internazionale è quindi rendere possibile l'aumento della produttività alimentare per mezzo di sistemi alimentari sostenibili, per garantire un'alimentazione sana, sicura, sufficiente e dignitosa per ogni essere umano.

| | |
|---|-----------|
| 1_ Introduzione | 1 |
| 2_ Caratteristiche morfologiche e funzionali | 4 |
| 3_ Insetti consumati nel mondo | 9 |
| 4_ Allevamento ed ecologia | 13 |
| 5_ Aspetti nutrizionali | 18 |
| 6_ Entomofagia e aspetti sanitari | 25 |
| 7_ Legislazione veterinaria | 33 |
| 8_ Conclusioni | 45 |
| 9_ Bibliografia | 49 |

1_ Introduzione

Nel 2050 le Nazioni Unite stimano che saremo più di 9 miliardi di persone, vivremo su un pianeta con risorse sempre più scarse, meno terre coltivabili a disposizione, inquinamento delle acque, deforestazioni provocate dal pascolo e surriscaldamento del clima globale (UNESCO, 2014). Come far fronte a una tale situazione, senza contare che già attualmente 800 milioni di persone soffrono la fame?

La FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*) indica che gli insetti potrebbero avere un ruolo importante sia nell'alimentazione umana che in quella animale e rappresentano una delle possibili risposte che da qualche tempo circolano fra gli esperti alimentaristi e nutrizionisti di tutto il mondo (Van Huis *et al.*, 2013). Secondo la FAO (Van Huis *et al.*, 2013) più di 2 miliardi di persone in 90 paesi fanno già uso di insetti a fini alimentari e le specie commestibili sono oltre 2.000 (Jongema, 2015).

L'Europa ancora non ha autorizzato la vendita di insetti, ma negli ultimi mesi, in seguito alla presentazione del così detto "libro bianco" sugli insetti commestibili, ovvero "il progetto *edible insects* nutrire il pianeta con nuove fonti sostenibili" (Mascaretti, 2015) e ad iniziative realizzate nel corso dell'esposizione universale di Milano, Expo 2015, qualcosa si è mosso.

Le normative europee circa il consumo di insetti per uso alimentare sono piuttosto chiare e restrittive: gli insetti rientrano nella definizione di "*Novel Food*" (Reg. (CE) 258/1997) ovvero tutti quei prodotti e sostanze alimentari per i quali non è dimostrabile un consumo significativo all'interno dell'Unione Europea prima del 15 Maggio 1997. Tuttavia alcuni stati membri dell'UE hanno interpretato a proprio modo il suddetto regolamento e hanno escluso dalla definizione di "*Novel Food*" gli insetti interi ammettendone, dopo alcune valutazioni del rischio, la distribuzione nel loro territorio. Esempi in questa direzione sono l'Olanda, il Belgio e la Francia, dove da tempo alcune aziende sono state autorizzate a commercializzare insetti per il consumo umano come tali o sotto forma di farine per produrre snack, barrette o pasta.

Il Regolamento risale al 1997 ma sarà sostituito dal Regolamento (UE) 2015/2283, in vigore dallo scorso gennaio, ma applicabile dal 1 gennaio 2018. Tale regolamento chiarisce e aggiorna le categorie di alimenti che costituiscono nuovi alimenti, includendo gli insetti e le loro parti, e introduce una notevole semplificazione dell'iter di domanda per la commercializzazione di alimenti e ingredienti considerati tradizionali in paesi terzi, facilitandone l'ingresso sul mercato europeo.

Lo scorso ottobre è stata inoltre adottata una Opinione dell'EFSA (EFSA, 2015) in cui gli esperti hanno evidenziato che la potenziale insorgenza di pericoli microbiologici è prevedibilmente simile a quella associata ad altre fonti di proteine non trasformate, nel caso in cui gli insetti vengano nutriti con mangimi attualmente autorizzati.

1_ Introduzione

Un primo assaggio di insetti è già stato fatto anche in Italia. Nel padiglione belga dell'Expo infatti per un breve periodo si sono potuti assaggiare anche prodotti a base di insetti. I belgi infatti hanno portato in Italia pasta fresca e paté a base di *Tenebrio Molitor* (tarma della farina). Ma non sono i soli: la compagnia belga *Green Kow* infatti è stata la prima in Europa ad offrire prodotti contenenti insetti da distribuire nei negozi. Anche in Francia ci sono degli store online come "*Insectes comestibles*" e "*La boutique insolite*" che offrono snack a base di insetto. Il consumo di insetti sembra essere una pratica routinaria invece negli Stati Uniti, dove diverse startup hanno investito in questo settore producendo cioccolata e farine, spesso con attività di e-commerce.

Il maggior ostacolo da superare nel consumo di insetti è il pregiudizio culturale. Uno studio olandese sul pregiudizio dell'informazione che caratterizza il consumatore europeo nei confronti degli insetti, ha messo in evidenza che il "blocco psichico" legato al consumo di insetti e il disgusto sono due componenti molto importanti, ma anche il fattore comunicativo è di fondamentale importanza nella considerazione degli insetti come alimento (Tan *et al.*, 2015).

Gli insetti potrebbero rappresentare una scelta valida sia dal punto di vista nutrizionale sia dell'impatto ambientale. Essi infatti sono una fonte di cibo altamente nutriente perché forniscono proteine di elevato valore biologico, sono ricchi in aminoacidi essenziali, tra cui lisina, metionina e leucina, e sembrano contenere una quantità maggiore di acidi grassi polinsaturi (il contenuto varia significativamente a seconda della specie e dall'alimentazione) ed elevati livelli di minerali tra cui ferro e zinco e vitamine B₁, B₂ e B₃, se comparati agli animali d'allevamento (Belluco *et al.*, 2013).

Sempre secondo la FAO (Van Huis *et al.*, 2013), dal punto di vista ambientale, gli insetti presentano un'alta efficienza di conversione alimentare; in media possono convertire 2 Kg di cibo in 1 Kg di massa, laddove un bovino necessita di 8 Kg di cibo per produrre l'aumento di 1 Kg di peso corporeo.

Nonostante il crescente entusiasmo, rimangono numerosi punti interrogativi che riguardano principalmente i rischi per l'uomo; il riconoscimento ufficiale degli insetti come alimento, infatti, non può prescindere dalla presenza di dati microbiologici e chimici che ne attestino la sicurezza per il consumatore finale, le capacità produttive degli allevamenti e l'impatto ambientale. Non ultimo anche il reale interesse dei consumatori circa il possibile consumo abituale di insetti in sostituzione della carne.

Attualmente la legislazione UE (Reg. (CE) 999/2001) proibisce anche l'inserimento di proteine derivate da insetti nel mangime animale, ad eccezione di quello destinato a pesci, crostacei e molluschi, ma tramite l'iniziativa PROteINSECT (2013-2016) coordinata da FERA (*Food and*

1_ Introduzione

Environment Research Agency) e cofinanziata dalla Comunità Europea, si sta valutando di utilizzare gli insetti per produrre mangimi per polli e pesci. Oltre alla valutazione dell'impatto ambientale di tali attività, una delle finalità principali del progetto è quella di creare una piattaforma di conoscenze che possa promuovere queste tematiche presso la commissione europea, includendole nella legislazione vigente.

Da quanto brevemente esposto, si può capire quanto il consumo degli insetti sia un argomento estremamente attuale e complesso, che richiede approfondimenti specifici e mirati circa la sicurezza alimentare e l'organizzazione dei controlli ufficiali.

Lo scopo del presente lavoro è quello di presentare un breve excursus riguardante le conoscenze scientifiche attualmente documentate sull'uso degli insetti come alimento, al fine di valutare se gli insetti possano presentarsi come reale alternativa alle attuali fonti proteiche in relazione ai rischi sanitari e ai valori nutrizionali che presentano.

Nel presente elaborato viene inoltre analizzata la legislazione comunitaria vigente applicabile all'entomofaga.

2_ Caratteristiche morfologiche e funzionali

Per la stesura di questo capitolo sono state utilizzate principalmente due fonti: l'Enciclopedia online "Treccani" e l'Enciclopedia online "Wikipedia".

Gli insetti sono una classe di animali appartenente al *Phylum* degli Artropodi.

| | |
|-------------|-------------------|
| Regno | <i>Animalia</i> |
| Sottoregno | <i>Eumetazoa</i> |
| Phylum | <i>Arthropoda</i> |
| Subphylum | <i>Tracheata</i> |
| Superclasse | <i>Hexapoda</i> |
| Classe | <i>Insecta</i> |

Questa classe rappresenta il più grande tra i raggruppamenti di viventi che popolano il nostro pianeta, include circa un milione di specie pari ai cinque sesti dell'intero regno animale.

Si ritiene che siano tra i più antichi colonizzatori delle terre, in quanto sono stati ritrovati fossili di insetti risalenti al Devoniano, periodo dell'era paleozoica compreso tra 410 e 360 milioni di anni fa.

Gli insetti sono molto comuni perché molto adattabili. Occupano infatti tutti gli ambienti terrestri, numerosi ambienti d'acqua dolce e l'ambiente aereo; si adattano a tutte le temperature, da quelle polari a quelle equatoriali e mangiano di tutto, dai funghi alla carne, dai detriti al legno, dalla stoffa alle piante.

Gli insetti rappresentano il culmine dell'evoluzione tra gli artropodi. Infatti si sono sviluppati con un alto numero di individui di piccole dimensioni (da 0,2 a 120 mm), piuttosto che con pochi individui di dimensioni maggiori. Questo ha permesso lo sfruttamento di nicchie ecologiche di dimensioni ridotte presenti in quantità maggiori nell'ambiente.

La loro grande capacità di adattamento e sopravvivenza è dovuta alla loro plasticità genetica, che consente di sviluppare caratteri adeguati in tempi brevi, in relazione a rapide variazioni ambientali. Questo aspetto peculiare li rende adatti ad un eventuale miglioramento genetico in vista di un loro possibile allevamento industriale a fini alimentari umani.

E' facilmente ipotizzabile che il grande successo evolutivo di questo gruppo di artropodi sia dovuto anche al fatto che gli insetti siano stati in grado nel tempo di dotarsi di un'ampia serie di molecole bioattive tra cui molecole antiossidanti e numerosi peptidi ad attività antimicrobica che hanno permesso loro di rapportarsi con successo con un ambiente di vita denso di sfide. Gli insetti devono il loro nome alla struttura metamerica del corpo. Insetto deriva dal latino *Insecta*, Entomo dal greco *én toma*. In entrambi i casi l'etimologia fa riferimento alla segmentazione del corpo.

2_ Caratteristiche morfologiche e funzionali

Il corpo è infatti suddiviso in tre regioni morfologiche distinte, denominate capo, torace e addome alle quali sono associate appendici quali le antenne, le zampe e le ali.

Genericamente le regioni morfologiche sono dette tagmi. L'intero corpo è racchiuso in un esoscheletro, formato da sostanze organiche cerose (la più rappresentata è la chitina) che conferiscono una specifica robustezza. Infatti l'esoscheletro costituisce il più importante fattore di successo perché protegge dai danni meccanici limitando la perdita dei liquidi interni. La rigidità dell'involucro esterno però impedisce di fatto una crescita dell'individuo stesso, rendendo quindi necessario un periodico processo di sostituzione (la muta) che in certi casi culmina con una completa metamorfosi del corpo (ad esempio dal bruco-larva all'insetto maturo). Questo "inconveniente", però, ha permesso a stadi di sviluppo diverso (giovani ed adulti) di occupare nicchie ecologiche separate non entrando in competizione tra loro.

Un altro fattore di successo degli insetti è il volo perché permette di disperdersi, di sfuggire ai predatori terrestri e di cercare più velocemente il cibo e i compagni con cui accoppiarsi.

Gli insetti sono, dunque, organismi che in positivo o in negativo hanno una stretta relazione con l'uomo e le sue attività, fino a condizionarne, in modo più o meno diretto l'economia, l'alimentazione e le abitudini.

Di seguito sono brevemente trattate le principali caratteristiche degli ordini più consumati al mondo: Coleotteri, Lepidotteri, Imenotteri e Ortotteri (Jongema, 2015).

COLEOPTERA (Maggiolino, Coccinella)

L'ordine dei *Coleoptera* rappresenta il più numeroso ordine di tutti gli insetti con 350.000 specie raggruppate in 20 superfamiglie e 166 famiglie. Si ipotizza che sul pianeta vivano almeno altrettante specie non ancora conosciute. I coleotteri sono diffusi in tutti i continenti della Terra tranne che in Antartide.

Il corpo è diviso, come tutti gli insetti, in tre sezioni: capo, torace e addome. In generale, i coleotteri hanno un esoscheletro particolarmente duro e ali anteriori (dette elitre) che hanno la funzione di proteggere le posteriori e l'addome. La loro denominazione deriva infatti da "*coleos*", fodero, e "*pteron*", ala, che si riferisce proprio a queste ali dure.

All'interno di questo ordine troviamo diverse specializzazioni alimentari. Gli adulti possono essere predatori e uccidere altri insetti, altri sono fitofagi (si nutrono di piante), saprofagi (si nutrono di materiale vegetale in decomposizione), coprofagi (si nutrono di escrementi) etc.

Alcune specie hanno grande impatto sull'economia umana, perché danneggiano le colture (es. il maggiolino, la cetonina, la dorifora), i manufatti (es. tarli) o gli alimenti. Di particolare rilevanza sono i danni causati dai coleotteri xilofagi alle piante d'interesse forestale, appartenenti a diversi raggruppamenti (Scolitidi, Cerambicidi, Buprestidi, ecc.). La maggior

2_ Caratteristiche morfologiche e funzionali

parte dei danni sono causati dalle larve. Esistono però anche coleotteri utili, come la maggior parte dei Coccinellidi, sfruttati nella lotta biologica.

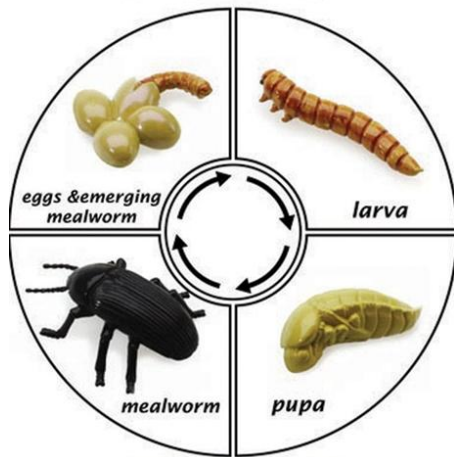


Figura A: ciclo biologico *Tenebrio molitor*.

Source:

<http://www.goldcountrymealworms.com>

Sono insetti sessuati ed ovipari, ma sono segnalati anche alcuni casi di partenogenesi, con metamorfosi completa. Le uova sono minuscole, vengono deposte in ammassi, in numero variabile da alcune dozzine ad alcune migliaia per femmina. Le larve, che affiorano dall'uovo, vivono dentro materie organiche (legno, erbe, escrementi) o sottoterra. Al termine del periodo larvale, le larve si impupano e dopo qualche giorno dalla pupa emerge l'adulto, la cui vita può durare poche settimane o diversi anni secondo le specie.

LEPIDOPTERA (Farfalle)

Quest'ordine è uno dei più numerosi (costituito da circa 127 famiglie per un totale di circa 157.454 specie), secondo solamente ai Coleotteri. Il nome deriva dal latino *Lepidoptera* ali con scaglie, piccole squame ovali che ricoprono le ali di questi insetti, contenenti pigmenti che conferiscono le tipiche colorazioni. Durante la propria vita, cambiano radicalmente la struttura del corpo e le abitudini alimentari (metamorfosi). Il loro ciclo vitale è caratterizzato da 4 stadi: uovo, larva (o bruco), pupa (o crisalide) ed infine la forma adulta (o imago).

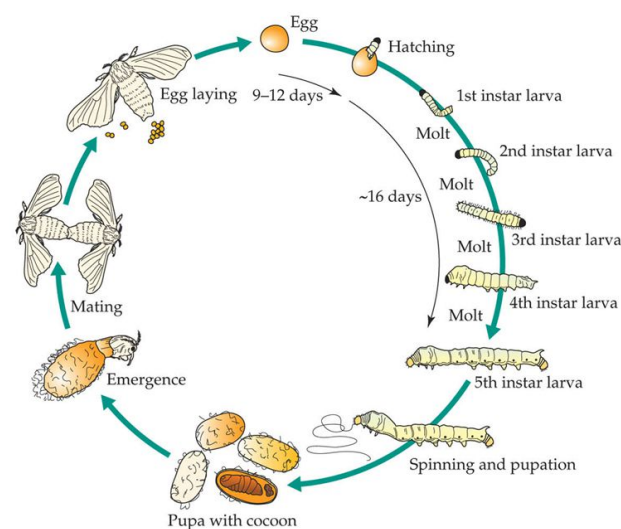


Figura B: ciclo biologico *Bombyx mori*.

Source: <http://www.sinauer.com/>

La femmina depone le uova su un vegetale adatto e dopo un certo tempo le uova schiudono e nasce una larva priva di ali e incapace di volare, che si muove grazie a tre paia di zampe toraciche e alle pseudozampe addominali. Il bruco è privo di occhi composti e di spirotromba, ma possiede un apparato boccale masticatore con delle robuste mandibole, grazie alle quali si nutre principalmente di parti vegetali, soprattutto foglie. Il rivestimento della

larva non si accresce e subisce 3-5 mute. Dopo aver subito varie mute e aver raggiunto il suo massimo sviluppo, la larva matura smette di nutrirsi e cerca un luogo adatto dove trasformarsi in pupa. Con la seta la larva si costruisce supporti con cui attaccarsi al substrato. Quando la sua

2_ Caratteristiche morfologiche e funzionali

cuticola si lacera fuoriesce la crisalide o pupa. I lepidotteri sono quasi tutti fitofagi, sia allo stadio larvale che da adulti. Le farfalle dei sottordini più primitivi, con apparato boccale masticatore, si nutrono di polline, quelle provviste di spiritromba (sottordine Glossata) di nettare.

HYMENOPTERA (Ape, Formica, Vespa)

Gli imenotteri sono un ordine di insetti che comprende oltre 120.000 specie diffuse in tutto il mondo. Il nome si riferisce alle ali membranose, e deriva dal greco antico ὑμήν *hymèn* "membrana" e πτερόν *pteròn* "ala". Si distinguono due sottordini: Sinfiti caratterizzati dall'aver l'addome unito al torace senza strozzatura, a cui appartengono le specie più primitive, e gli Apocriti più evoluti, con torace distintamente separato dall'addome a cui appartengono le famiglie degli *Apidae* (api e bombi), *Vespidae* (vespe e calabroni) e *Formicidae* (formiche).

Negli imenotteri sono rappresentati svariati regimi alimentari: le specie primitive sono fitofaghe, altre predatrici di insetti, altri comprendono insetti pronubi (che trasportano il polline, favoriscono l'impollinazione e la conseguente formazione del frutto).

ORTHOPTERA (Grilli, Cavallette, Locuste)

Gli ortotteri sono un ordine di insetti terrestri, suddivisi in due sottordini: *Caelifera*, comunemente dette cavallette e locuste, e *Ensifera* in cui sono compresi i grilli.

Sono prevalentemente fitofagi. La riproduzione è sessuata; dopo la riproduzione le femmine depongono le uova in quantità limitate dentro vegetali o riunite dentro involucri detti ooteche. Dall'uovo fuoriesce una preneanide che muta subito e si trasforma in una vera neanide. Lo sviluppo dal primo stadio larvale alla forma adulta avviene attraverso una metamorfosi incompleta; ciò significa che le forme giovanili hanno già l'aspetto degli adulti salvo che per le dimensioni ridotte e l'assenza delle ali.

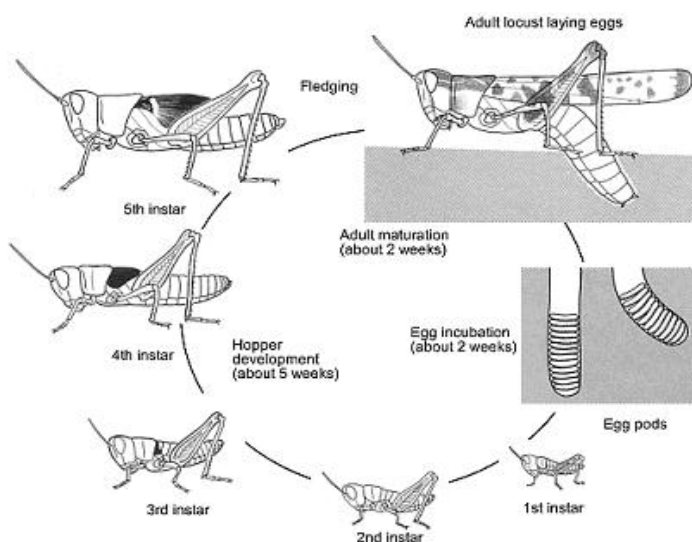


Figura C: ciclo biologico *Chortoicetes terminifera*.

Source:

<http://www.fao.org/ag/locustsCCA/en/1010/1018/index.html>

2_ Caratteristiche morfologiche e funzionali

Uno dei fenomeni più interessanti e piuttosto diffuso di quest'ordine di insetti, è quello del gregarismo che porta alla formazione di orde migratrici costituite da un numero sterminato di individui. Queste hanno un'enorme importanza dal punto di vista agrario in quanto possono attaccare e distruggere intere coltivazioni, ma altrettanta importanza come fonte di proteine alimentari per alcune popolazioni.

3_ Insetti consumati nel mondo

L'uso alimentare degli insetti è piuttosto esteso nel mondo. Questa abitudine si riscontra maggiormente nelle realtà rurali, ma non solo (Ramos-Elorduy, 2005). Risulta difficile stimare il numero di specie consumate nel mondo sia per la varietà e disomogeneità della dieta nelle diverse zone geografiche, sia dall'impossibilità, di inquadrare tassonomicamente gli insetti considerando le milioni di specie esistenti non ancora classificate e le differenti denominazioni che assumono nei diversi paesi.

Quanto esposto genera discordanze tra i ricercatori circa le specie consumate in una specifica area geografica, quindi tutti i dati presenti in letteratura vanno considerati come stime con possibilità d'errore (DeFoliart, 2005). I metodi di raccolta dei dati si basano su osservazioni, interviste e colloqui informali e sono quindi passibili di omissioni. Bisogna tenere inoltre presente che la diffusione di determinate specie sul territorio è legata a quella delle piante di cui questi si nutrono o comunque alla disponibilità di risorse utili all'insetto stesso. Questo fattore, più un'eventuale stagionalità nel ciclo biologico, rendono i vari studi dipendenti dal periodo dell'anno in cui vengono effettuati e difficilmente paragonabili anche da questo punto di vista (DeFoliart, 2005).

Tuttavia è possibile fare una stima approssimativa del numero di specie consumate nel mondo (Fig. D).

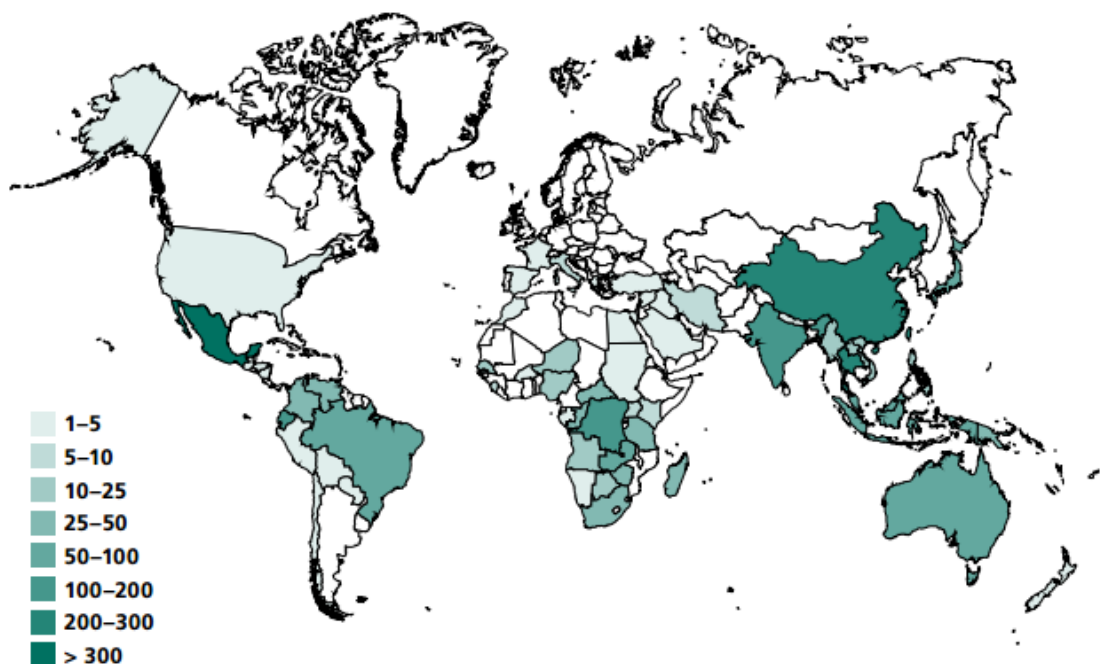


Figura D: numero di specie di insetti commestibili nel mondo.

Source: <http://www.wageningenur.nl/en/Expertise-Services/Chair-groups/Plant-Sciences/Laboratory-of-Entomology/Edible-insects/Worldwide-species-list.htm>

Il rapporto della FAO (Van Huis *et al.*, 2013) ha evidenziato che attualmente la popolazione che si nutre di insetti viene stimata in circa due miliardi di persone e che si consumano più di 2.000

3_ Insetti consumati nel mondo

specie di insetti; le specie più comunemente usate come cibo, in accordo con la lista di Jongema (Jongema, 2015), sono:

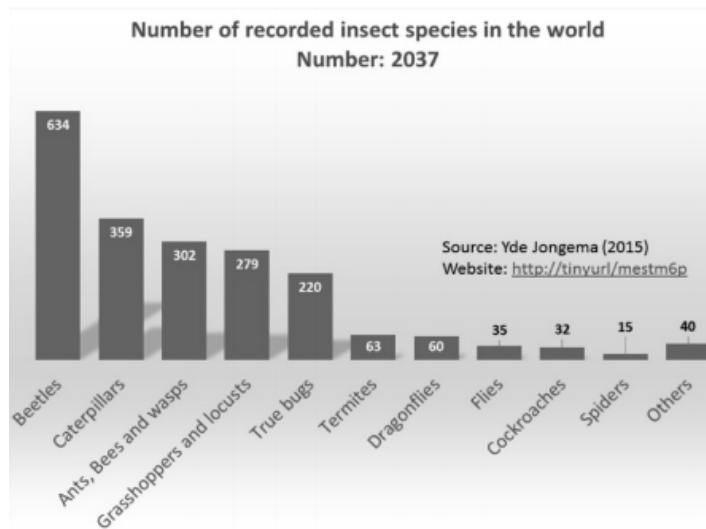


Figura E: Numero di specie di insetti commestibili nel mondo.
Source: World list of edible insects (Jongema, 2015).

- coleotteri (31%);
- lepidotteri (bruchi, 18%);
- api, vespe e formiche (imenotteri, 15%),
- cavallette, locuste e grilli (Ortotteri, 13%);
- cicale, cicaline, cocciniglie e cimici (Emitteri, 11%);
- termiti (Isotteri, 3%);
- libellule (Odonati, 3%);
- mosche (Ditteri 2%).

Storicamente il **continente africano** risulta contraddistinto dal consumo alimentare di insetti, tanto che in alcune aree (Africa centrale) essi soddisfano più del 50% del fabbisogno di proteine animali (Paoletti and Dreon, 2005). Le popolazioni del Madagascar integrano l'apporto di proteine nella loro dieta consumando insetti, soprattutto durante la stagione secca quando le riserve di riso scarseggiano (Randrianandrasana and Berenbaum, 2015).

La larva del "verme della palma", *Rhynchophorus palmarum*, è consumata in grandi quantità nel Bacino del Congo e nel Cameroon. Il suo sfruttamento e commercio da parte delle comunità indigene rappresenta un importante fonte di reddito, spesso più del 20% di tutte le altre attività economiche (agricoltura, pesca, caccia) (Muafor *et al.*, 2015).

In **Sudamerica** gli indiani dell'Amazzonia consumano insetti in gran quantità come pratica tradizionale e sono riconosciute più di 200 specie edibili. Tale pratica porta in alcuni gruppi ad avere una classificazione propria molto più avanzata di quella occidentale (Paoletti and Dreon, 2005).

In **Messico** vengono consumate centinaia di specie. L'alimentazione con insetti interessa principalmente le aree rurali ma anche le grandi città, come la capitale, dove rappresentano un prodotto diffuso e apprezzato tra persone di ogni ceto, servito anche nei ristoranti di lusso.

Le cavallette sono mangiate ovunque nel Paese e vengono anche inserite nelle ricette di alcuni tacos. Come indicato da alcuni studiosi locali, gli insetti sono adatti ad un allevamento di massa per i loro cicli biologici brevi e la loro adattabilità; il sistema industriale potrebbe quindi stabilizzare questa realtà economica nel paese (Ciappellano *et al.*, 2015).

3_ Insetti consumati nel mondo

Negli **Stati Uniti** il consumo di insetti era diffuso tra i nativi del deserto meridionale e del gran bacino (attuale Utah). Al giorno d'oggi l'interesse è limitato per l'enorme disponibilità di beni alimentari di tutti i tipi che non rende quindi necessaria l'esplorazione di queste fonti alimentari. L'entomofagia però, in una nazione multietnica come gli USA, non trova resistenze marcate come in Europa.

La commercializzazione di insetti negli USA è diffusa e segue schemi industriali, la "*HotLix candy company*" produce lecca-lecca con all'interno un grillo. Altri prodotti in vendita sono: scorpioni e grilli ricoperti di cioccolato e mele candite rivestite di tarme della farina (*Tenebrio molitor*) (Menzel, 1998).

In **Australia** il territorio prevalentemente arido, l'imprevedibilità dei fenomeni piovosi e la presenza di vaste aree dell'entroterra, molto lontane dall'acqua, hanno favorito il mantenimento di abitudini antiche tra gli aborigeni.

Tra i Maori della Nuova Zelanda l'unico insetto tutt'ora consumato è l'*Huhu grub*, larva, pupa e adulto di *Prionoplus reticularis*, coleottero appartenente ai *Cerambycida* (Meyer-Rochow, 2005).

In **Giappone** si consuma un numero consistente di insetti; storicamente rappresentavano un'importante fonte proteica per tutte quelle popolazioni che, vivendo lontane dalle coste, non potevano ricorrere al consumo di pesce e carne. In **Cina**, l'elevata estensione del territorio non permette di effettuare delle considerazioni puntuali sul consumo di insetti, tuttavia l'utilizzo di insetti a fini alimentari sembra meno importante di quanto si possa immaginare anche se la realtà rurale potrebbe differire molto da quella urbana.

Nel **nord-est dell'India** sono consumate varie specie di insetti a tra cui *Ochrophora montana* utilizzata anche per l'estrazione di olio (Meyer-Rochow, 2005). Tra le varie specie di bachi consumati come alimento, *Samia ricini* risulta apprezzata a tal punto che la seta che produce viene considerata un sottoprodotto (DeFoliart, 1999).

Le popolazioni del **sud-est asiatico** sono tradizionalmente entomofaghe. Le caratteristiche del territorio e la ricchezza faunistica di tale area favoriscono il consumo di insetti, che vengono considerati come fonte di cibo alternativa in aree dove sono facilmente reperibili pesci e altri animali, mentre viene considerata essenziale in aree più povere. Il punteruolo rosso (*Rhynchophorus ferrugineus*) della palma sago (*Metroxylon sagu*) è particolarmente diffuso in tutto il continente ed è considerato una prelibatezza, molto apprezzata in molte regioni (Johnson, 2010).

Ai giorni d'oggi l'entomofagia in molti paesi asiatici è il risultato di migrazioni. Gli insetti sono stati a lungo una parte importante della dieta nel nord-est del continente, ma il risultato delle migrazione verso le zone turistiche ha consolidato la pratica in tutto il paese. Si stima che ben 81 specie di insetti siano consumati sia in zone rurali e aree urbane di Bangkok. Inoltre, più di

3_ Insetti consumati nel mondo

50 specie di insetti sono consumati in Asia meridionale (India, Pakistan e Sri Lanka), 39 specie in Papua Nuova Guinea e isole del Pacifico, e 150-200 specie in Sud-Est asiatico (Johnson, 2010).

L'entomofagia quindi non è una *extrema ratio* dettata dalla scarsa disponibilità di alimenti, ma, al contrario, una normale componente della cultura alimentare e gastronomica (Paoletti and Dreon, 2005).

In **Europa** sono pochi gli insetti consumati tradizionalmente, anche se in alcuni stati (soprattutto al nord) si trovano ristoranti che cominciano ad utilizzarli. L'unica usanza che proviene dal passato e che si è conservata ad oggi è il formaggio con le larve della “mosca del formaggio” (*Piophilha casei*), tipico di alcune regioni della Francia (precisamente in Corsica) e dell'Italia (Paoletti and Dreon, 2005), come la Sardegna (*casu marzu*), la Lombardia (*robiòla cui bègh*), il Friuli (saltarello), l'Abruzzo (*càce fràceche*) e l'Emilia Romagna (*furmài nis*).

Il consumo di tali formaggi è abbastanza conosciuto, mentre pochi sanno che alcuni estratti di insetto (come il rosso cocciniglia, E120, ricavato dall'omonimo insetto) sono usati per colorare cibi (es. caramelle, yoghurt, frutta candita ...) e bevande (es. Aperol, Campari) (Verkerk *et al.*, 2007).

L'Olanda è stato il paese europeo apripista per il commercio di insetti, seguito da Belgio, Francia e Regno Unito. Il Belgio in particolare tollera e autorizza il consumo alimentare di 11 specie di insetti (FASFC, 2014).

L'Ufficio federale della sicurezza alimentare e veterinaria Svizzero ha annunciato, nel 2015, di ammettere come derrate alimentari tre specie di insetti: *Tenebrio molitor* nella fase larvale, *Acheta domesticus* e *Locusta migratoria*. È quanto previsto da un piano di revisioni di alcune ordinanze approvate dal parlamento svizzero (EDI, 2015).

Non bisogna escludere a priori l'Italia dai paesi che consumano insetti; infatti è emerso come in una realtà locale del Friuli Venezia Giulia esista l'utilizzo tradizionale di un insetto come leccornia. Parliamo di specie del genere *Zygaena* e *Syntomis* (Paoletti and Dreon, 2005). Questi Lepidotteri sono molto numerosi e facili da catturare all'inizio dell'estate. L'insetto non è consumato intero ma ne viene asportata l'ingluvie che contiene sostanze zuccherine, mentre il resto del corpo è scartato. Esso contiene glicosidi ciano genetici potenzialmente tossici e l'abitudine di mangiare solo l'ingluvie si presenta ottimale per ridurre l'ingestione di questi composti.

4_ Allevamento ed ecologia

La maggior parte degli insetti utilizzati come alimento in molte regioni dell'Asia, dell'America Latina e dell'Africa, viene quasi esclusivamente raccolta in natura anche se nel Sud-Est asiatico esistono esempi di allevamento di Ortotteri, per consumo umano, su larga scala (Van Huis *et al.*, 2013). La raccolta in natura degli insetti, se il numero di individui prelevati supera la capacità di rigenerazione della popolazione o se gli insetti vengono catturati nello stadio adulto prima dell'accoppiamento o della deposizione delle uova, insieme ad altri fattori antropici (deforestazione, inquinamento), possono mettere a rischio le popolazioni dell'insetto e condizionare gli ecosistemi. E' stato sottolineato come in Cameroon l'approvvigionamento della larva del *Rhynchophorus ferrugineus* sia anomalo e comporti la distruzione dell'ecosistema della palma su cui cresce (Muafor *et al.*, 2015).

Risulta quindi evidente che un impiego significativo degli insetti come fonte di cibo per l'uomo (*food*) e alimento per animali d'allevamento (*feed*) deve essere raggiunto in modo da evitare la pressione sulle popolazioni naturali di insetti e sull'ambiente. Pertanto, oltre all'adozione di metodi di raccolta sostenibili e a pratiche di semicoltura, è necessaria la messa a punto di pratiche di allevamento su piccola scala in zone confinate e/o la produzione intensiva in aziende specializzate (Ciappellano *et al.*, 2015). In Thailandia sono stati riportati circa 20.000 allevamenti domestici di insetti che producono una media di 7.500 tonnellate di insetti all'anno per il consumo domestico e la vendita. Tali allevamenti si stanno espandendo rapidamente favorendo un significativo indotto economico e miglioramento della vita per decine di migliaia di thailandesi (Hanboonsong *et al.*, 2013).

Gli insetti, nella loro grandissima varietà, possono essere considerati genericamente onnivori anche se possono essere suddivisi in fitofagi (si nutrono di materiali vegetali) o saprofagi, ossia in grado di alimentarsi su materiale in decomposizione. Quest'ultimo aspetto è di notevole interesse per l'enorme quantità di scarto organico che deriva dalle diverse filiere di produzione. E' stato stimato che un terzo del prodotto della filiera agro-alimentare mondiale (pari a circa 1,3 miliardi di tonnellate l'anno) viene oggi perso o eliminato come scarto (Gustavsson *et al.*, 2011), quindi la valorizzazione di questa enorme quantità di materia organica attraverso la biotrasformazione in proteine animali con alto valore nutrizionale è una prospettiva di notevole interesse.

Alcune specie di saprofagi sono estremamente adatte a questo scopo, perché possono essere allevate sui rifiuti organici di varie filiere produttive, trasformando gli scarti in una fonte di proteine ed altre molecole organiche. Le larve di *Hermetia illucens*, dittero della famiglia delle *Stratiomyidae*, sono ottimi candidati per processi di bioconversione, perché in grado di crescere su diversi tipi di materiale organico, anche in decomposizione, consumando ogni

4_ Allevamento ed ecologia

giorno un quantitativo di cibo pari a due volte il loro peso. E' stato anche dimostrato che le larve di questo dittero sono in grado di modificarne la microflora, riducendo la carica batterica di *Escherichia coli* e *Salmonella enterica* (Erickson *et al.*, 2004): si pensa che tale aspetto sia legato alla capacità, di questi insetti, di produrre peptidi antimicrobici efficaci nei confronti di differenti ceppi batterici (Makkar *et al.*, 2014).

Inoltre l'allevamento degli insetti presenta numerosi aspetti positivi; tra i principali si ricordano (Ciappellano *et al.*, 2015):

- indice di conversione alimentare (inteso come l'efficienza di trasformazione dell'alimento in peso corporeo) ottimale. E' stato stimato che il grillo domestico (*Acheta domesticus*) è in grado di convertire oltre il 90% dell'alimento ingerito in biomassa corporea risultando due volte più efficiente del pollo, almeno quattro volte più del maiale e 12 volte più dei bovini (Makkar *et al.*, 2014);
- potenzialità ad essere allevati su spazi e risorse non in competizione con le coltivazioni vegetali e quindi con l'uomo. In genere gli insetti che si cibano di piante sfruttano parti di esse non edibili, come ad esempio la foglia del gelso mangiata dal baco da seta (*Bombyx mori*). Laddove invece ingeriscano parti potenzialmente adatte al consumo da parte dell'uomo, come nel caso della larva della falena (*Agrius convolvuli*), generano comunque un alimento di maggior valore nutrizionale (Makkar *et al.*, 2014);
- riduzione del problema dello smaltimento dei rifiuti e diminuzione della carica batterica (Erickson *et al.*, 2004);
- basse emissioni di gas serra e di ammoniaca (Oonincx *et al.*, 2010);
- ridotto spazio richiesto per la loro produzione (Makkar *et al.*, 2014);
- basso consumo idrico. In una prospettiva di cambiamenti climatici, può essere importante prevedere soluzioni per la produzione di proteine animali che siano anche meno dipendenti dall'acqua (Fausto *et al.*, 2015).

La valutazione e l'identificazione degli impatti ambientali che un processo produttivo può causare è un elemento obbligatorio per la verifica della sua sostenibilità, al pari delle valutazioni di carattere economico e finanziario.

Nel 2010 un gruppo di ricercatori olandesi (Oonincx *et al.*, 2010) ha stimato le emissioni di CH₄, N₂O, NH₃, CO₂ e l'incremento ponderale giornaliero di cinque specie di insetti (*Tenebrio molitor*, *Acheta domesticus*, *Locusta migratoria*, *Pachnoda marginata* e *Blaptica dubia*) a diversi stadi di sviluppo e su diversi substrati alimentari.

Lo studio ha evidenziato che, pur con differenze significative tra le specie, le emissioni di gas ad effetto serra (CO₂, CH₄, N₂O), comparate al medesimo incremento ponderale, erano dell'ordine dell'1% rispetto alle emissioni dei ruminanti allevati (Fig. F). Anche la produzione di NH₃ per

4_ Allevamento ed ecologia

chilogrammo di biomassa prodotta è risultata notevolmente inferiore (3-5,4 mg/kg), se comparata con i valori noti in letteratura per suini (4,8-75 mg/kg) e bovini (14-170 mg/kg) (Oonincx *et al.*, 2010).

Membri dello stesso gruppo di ricerca (Oonincx and De Boer, 2012) hanno pubblicato uno studio più dettagliato, basato sull'approccio dell'analisi del *Life Cycle Assessment* (LCA), metodologia che valuta l'insieme delle interazioni che un prodotto ha con l'ambiente, dalle fasi di pre-produzione al prodotto finale. Tale metodologia è codificata dall'*International Organization for Standardization* (ISO) con le Norme della serie 14040 ed è alla base di schemi di certificazione ambientale di prodotto (*Environmental Product Declaration* – EDP) e di valutazione dell'impatto dei processi produttivi sul clima (*Carbon Footprint*) e sulle risorse idriche (*Water Footprint*) (Fausto *et al.*, 2015).

I ricercatori (Oonincx and De Boer, 2012) hanno stimato nello specifico l'impatto ambientale in termini di riscaldamento globale, consumo di suolo agricolo ed energetico per l'allevamento di massa di Coleotteri *Tenebrio molitor* e *Zophobas morio* Fabricius 1776 in comparazione con fonti proteiche tradizionali per l'alimentazione umana (latte, pollo, maiale, manzo) (figura F).

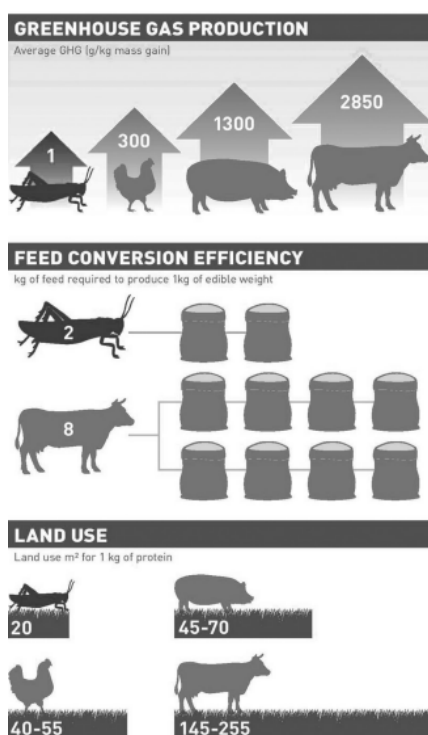


Figura F: benefici ambientali legati all'allevamento di insetti (Oonincx and De Boer 2012).

Graphic source: Sogari, 2015.

Lo studio ha dimostrato che il potenziale di riscaldamento globale (GWP) per l'allevamento di entrambe gli insetti, riferito alla produzione di 1 kg di proteine edibili, si attesta a 14 kg CO₂-eq, risultando più basso rispetto a quello delle produzioni di confronto (da un minimo di 19 kg CO₂-eq per la carne di pollo, a 175 kg CO₂-eq per quella di manzo). Gli autori hanno riportato che nell'allevamento di insetti anche il consumo di suolo (*land use*) è mediamente più basso (20 m²) rispetto a quello stimato per la produzione di latte (33-58 m²), carne di pollo (40-55 m²), di maiale (45-70 m²) e di manzo (145-255 m²). Inoltre, l'impiego complessivo di energia per l'ottenimento di 1 kg di proteina edibile (173 MJ) è risultato paragonabile a quello riportato in letteratura per la produzione della carne di maiale (92-240 MJ), inferiore a quello necessario per la produzione di carne bovina (181-277MJ), ma addirittura superiore a quello relativo alla produzione di latte (40-140MJ) e pollame (83-153MJ). Oonincx e De Boer (Oonincx and De Boer, 2012) sottolineano però che l'elevato

4_ Allevamento ed ecologia

consumo energetico osservato è dovuto in larga parte alla necessità di climatizzare i locali adibiti ad allevamento.

L'allevamento di insetti su larga scala è pratica abbastanza recente, eccezion fatta per l'apicoltura, la bachicoltura e l'allevamento di cocciniglie.

Più recentemente nuovi allevamenti d'insetti hanno preso piede per finalità non strettamente correlate alla nutrizione umana. Fra questi si annoverano:

- a. gli impollinatori (usati per l'impollinazione in serra): bombi (*Bombus* spp.) e api (*Apis* spp.);
- b. predatori e parassitoidi per il controllo biologico degli insetti dannosi: coccinella (*Hippodamia variegata*, *Adalia bipunctata*, *Cryptolaemus montrouzieri*);
- c. insetti per "pet food": *Grylloides sigillatus*, *Grillus bimaculatus*, *Tenebrio molitor*, *Locusta migratoria*, *Galleria mellonella*...

Nessuno degli allevamenti attualmente presenti può essere considerato realmente un allevamento su scala industriale; Van Huis ha definito l'allevamento industriale come quello che permette di raggiungere la produzione di 1 tonnellata di peso fresco per giorno (*Expert Consultation Meeting at Fao Headquarter, 2012*). L'allevamento industriale viene inoltre inteso come un processo in cui, a differenza degli allevamenti semi-domestici, le unità produttive non sono piccole e separate (alveari, piccoli tunnel per i bachi..), ma ampie e con una bassa densità di manodopera, in maniera da ottenere un'elevata concentrazione produttiva, che faccia ottimizzare gli spazi e utilizzare razionalmente le strutture.

La scelta della specie da allevare è quindi estremamente rilevante e non può prescindere da alcuni aspetti importanti (Capellozza and Saviane, 2015):

- la provenienza geografica della specie stessa. Infatti sarebbe un grave rischio per l'ecologia e la biodiversità di un'area l'introduzione di una specie aliena, legato anche a possibili fughe dall'allevamento stesso. Inoltre insetti non autoctoni potrebbero faticare a trovare nella zona di destinazione le idonee condizioni climatiche per il loro sviluppo ottimale, con conseguente scarso rendimento produttivo ed economico;
- lo scopo dell'allevamento stesso. Infatti, se viene progettato per produrre mangimi per animali, si può scegliere una specie che si alimenti su prodotti di scarto o prodotti secondari di altre filiere; se invece viene realizzato per l'alimentazione umana, il riutilizzo di materiali di scarto è più difficile. In entrambe i casi descritti è auspicabile che l'alimentazione degli insetti sia reperibile in loco, in quantità e qualità costanti, e controllata per quanto riguarda la presenza di pesticidi e antibiotici.

4_ Allevamento ed ecologia

- struttura sociale della popolazione preferibilmente gregaria, con comportamento non competitivo;
- dal punto di vista alimentare è preferibile una specie generalista, in grado di apprezzare e accettare una dieta artificiale;
- dal punto di vista produttivo: alto tasso di ovideposizione, breve ciclo di sviluppo, basso tasso di mortalità degli stadi giovanili;
- capacità di vivere ad alta densità di individui, con assenza di cannibalismo;
- elevato tasso di conversione del substrato alimentare in biomassa con elevati valori nutrizionali;
- ridotta vulnerabilità alle malattie e ai parassiti.

Principale elemento critico, per cercare di favorire l'introduzione dell'allevamento di insetti commestibili su larga scala, è legato alle limitate informazioni attualmente presenti in letteratura sulla biologia di molte specie utilizzate.

Un ulteriore elemento critico da tenere in considerazione riguarda la salubrità del substrato alimentare; infatti la presenza di contaminanti chimici o di agenti patogeni, che possono potenzialmente accumularsi ed essere veicolati nell'insetto, rappresenta un ulteriore elemento che necessita di essere indagato in dettaglio.

Un aspetto da valutare per favorire l'allevamento di insetti su larga scala è la necessità di individuare dei marcatori specifici, che non solo consentano di valutare il grado di sfruttamento dei substrati alimentari, ma che permettano anche di standardizzare le procedure di allevamento monitorando l'andamento della crescita dell'insetto. Questo approccio, ormai utilizzato di routine per molti degli altri animali che vengono tradizionalmente allevati per l'alimentazione umana, rimane un aspetto tuttora trascurato per quanto riguarda l'allevamento di insetti (Ciappellano *et al.*, 2015).

Infine le metodiche per la valutazione delle performance ambientali sono ancora ad una fase iniziale.

A fronte di tali criticità esistono già, in Europa, esempi di aziende che hanno sviluppato su scala industriale l'allevamento di specie di insetti quali *Hermetia illucens* e *Musca domestica*, mentre sul fronte della ricerca diversi progetti sono stati finanziati da agenzie nazionali o da programmi della Comunità Europea.

L'allevamento su scala industriale rappresenta quindi un'importante sfida per il prossimo futuro che richiede l'identificazione delle specie più adatte all'allevamento, a seconda del *pabulum* disponibile e del contesto territoriale in cui ci si trova ad operare, in modo da bilanciare gli obiettivi ecologici con le richieste sociali, culturali ed economiche (Ciappellano *et al.*, 2015).

5_ Aspetti nutrizionali

Per poter utilizzare correttamente gli insetti come fonte alimentare per l'uomo e per gli animali è indispensabile conoscere la loro composizione chimica in modo da poter ricavare utili informazioni per valutarne la sicurezza alimentare e il valore nutrizionale e monitorare eventualmente anche fattori come le pratiche di allevamento (Ciappellano *et al.*, 2015).

Di seguito saranno prese in considerazione alcune caratteristiche nutrizionali degli insetti, ma è necessario premettere che risulta difficile parlare in generale dei valori nutrizionali di un gruppo così esteso di animali. Le differenze esistono tra i vari ordini, ma anche tra specie, generi, stadio di sviluppo, dieta e condizioni ambientali (temperatura, umidità e fotoperiodo); ci limiteremo quindi a fare una panoramica generica sull'argomento.

PROTEINE

Negli ultimi anni molti studi hanno evidenziato l'elevato contenuto di proteine negli insetti edibili (Van Huis *et al.*, 2013; Rumpold and Schluter, 2013).

La qualità delle proteine e i valori nutrizionali sono determinati dalla composizione degli aminoacidi e dalla digeribilità della frazione proteica. I 20 aminoacidi proteinogenici (aminoacidi precursori delle proteine) sono classificati in essenziali e non essenziali. Nove devono essere introdotti attraverso la dieta in quanto non possono essere sintetizzati da precursori naturali in quantità sufficienti e sono detti per questa ragione aminoacidi essenziali (istidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano, e valina). Gli altri 11 aminoacidi proteinogenici sono definiti non essenziali in quanto possono essere sintetizzati dall'organismo partendo da altre sostanze (alanina, arginina, asparagina, acido aspartico, cisteina, acido glutammico, glutammina, glicina, tirosina, prolina e serina).

Il parametro che deve essere preso in considerazione per una corretta valutazione della qualità delle proteine è il rapporto tra aminoacidi essenziali (E) e non essenziali (N).

Secondo i criteri FAO/WHO $\frac{E}{E+N}$ deve raggiungere valori pari al 40% con $\frac{E}{N} = 0,6$ (FAO, 1989).

In accordo con il criterio proposto da FAO/WHO/EFSA il fabbisogno proteico in un uomo adulto è stato stimato a 0,66 g/kg/die (EFSA, 2012).

Il contenuto di proteine negli insetti, in molti casi, è superiore al 60% del peso secco. Per molte specie inoltre, si tratta di proteine di alto valore biologico, in quanto altamente digeribili e con un contenuto di aminoacidi essenziali che varia dal 46 al 96% (Ramos-Elorduy *et al.*, 1997), sebbene nella maggior parte degli insetti siano stati trovati limitati livelli di triptofano, lisina, isoleucina, treonina e aminoacidi aromatici (Ramos-Elorduy *et al.*, 1997; Bukkens, 2005).

Uno degli insetti più consumato in Cina è il baco da seta, il cui contenuto proteico è paragonabile ad altre fonti proteiche animali. Il rapporto tra aminoacidi essenziali e non essenziali è di circa 0,6 per pupa (Longvah *et al.*, 2011).

5_ Aspetti nutrizionali

La digeribilità proteica “in vitro” varia dal 77% al 98%, ed è inferiore nei preparati con esoscheletro per la presenza della chitina (Ramos-Elorduy *et al.*, 1997).

Il contenuto proteico degli insetti varia in base a diversi fattori tra cui la specie. Alcuni insetti presentano un contenuto proteico paragonabile a quello di mammiferi e pesci. Ad esempio, il contenuto proteico del manzo, analizzato tal quale, varia fra il 19% e il 26% in peso. Prendendo in esame un pesce come lo sgombro, i numeri sono simili: ogni 100 grammi di sgombro tal quale, si possono trovare fra i 16 e i 28 grammi di proteine. La quantità proteica offerta dalla carne di locuste e cavallette adulte (*Locusta migratoria*, *Acridium melanorhodon*, *Ruspolia differens*) è in linea con quelle appena considerate: fra i 13 e i 28 grammi per etto; valore analogo (14-25%) è riportato nelle larve del coleottero della farina (*Tenebrio molitor*) e nei grilli adulti (8%-25%). Le cavallette adulte centroamericane *Sphenarium purpurascens* invece presentano un contenuto proteico compreso fra il 35% ed il 48% (Vantomme *et al.*, 2012). Queste cavallette, molto note in Messico per via delle invasioni devastanti nei campi di mais e di fagioli, potrebbero dunque diventare una importante risorsa alimentare.

Il contenuto proteico dipende anche dall'alimentazione degli insetti. In Nigeria le cavallette, alimentate con la crusca, che contiene elevati livelli di acidi grassi essenziali, hanno quasi il doppio del contenuto proteico di quelle nutrite con mais. Il contenuto proteico degli insetti dipende inoltre dallo stadio della metamorfosi (Ademolu *et al.*, 2010): gli adulti di solito hanno un contenuto proteico superiore alle larve.

Se è corretto quindi affermare che gli insetti costituiscono un'ottima fonte proteica alternativa, è necessario, tuttavia, considerare la loro composizione, in relazione ai particolari fabbisogni di popolazioni con diete poco varie, per ottimizzare il contributo che questi possono apportare nel ridurre carenze importanti. Infatti l'aminoacido limitante varia molto secondo la specie. Nell'uomo, considerando la situazione alimentare mondiale, in genere la lisina rappresenta il primo aminoacido limitante a causa della sua scarsa presenza nei cereali più diffusi. In Messico, dove il mais è diffuso, il primato passa al triptofano; questo dimostra come la situazione possa variare in base alla dieta e alla disponibilità di cibo.

La frazione proteica degli insetti deve essere ulteriormente studiata per comprenderne meglio non solo il contenuto sul prodotto tal quale, che in qualche caso potrebbe essere stato sovrastimato, ma anche sul prodotto trasformato (sfarinati e prodotti derivati), con particolare attenzione a quegli aminoacidi che potrebbero andare in contro a degradazioni (Ciappellano *et al.*, 2015).

Infine devono essere valutate le proprietà tecnologiche: la stabilità termica, la solubilità, la capacità di formare gel, emulsioni o schiume e non ultimo le proprietà sensoriali (Ciappellano *et al.*, 2015).

FIBRE

Gli insetti offrono anche un elevato contenuto di fibre rappresentato dalla chitina (10% del peso secco dell'insetto) che è il maggior componente dell'esoscheletro.

Finke *et al.* (2005) stimano che il contenuto di chitina negli insetti allevati per produrre cibo destinato ad insettivori varia da 2,7 a 49,8 mg per kg nel prodotto fresco e da 11,6 a 137,2 mg per kg di sostanza secca.

Si sa poco circa gli effetti della chitina; gli studi presenti in letteratura indicano che la chitina abbia azione antimicrobica e possa presentare un effetto positivo sul sistema immunitario (Rumpold and Schluter, 2013). D'altra parte, potrebbe anche essere responsabile di innescare reazioni allergiche (Muzzarelli, 2010). Comunque si pensa che la chitina sia per lo più non digerita dall'organismo umano, anche se è stato osservato che alcuni soggetti possiedono chitinasi nei succhi gastrici. Le chitinasi sono più attive nelle popolazioni che vivono ai tropici e che sono solite nutrirsi d'insetti (il 20% degli Italiani ne è privo) (Muzzarelli, 2010). Tuttavia, è possibile eliminare la chitina prima del consumo e, secondo alcuni studi, ciò comporterebbe un migliore assorbimento delle proteine e una maggiore digeribilità (Van Huis *et al.*, 2013).

LIPIDI

Quasi tutte le specie di insetti apportano un contributo di energia compreso tra 370 e 570 Kcal/g di prodotto, ovvero hanno valori più alti di molti cibi di origine vegetale o animale che ingeriamo normalmente; solo la carne di maiale fornisce mediamente più calorie della maggior parte degli insetti. Questa considerazione è molto importante, in quanto assicura che gli insetti possano soddisfare la richiesta energetica per lo svolgimento delle varie attività umane (Ciapellano *et al.*, 2015).

La quantità di lipidi contenuta negli insetti è estremamente variabile, con un intervallo tra i 7 e i 77 g su 100 g di sostanza secca e il contributo di energia che apportano varia da 293 a 762 Kcal/g di prodotto (Ramos-Elorduy *et al.*, 1997). Gli stadi larvali di Lepidotteri, Coleotteri terrestri e Imenotteri e delle specie ometabole in generale (cioè quelle che presentano metamorfosi completa), sono molto ricche in acidi grassi (Van Huis *et al.*, 2013).

Anche il contenuto lipidico varia molto in funzione degli stessi fattori che influenzano il contenuto proteico; in particolare la qualità dei grassi negli insetti è strettamente correlata a quella della loro dieta (Bukkens, 2005). Solitamente gli insetti fitofagi hanno un ottimo contenuto di acidi grassi mono e polinsaturi, specialmente acido linolenico e linoleico (Womani *et al.*, 2009). Questi acidi grassi hanno effetto benefico sulla salute, specialmente sulle malattie croniche, sui lipidi plasmatici e sulle lipoproteine, diminuendo il colesterolo totale, il colesterolo cattivo o LDL-C e incrementando il rapporto HDL-C/LDL-C (Colesterolo

5_ Aspetti nutrizionali

buono/colesterolo cattivo). L'acido α -linolenico è un precursore naturale degli acidi grassi a catena lunga n-3 polinsaturi (PUFA), che contribuiscono a prevenire patologie umane quali malattie cardiovascolari, insufficienze renali e sclerosi multipla.

La carne della maggior parte degli animali domestici (ad esempio, il manzo), invece, contiene un'alta percentuale di acidi grassi saturi che hanno un effetto negativo sulla colesterolemia (soprattutto quelli a catena lunga).

La frazione lipidica, come composizione in acidi grassi, è stata ampiamente descritta in diverse specie di insetti ma, attualmente, non ci sono dati circa il contenuto di composti derivati dall'ossidazione lipidica. Bisognerebbe quindi valutarne la stabilità durante le fasi di trasformazione della materia prima, così come durante la conservazione dei prodotti derivati prendendo in esame anche i processi di conservazione (Ciappellano *et al.*, 2015).

Infine per quanto riguarda le proprietà sensoriali, sarebbe necessario effettuare un monitoraggio dell'ossidazione dei lipidi sia nella fasi di produzione di sfarinati e/o estratti, sia nella conservazione dei prodotti derivati (Ciappellano *et al.*, 2015).

MINERALI

I minerali svolgono un ruolo importante nei processi biologici. L'importanza del loro contenuto risulta particolarmente importante in aree dove la dieta ne risulta carente.

Nel caso degli insetti, operando una necessaria generalizzazione, è possibile affermare che possiedono un adeguato contenuto in minerali e spesso una percentuale molto alta di potassio, calcio, ferro e magnesio, che soddisfa il fabbisogno giornaliero umano (Bukkens, 2005 vedi tabella 1).

| ORDINE | Ca | P | Fe |
|--------------------|---------|---------|-------|
| <i>Lepidoptera</i> | 40-488 | 450-871 | 2-76 |
| <i>Coleoptera</i> | 18-208 | 96-488 | 8-14 |
| <i>Orthoptera</i> | 75-303 | 424-866 | 3-54 |
| <i>Hymenoptera</i> | 14-252 | 366-936 | 6-109 |
| <i>Isoptera</i> | 70-793 | 7-53 | |
| <i>Diptera</i> | 166-296 | 1.220 | 1.442 |

Tabella 1: Minerali (mg/100g di sostanza secca) contenuti nei principali ordini di insetti.
Source: Bukkens, 2005.

Alcune specie apportano considerevoli quantità di alcuni minerali specifici; per esempio *Imbrasia belina* è un eccellente fonte di ferro (Bukkens, 2005). La maggior parte degli insetti vantano valori di ferro uguali o maggiori di quelli contenuti nella carne di bovino (2,5 mg per 100 g di s.s.), *Imbrasia belina* presenta un contenuto di ferro compreso tra 31 e 77 mg per 100

g (Bukkens, 2005). Nelle locuste (*Locusta migratoria*) i valori di ferro riportati variano tra 8 e 20 mg per 100 g di s.s. in funzione della dieta (Oonincx *et al.*, 2010).

Gli insetti sono anche una buona fonte di zinco; la media in carne di bovini è di 12,5 mg per 100 g di s.s., mentre le larve di *Rhynchophorus phoenicis* ne contengono 26,5 mg per 100 g (Bukkens, 2005).

Anche se i livelli di alcuni minerali risultano interessanti, è necessario sottolineare che non ci sono studi relativi alla loro biodisponibilità, di conseguenza, sebbene alcuni autori sostengano che il consumo di insetti possa contribuire a diminuire stati carenziali nei paesi in via di sviluppo, risulta difficile definirne il ruolo rispetto alla copertura dei fabbisogni nell'uomo (Ciappellano *et al.*, 2015).

VITAMINE

Le vitamine sono ben rappresentate negli insetti, specialmente quelle del gruppo B (niacina, riboflavina e tiamina), anche se studi specifici sono insufficienti e dovrebbero essere approfonditi.

I livelli di tiamina (vit. B1) variano da 0,1 mg a 4 mg per 100 g di s.s., quelli di riboflavina (vit. B2) variano da 0,11 mg a 8,9 mg per 100 mg. A confronto, il pane integrale fornisce rispettivamente un apporto di 0,16 mg e 0,19 mg per 100 g di vitamina B1 e B2 (Bukkens, 2005). Anche la vitamina B12 è ben rappresentata negli insetti; le larve di *Tenebrio Molitor* ne contengono 0,47 g per 100 g, i grilli domestici (*Acheta domesticus*) 5,4 g per 100 g di adulti e 8,7 g per 100 g di ninfe. Tuttavia, molte specie presentano livelli molto bassi di vitamina B12, motivo per cui sono necessarie ulteriori ricerche per identificare gli insetti commestibili ricchi in vitamine del gruppo B (Bukkens, 2005; Finke, 2002).

In generale, gli insetti non rappresentano una buona fonte di vitamina A (Oonincx and Dierenfel, 2012). Al contrario il contenuto di vitamina E riportato in bachi da seta liofilizzati (*Bombyx mori*) è alto (9,65 mg per 100g) (Tong *et al.*, 2011), al punto da soddisfare i livelli giornalieri raccomandati: 100 g per un adulto e 20 g per un bambino di un anno (Cerdea *et al.*, 2005).

Oltre alla caratterizzazione della composizione chimica è necessario valutare gli **effetti che le trasformazioni tecnologiche** esercitano sui nutrienti (Ciappellano *et al.*, 2015). La ricerca alimentare ha indagato diffusamente il ruolo che i processi di trasformazione sia industriali, che casalinghi, svolgono sul valore nutrizionale degli alimenti. Alcune trasformazioni possono modificare il contenuto dei nutrienti, come ad esempio certe vitamine termolabili che si degradano in seguito a trattamenti termici, oppure possono influenzare la biodisponibilità dei nutrienti aumentandola, se interferenti negativi vengono degradati, oppure diminuendola, se il nutriente viene modificato rendendolo così non più assorbibile a livello intestinale. Tutte

5_ *Aspetti nutrizionali*

queste possibilità sono molto specifiche e dipendono da molti fattori come: la natura dell'alimento, la composizione e la struttura fisica della matrice alimentare e anche l'interazione alimento-soggetto.

Alcune di queste modificazioni possono avvenire anche a carico della matrice degli insetti edibili: in effetti, buona parte degli insetti commercializzati a scopi alimentari, sono sottoposti a processi di essiccazione o di estrazione, oppure vengono trattati con calore o fritti.

Tra i sistemi adottati per estendere la *shelf-life* degli insetti, nelle aree in cui vengono comunemente consumati, si annoverano la disidratazione (affumicatura o essiccazione all'aria o al sole) e la refrigerazione. Altre soluzioni utilizzate sono la trasformazione in prodotti *ready to eat* attraverso l'arrostimento o la frittura. La composizione bromatologica degli insetti può variare in funzione del processo di lavorazione utilizzato prima del consumo. Da un punto di vista puramente quantitativo, tali cambiamenti sono per la maggior parte attribuibili alla perdita di acqua (Ciappellano *et al.*, 2015).

In alcuni paesi (come lo Zambia) per estendere la conservabilità dei bruchi vengono applicati alcuni trattamenti preliminari quali: eviscerazione, arrostitimento, essiccazione e confezionamento. In Kenya, le termiti e le mosche vengono cotte in forno o a vapore oppure bollite e quindi trasformate in prodotti più accettabili come crackers, muffins, salsicce o polpettoni. Queste trasformazioni modificano il valore nutrizionale dei prodotti: ad esempio l'eviscerazione aumenta la percentuale del contenuto proteico e della digeribilità in vitro; la tostatura o l'essiccamento al sole, invece, diminuiscono la digeribilità proteica in vitro ed il contenuto vitaminico di termiti e cavallette (Van Huis, 2013)

Particolare attenzione va posta al contenuto in lipidi che, come descritto precedentemente, può essere particolarmente elevato. In generale nei paesi in cui gli insetti rappresentano un alimento consumato abitualmente, vengono essiccati, confezionati senza prestare particolare attenzione per limitare il contatto con l'ossigeno e vengono quasi sicuramente commercializzati senza considerare date di scadenza e modalità di conservazione del prodotto, oppure sono venduti addirittura direttamente trasformati, come gli insetti fritti. Tutti questi passaggi potrebbero potenzialmente danneggiare i lipidi, ma attualmente non ci sono studi al riguardo (Ciappellano *et al.*, 2015).

I processi di trasformazione degli insetti potrebbero rivestire maggiore importanza nei paesi occidentali dove esiste una scarsa accettabilità da parte del consumatore verso questi prodotti. Strategie di trasformazione della materia prima come processi di estrazione e purificazione, ad esempio della frazione proteica, potrebbero permettere l'utilizzo di alcuni prodotti derivati dagli insetti come ingredienti in prodotti alimentari di nuova formulazione.

5_ Aspetti nutrizionali

Si ricorda che gli insetti, oltre ad essere impiegati come fonte alimentare diretta, attualmente risultano impiegati anche **come mangime** per l'allevamento di specie zootecniche in sostituzione delle più tradizionali fonti proteiche quali soia, mais, colza, cereali e farine di pesce. Basti pensare che l'acquacoltura, in fase di forte espansione, richiede farine di pesce come mangime; questo impiego rappresenta circa il 10% del prodotto ittico mondiale, inteso sia come residuo della lavorazione di altro pesce, sia come pescato di piccola taglia. Ciò, oltre a costituire un alto costo per gli acquacoltori, provoca anche un depauperamento delle risorse marine (FAO, 2009). Il report dell'EFSA (EFSA, 2015) sottolinea che gli insetti non potranno sostituire al 100% le fonti tradizionali di proteine nell'alimentazione degli animali, ma potrebbero costituire una parte preponderante nella preparazione del *feed*.

6_ Entomofagia e aspetti sanitari

La riscoperta nel mondo occidentale del consumo di insetti come alimenti ha rapidamente catturato l'attenzione di imprenditori, consumatori e ricercatori favorendone il consumo, la produzione e la vendita e stimolando una crescente produzione di lavori scientifici che stanno formando un consistente corpus di conoscenze (Belluco *et al.*, 2015b).

Come illustrato nei capitoli precedenti, in letteratura si riscontrano numerose pubblicazioni che analizzano la composizione nutrizionale delle diverse specie di insetti commestibili (Rumpold and Schuelter, 2013; Van Huis *et al.*, 2013; Belluco *et al.*, 2013), la sostenibilità ambientale della produzione di insetti, (Oonincx and De Boer, 2012; Oonincx *et al.*, 2010) nonché numerosi studi volti ad indagare la percezione dei consumatori e il possibile impatto nel mercato (Caparros Megido *et al.*, 2013; Verbeke, 2015; Sogari, 2015). In contrapposizione a questo scenario promettente, se si vanno ad analizzare i potenziali pericoli degli insetti come fonte alimentare, si riscontrano un numero limitato di pubblicazioni scientifiche e ciò è dovuto allo scarso interesse che questa materia ha storicamente ricoperto nella comunità scientifica occidentale. Tale lacuna però non è stata del tutto compensata dal recente exploit dell'entomofagia, probabilmente legata ad una "dimenticanza consapevole" da parte degli stakeholders, maggiormente interessati ad indagare aspetti produttivi, nutrizionali e commerciali a discapito di quelli sanitari (Belluco *et al.*, 2015b).

L'elevato consumo di insetti in Africa, America latina, Asia e Australia, non è sufficiente a garantire la salubrità di tale pratica alimentare perché, il rischio derivante dal consumo degli alimenti dipende da numerose fattori sia individuali (stato immunitario, flora microbica, abitudini...) che a fattori legati all'esposizione e alle modalità di preparazione degli insetti. Inoltre, non risulta che siano stati effettuati studi sistematici sugli eventuali effetti avversi a breve o a lungo termine legati al consumo abituale di insetti nei paesi in via di sviluppo. Infine ciò che costituisce un rischio accettabile in alcune zone del mondo può non esserlo in altre (es. consumo di pesci della famiglia dei *Tetradontidae* vietati nell'Unione Europea ma largamente diffusi in Asia) (Belluco *et al.*, 2015b).

Scopo di questo capitolo è quello di descrivere le potenziali problematiche relative alle allergie, ai pericoli microbiologici, parassitari e chimici legati al consumo di insetti.

ALLERGIE

Diverse reazioni allergiche riconducibili al consumo di insetti sono state descritte in letteratura (Belluco *et al.*, 2013). I tipi di allergia possibili sono:

1. Allergia per contatto: studiata negli operatori di allevamenti che producono insetti. Può dare dermatite o eczema.
2. Allergia da puntura: riguarda il veleno iniettato da insetti come api, vespe e formiche che contengono allergeni in grado di scatenare shock anafilattico.

6_ Entomofagia e aspetti sanitari

3. Allergia inalatoria: dovuta all'ingresso di particelle nell'apparato respiratorio che possono causare rinite, congestione o asma e interessare gli operatori di allevamenti. Si ricorda che molte allergie, come quella "alla polvere", in realtà sono dovute ad acari o loro escrementi, che filogeneticamente sono vicini agli *Insecta*. Questo tipo di allergia è stato osservato per *Lepidoptera*, *Orthoptera*, *Coleoptera*, *Diptera*, *Ephemeroptera* e *Trichoptera* (Phillips and Burkholder, 1995).
4. Allergia alimentare: fenomeno scatenato dall'ingestione di insetti o alimenti che li contengono. Queste allergie sono state particolarmente studiate in Cina.

In Cina è stato stimato che circa 1.000 persone manifestano ogni anno reazioni anafilattiche conseguenti all'ingestione di larve di *Bombyx mori*, dato osservato anche in soggetti che consumano tali insetti per la prima volta (Ji *et al.*, 2009).

La comprensione di quelli che possono essere i rischi allergici e anafilattici legati al consumo di insetti è supportata da un articolo scientifico che passa in rassegna tutti i casi di shock anafilattico segnalati dal 1980 al 2007 in Cina e dovuti ad ingestione di alimenti (vedi Figura H) da parte di soggetti allergici.

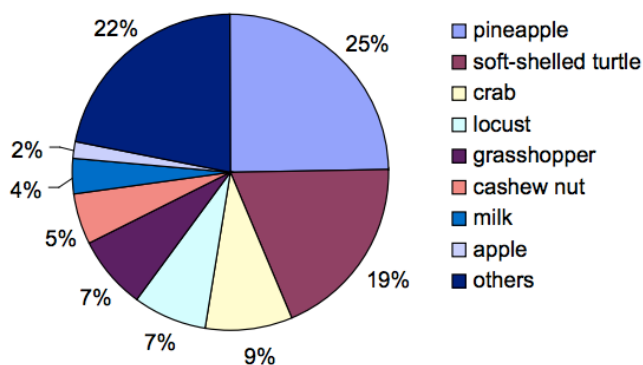


Figura H: Distribuzione di shock anafilattici causati da allergie nella letteratura cinese dal 1980 al 2007.

Source: Ji *et al.*, 2009.

Si evidenzia come gli insetti possano avere un ruolo importante che li pone tra gli alimenti nei confronti dei quali è necessaria un'attenzione particolare, insieme ad anacardi, ananas, granchi, latte, mele e tartarughe. Tra gli insetti, le cavallette occupano certamente una posizione di rilievo come fonte di allergeni pericolosi. La letalità di questo tipo di shock dipende dalla tempestività dell'intervento con adrenalina e può quindi essere notevolmente limitata (Ji *et al.*, 2009).

Sono stati inoltre descritti casi di shock anafilattico anche a seguito dell'ingestione di cavallette e grilli in Thailandia (Pener, 2014).

Nel 2012 in Malesia è stato segnalato un grave caso di allergia alimentare alla larva di *Rhynchophorus ferrugineus* che ha richiesto il ricovero ospedaliero di un turista che aveva consumato circa venti larve arrostate (Barre *et al.*, 2014).

Altro dato interessante riguarda il rosso carminio (E120), colorante estratto dal corpo essiccato

6_ Entomofagia e aspetti sanitari

di insetti femmina (*Dactylopius coccus* Costa/*Coccus cacti* L.) e utilizzato nell'industria alimentare, che è stato riconosciuto come causa di reazione allergiche e shock anafilattico (Dicello *et al.*, 1999; Kagi *et al.*, 1994).

Oltre alle allergie alimentari legate al consumo diretto di insetti sono stati riportati alcuni casi di allergie correlate al consumo di cibo contaminato da insetti e acari ("*Pancake Syndrome*"). Il consumo di frittelle preparate con farine contaminate con vari acari (*Aleuroglyphus ovatus*, *Dermatophagoides farinae*, *Blomia freemani*), nonostante gli allergeni coinvolti non siano ancora noti, è stato riconosciuto come causa di allergia alimentare (Barre *et al.*, 2014).

Infine deve essere presa in considerazione la reattività crociata tra allergeni di origine diversa. La tropomiosina e l'arginina kinasi infatti rappresentano proteine altamente conservate a livello filogenetico in diverse classi di artropodi e possono essere responsabili di reazioni crociate a seguito dell'ingestione di insetti in persone allergiche a crostacei o acari della polvere (Liu *et al.*, 2009; Verhoeckx *et al.*, 2014).

PERICOLI MICROBIOLOGICI

Le evidenze scientifiche, riguardanti i pericoli microbiologici associati al consumo di insetti, provengono raramente da studi specifici. La maggior parte dei dati deriva per lo più dallo studio degli insetti come vettori e da studi che valutano le specie che ecologicamente hanno più probabilità di ricoprire questo ruolo negli allevamenti (Wales *et al.*, 2010). Il ruolo di *Musca domestica* e *Alphitobius diaperinus* come vettori di *Salmonella* spp. e *Campylobacter* spp. è ampiamente dimostrato in letteratura (Agabou and Alloui, 2010; Holt *et al.*, 2007; Strother *et al.*, 2005; Templeton *et al.*, 2006) e contempla anche sierotipi rilevanti per la salute pubblica (*Salmonella enteritidis*) (Leffer *et al.*, 2010). Alcuni autori hanno evidenziato, in condizioni sperimentali, che *Campylobacter* spp. può sopravvivere limitatamente negli insetti (Strother *et al.*, 2005; Templeton *et al.*, 2006), mentre il coleottero *Alphitobius diaperinus* è in grado di eliminare *Salmonella* spp. in media per otto giorni (intervallo 6-12 giorni) e il 95% delle larve mantengono il batterio anche durante la metamorfosi (Crippen *et al.*, 2012).

È stata valutata anche una trasmissione transovarica di batteri patogeni dagli insetti adulti alla loro progenie (Davies and Breslin, 2003).

Numerosi studi hanno evidenziato che la flora microbica degli insetti è composta da batteri appartenenti a diversi generi tra cui: *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Bacillus*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Micrococcus*, *Lactobacillus* e *Acinetobacter* (Agabou and Alloui, 2010; Amadi *et al.*, 2005; Braide *et al.*, 2011; Giaccone, 2005). Inoltre è stato documentato che negli insetti allevati (*Tenebrio molitor*, *Acheta domesticus* e *Brachytrupes* spp.) possono essere isolati batteri sporigeni ed *Enterobacteriaceae* (Klunder *et al.*, 2012).

6_ Entomofagia e aspetti sanitari

Come tutti gli alimenti, gli insetti possono essere soggetti ad una contaminazione batterica, non solo durante gli stadi vitali, ma anche nelle fasi successive all'allevamento che precedono il consumo. Il decesso di cinque individui in Kenya è stato infatti ricondotto all'ingestione di termiti contaminate con *Clostridium botulinum* e conservate sottovuoto durante il trasporto (Nightingale and Ayim, 1980). Anche in Namibia il botulino è stato considerato il responsabile della morte di tre persone che avevano consumato un pasto a base di bruchi (Schabel, 2010).

Recentemente le autorità competenti per la sicurezza alimentare di Belgio e Olanda (FASFC, 2014) hanno elaborato alcuni dati, non ancora pubblicati, riguardanti la valutazione del rischio relativi all'emergente filiera di produzione degli insetti. Si descrivono elevate cariche di batteri aerobi, anaerobi ed *Enterobacteriaceae* in tarne della farina (*Tenebrio molitor*), locuste (*Locusta migratoria*) e larve morio (*Zophobas atratus*). I dati evidenziano la presenza di *Enterobacteriaceae* e batteri aerobi che, nella maggior parte dei campioni testati, supererebbe i criteri di accettabilità previsti dalla normativa vigente per le preparazioni di carni. Un dato rassicurante che emerge dalla valutazione del rischio effettuata in Olanda è l'assenza di patogeni quali *Salmonella*, *Clostridium perfringens*, *Vibrio* spp. E la presenza di *Bacillus cereus* in cariche inferiori a 100 CFU/g nel 93% dei campioni testati.

In alcuni studi sono stati messi in evidenza gli effetti di alcuni trattamenti termici sui patogeni eventualmente presenti negli insetti. L'ebollizione degli insetti (*Tenebrio molitor*, *Acheta domesticus* e *Brachytrupes* spp.) per 5 minuti si è confermata come un trattamento efficiente per eliminare le *Enterobacteriaceae*, ma non i batteri sporigeni. Gli insetti bolliti costituiscono un prodotto da conservare a temperatura di refrigerazione (5-7°C) che si mantiene stabile per 2 settimane. Un altro studio ha mostrato che l'ebollizione a 100°C per 8 minuti in grado di ridurre la carica microbica totale e le *Enterobacteriaceae* a valori inferiori a 10 cfu/g (FASFC, 2014).

L'arrostitimento da solo non si è dimostrato efficace nell'eliminazione totale delle *Enterobacteriaceae* e quindi dovrebbe essere accoppiato ad un'ebollizione di qualche minuto (Klunder et al., 2012).

Uno studio olandese condotto su 55 campioni di insetti liofilizzati ha evidenziato una carica aerobica totale maggiore di 10^6 cfu/g nel 59% dei campioni e una carica di *Enterobacteriaceae* maggiore di 10^3 cfu/g nel 65%. *Clostridium perfringens*, *Vibrio* spp. e *Salmonella* spp. non sono stati evidenziati e nel 93% dei casi *Bacillus cereus* è risultato inferiore a 100 cfu/g (Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority, 2014).

La fermentazione si è dimostrata in grado di inattivare le *Enterobacteriaceae* e mantenere i batteri sporigeni residui stabili e a livelli accettabili (Klunder et al., 2012).

PERICOLI PARASSITARI

Anche i parassiti rappresentano un possibile pericolo legato al consumo di insetti.

Il ruolo di alcuni insetti come vettori di infezioni protozoarie è noto come nel caso della malattia di Chagas o Tripanosomiasi americana. Recentemente, la via di trasmissione orale di questa infezione è stata rivalutata in seguito ad alcuni casi legati all'ingestione di alimenti contaminati da insetti (Pereira *et al.*, 2010). Gli insetti possono essere anche portatori di alcuni importanti patogeni di natura protozoaria come *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*, *Toxoplasma* spp. e *Sarcocystis* spp. (Graczyk *et al.*, 2005).

Altro interessante esempio di parassita trasmissibile da insetto a uomo è rappresentato da *Dicrocoelium dendriticum*. L'infezione sembra essere dovuta all'ingestione di formiche parassitate, mentre la "pseudo-infezione" è data dall'ingestione del fegato di bovini e ovini infetti. In un'area del Kirgizstan è stata riscontrata una prevalenza dell'8% anche se il test diagnostico utilizzato non è stato in grado di distinguere tra infezione e pseudo-infezione (Jeandron *et al.*, 2011).

Casi sporadici di infestazione dal nematode *Gongylonema pulchrum*, l'unico parassita del genere in grado di infettare gli esseri umani, sono stati descritti a seguito di consumo di coleotteri infetti con localizzazione sottocutanea a carico della cavità orale (Wilson *et al.*, 2001).

Lieviti e funghi sono stati isolati in considerevoli quantità in *Tenebrio molitor* e *Locusta migratoria* freschi, liofilizzati ed essiccati (FASFC, 2014).

Inoltre l'importanza di appropriate preparazione, manipolazione, essiccazione e conservazione è stata messa in evidenza da uno studio condotto su alcuni lotti commerciali di mopane (*Gonimbrasia belina*: *Saturniidae*) (Schabel, 2010). Dalla stessa specie, essiccata in laboratorio, sono stati isolati alcuni funghi dei generi *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium* tra cui anche specie in grado di produrre micotossine (Simpanya *et al.*, 2000)

PERICOLI CHIMICI

Per una corretta valutazione e gestione del rischio, l'identificazione di potenziali rischi tossicologici legati al consumo umano di insetti, deve considerare diversi aspetti, tra i quali la biologia della specie (ciclo vitale, metamorfosi, produzione endogena di sostanze velenose), le caratteristiche dell'allevamento e i successivi processi di trasformazione.

Per quanto riguarda gli **aspetti biologici**, non è possibile prescindere dall'identificazione della specie di interesse, né pensare a caratteristiche comuni che possono essere estese a tutte le

specie.

L'Autorità belga ha elencato 11 specie edibili presenti sul mercato belga dal 2011: tre specie di grillo, due di cavallette, due di lepidotteri e quattro di coleotteri. Questo scenario, seppur limitato, mostra una "biodiversità" paragonabile a quella degli animali normalmente allevati e consumati in Europa (FASFC, 2014) e non può essere semplificata utilizzando un'unica categoria di identificazione in riferimento alle enormi varietà della classe *Insecta*. Infatti le grandi differenze di anatomia, metabolismo e alimentazione esistenti nelle diverse specie di insetti sono potenzialmente rilevanti per la valutazione del rischio chimico, in quanto le eventuali differenze nella capacità di accumulare e/o metabolizzare sostanze tossiche rappresentano rischi a cui il consumatore può essere esposto. Ulteriore fattore che può influenzare l'esposizione a contaminanti è legato ai diversi tipi di regimi alimentari e metodi di allevamento che possono essere attuati.

Oltre alle diverse specie devono essere considerati anche i diversi stadi del ciclo vitale (adulto, larva, uova), di interesse commerciale e alimentare. Le differenze tra larve e adulti possono ripercuotersi negli aspetti di sicurezza alimentare, possono riguardare sia la produzione di sostanze endogene (per esempio, allergeni), sia la capacità di metabolizzare sostanze tossiche. Inoltre, come è noto, alcuni insetti possono produrre sostanze tossiche prevalentemente a scopo difensivo, come alcoli, aldeidi e fenoli. Queste sostanze, irritanti a livello locale, possono in alcuni casi avere una tossicità sistemica, come nel caso di alcaloidi, steroidi o chinoni cancerogeni prodotti dai coleotteri. La possibile presenza dei chinoni è legata allo stadio biologico, in quanto essi vengono prodotti solo dagli individui adulti, ma non dalle larve che spesso rappresentano lo stadio edibile.

L'attuale mancanza legislativa di "limiti di tolleranza", legati all'assunzione di sostanze tossiche "endogene", implica che le specie di insetti o gli stadi biologici che producono tali sostanze non dovrebbero essere allevati per produrre alimenti o mangimi (Belluco *et al.*, 2015b). In alternativa, efficaci procedure di rimozione delle sostanze tossiche andrebbero validate e applicate di routine all'interno di un programma HACCP (Belluco *et al.*, 2015b).

Oltre agli aspetti biologici, anche gli **aspetti legati all'allevamento** meritano un'attenta considerazione. Infatti, l'eventuale presenza di sostanze esogene (pesticidi, inquinanti lipofili, residui di farmaci ecc.) dipende sia dalle caratteristiche metaboliche dell'insetto allevato, che dalle metodologie di allevamento.

Il bioaccumulo di elementi tossici, come il piombo e il cadmio, sembra il rischio tossicologico più evidente per la sicurezza di alimenti e mangimi. Uno studio recente ha dimostrato il possibile bioaccumulo di metil-mercurio (MeHg) nelle libellule, con significative differenze tra

6_ Entomofagia e aspetti sanitari

le specie e gli stadi biologici, e una conseguente alta probabilità di trasferire notevoli quantità di MeHg ai loro predatori (Buckland- Nicks *et al.*, 2014).

Il problema del bioaccumulo di elementi tossici può essere particolarmente evidente quando gli insetti sono alimentati con residui organici e materiali affini. Sulla base dei dati disponibili, il bioaccumulo di elementi tossici può essere particolarmente elevato in alcuni tessuti (esoscheletro, sistemi riproduttivo e digestivo) e può variare in modo significativo con gli stadi biologici e le mute. Considerando la rilevanza per la sicurezza dei consumatori, la presenza di elementi tossici negli insetti edibili e nei loro prodotti è un aspetto di primaria importanza che deve essere approfondito con ulteriori studi.

Una questione correlata è rappresentata dal possibile accumulo, a partire da substrati alimentari, di alcuni elementi nutritivi essenziali a dosi molto basse, ma tossici se assunti in dosi superiori (selenio, cobalto, molibdeno, etc.). Diversi studi ecotossicologici mostrano la capacità di alcuni insetti erbivori di accumulare elementi come rame, molibdeno e zinco (Mann *et al.*, 2011). Per tali elementi sono già in vigore nell'UE livelli massimi autorizzati nei mangimi. Tuttavia, ulteriori ricerche sono necessarie per valutare se i livelli attuali sono appropriati anche per l'alimentazione degli insetti edibili.

Oltre al metilmercurio, anche altri inquinanti con notevole potenziale tossico (composti organostannici e perfluoroalchilici) possono concentrarsi in alcuni membri del Phylum *Arthropoda*, come i crostacei marini edibili. È importante verificare l'eventuale presenza di tali composti anche in substrati usati per l'allevamento o nell'allevamento stesso per determinare la possibile concentrazione anche negli insetti.

Alcuni insetti edibili come le cavallette e i tenebrioni sono alimentati completamente o in parte con vegetali freschi. I residui di pesticidi, presenti in tali verdure entro i limiti massimi di residui stabiliti per i consumatori, potrebbero danneggiare la salute degli insetti allevati. In condizioni sperimentali le larve di tenebrioni hanno mostrato uno scarso bioaccumulo del triazolo epossiconazolo (LV *et al.*, 2014) ma sono stati in grado di accumulare il fenilamide metalaxil (Gao *et al.*, 2013). Come nei vertebrati, il potenziale di bioaccumulo è in parte dovuto alle proprietà chimiche di un dato pesticida. Tuttavia, non ci sono informazioni sull'eventuale capacità di insetti edibili di bioaccumulare residui di pesticidi. L'utilizzo di vegetali freschi può comportare inoltre l'esposizione a sostanze tossiche naturali di notevole importanza per la salute degli insetti, quali micotossine o alti livelli di sostanze bioattive vegetali (glucosinolati, isoflavoni, tannini).

Infine, il potenziale assorbimento di metalli tossici e di altri inquinanti attraverso l'ambiente di allevamento (polvere, lettiera) non è stato ancora analizzato e questa tematica dovrebbe essere approfondita.

6_ Entomofagia e aspetti sanitari

Analogamente agli altri animali allevati per produrre alimenti, anche gli insetti possono richiedere trattamenti farmacologici per contrastare eventuali infezioni. Antibiotici, fungicidi e farmaci anti-protozoari potrebbero essere utilizzati per effettuare i trattamenti necessari. Tuttavia, non vi sono dati per valutare le dosi massime di trattamento, i livelli massimi di residui e i tempi di sospensione.

Infine, devono essere valutati i **processi di trasformazione** e quindi il tipo di prodotto che si vuole ottenere. Se si tratta di prodotti derivati (farine, estratti di proteine, grassi, etc.) bisogna considerare il relativo bioaccumulo. Ad esempio, gli insetti potrebbero di per sé, avere un modesto potere di bioaccumulo degli inquinanti lipofili (diossine, PCB, PBDE, etc.), tali concentrazioni potrebbero, tuttavia, aumentare notevolmente nei grassi estratti (Belluco *et al.*, 2015a).

La recente Opinion dell'EFSA (EFSA, 2015) mette a confronto i potenziali pericoli microbiologici, chimici e allergenici connessi all'uso di insetti come fonte di cibo per l'uomo (*food*) e alimento per animali d'allevamento (*feed*) con quelli associati alle usuali fonti di proteine alimentari.

La presenza di pericoli microbiologici e chimici è legata ai metodi di produzione ossia al così detto "substrato" con cui vengono nutriti, alla fase del ciclo vitale nella quale vengono raccolti e consumati, alla specie e alle metodiche per la loro trasformazione.

Gli esperti hanno evidenziato che la potenziale insorgenza di pericoli microbiologici per gli insetti non trasformati è prevedibilmente simile a quella associata ad altre fonti di proteine non trasformate, nel caso in cui gli insetti vengano nutriti con mangimi attualmente autorizzati. I dati relativi al possibile trasferimento di contaminanti chimici dal substrato agli insetti sono invece ancora limitati per trarre delle conclusioni.

L' EFSA prende in considerazione anche altri eventuali pericoli associati all'allevamento su substrati quali rifiuti di cucina, deiezioni umane e reflui zootecnici. Gli esperti suppongono che la probabilità di comparsa di prioni (responsabili della BSE e TSE nel bestiame e la malattia Creutzfeldt-Jakob nell'uomo) sia uguale o inferiore se il substrato non comprende proteine ricavate da deiezioni umane e di ruminanti.

7_ Legislazione veterinaria

L'interesse legato al consumo e alla commercializzazione di insetti ad uso alimentare sta diventando sempre più crescente.

A livello europeo, nel corso degli ultimi cinque anni, sono stati attivati diversi progetti, finanziati da enti pubblici e privati o da fondazioni, che hanno studiato il miglior modo per introdurre gli insetti nella dieta ed hanno previsto il coinvolgimento di più gruppi di ricerca con competenze multidisciplinari (Ciappellano *et al.*, 2015).

Rispetto a solo pochi anni fa, la disponibilità di insetti commestibili è cresciuta in modo esponenziale e questo boom sembra essere solo all'inizio.

Nonostante questa situazione promettente devono essere affrontati due limiti principali che sembrano ostacolare l'introduzione degli insetti nel mercato europeo. Innanzitutto, il sentimento di repulsione e disgusto che il consumo di questa nuova fonte alimentare suscita nella maggior parte dei Paesi occidentali; in secondo luogo, la mancanza di una legislazione chiara in grado di regolamentare questo nuovo alimento, scoraggia le aziende interessate alla produzione e vendita di insetti come alimento. Il più grande ostacolo per gli insetti che vorrebbero entrare all'interno della catena alimentare dell'Unione Europea è legato quindi ai vincoli legislativi.

In sede di elaborazione della vigente legislazione alimentare (pacchetto igiene) non sono state previste sezioni riguardanti l'uso degli insetti come possibile fonte alimentare per l'uomo (Heinimaa and Trunk, 2014). Inoltre, la normativa UE sui prodotti alimentari segue il principio di precauzione di cui all'articolo 7 del Regolamento (CE) 178/2002, che stabilisce i principi e i requisiti generali della legislazione alimentare, in cui si afferma che: *“qualora, in circostanze specifiche a seguito di una valutazione delle informazioni disponibili, venga individuata la possibilità di effetti dannosi per la salute legata al consumo di nuovi alimenti ma permanga una situazione d'incertezza sul piano scientifico, possono essere adottate le misure provvisorie di gestione del rischio necessarie per garantire il livello elevato di tutela della salute che la Comunità persegue, in attesa di ulteriori informazioni scientifiche per una valutazione più esauriente del rischio”*. L'uso alimentare richiede quindi l'accertamento preventivo della sicurezza per la successiva autorizzazione alla commercializzazione.

Come ampiamente descritto in alcuni lavori scientifici (Belluco *et al.*, 2013; Belluco *et al.*, 2015a, EFSA, 2015) il consumo di insetti può portare a rischi come allergie, pericoli microbiologici e chimici.

La mancanza di disposizioni legislative specifiche per la produzione e la vendita di insetti commestibili ha comportato una situazione complessa infatti la mancanza di un'armonizzazione all'interno dell'Unione Europea ha portato a diversi comportamenti tra gli Stati membri.

Scopo di questo capitolo è quello di analizzare l'attuale legislazione UE in materia di insetti commestibili.

Regolamento (CE) 258/1997

Le normative europee circa il consumo di insetti per uso alimentare sono piuttosto chiare e restrittive: gli insetti rientrano nella definizione di *Novel Food* (Reg. (CE) 258/1997) ovvero tutti quei prodotti e sostanze alimentari per i quali non è dimostrabile un consumo significativo all'interno dell'Unione Europea prima del 15 Maggio 1997.

Nell'ottica del legislatore il consumo pregresso e significativo di un alimento che non ha fatto emergere effetti sfavorevoli rappresenta una prova di sicurezza. Quindi, in assenza di tale requisito, è necessario accertare la sicurezza alimentare attraverso l'applicazione del regolamento, anche se gli alimenti e/o gli ingredienti sono già in commercio al di fuori dell'UE. Questa norma possiede il duplice aspetto di non consentire da una parte la commercializzazione "*tout court*" di prodotti e sostanze alimentari privi di storia di consumo sicuro a livello comunitario e dall'altro di offrire comunque la possibilità di immettere il *Novel Food* sul mercato comunitario, previa autorizzazione. Le procedure per richiedere l'autorizzazione di un *Novel Food*, sono piuttosto complesse. La domanda deve essere presentata ad uno Stato membro, che prepara, sulla base della valutazione scientifica della documentazione presentata, una "relazione di valutazione iniziale", da inoltrare alla Commissione UE. La Commissione provvede a trasmettere detta relazione agli altri Stati membri per raccogliere eventuali osservazioni o obiezioni motivate. Alle obiezioni motivate, quasi sempre formulate, il richiedente è tenuto a rispondere, e i nuovi dati prodotti sono di nuovo valutati e, se non ritenuti sufficienti, si acquisisce il parere dell'EFSA. L'atto finale è una decisione di autorizzazione (oppure di diniego) pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale della Unione Europea. La procedura non fa distinzioni tra prodotti effettivamente innovativi e quelli che, invece, hanno già una storia di consumo sicuro nel Paese terzo di provenienza, e prevede, inoltre, un'autorizzazione "nominativa" destinata al solo soggetto richiedente. Per commercializzare un prodotto già autorizzato, un eventuale secondo richiedente deve infatti avviare una nuova procedura. In alcuni casi però la procedura è semplificata e consiste nel riconoscimento della "sostanziale equivalenza" del prodotto a quello già autorizzato.

Rispetto ai vegetali, i prodotti di origine animale che sono stati approvati come "*Novel food*" sono in numero minore. Alcuni esempi di prodotti di origine animale approvati sono: i peptidi di pesce (*Sardinops sagax*), la lattoferrina bovina e l'olio di krill (Decisione della commissione 2009, 2011, 2012). Tra il 1997 e il 2014 sono state presentate circa 180 domande di

7_ Legislazione veterinaria

autorizzazione in tutta l'Unione europea, per una media di 7-10 domande all'anno. Finora è stato autorizzato l'uso di circa 80 nuovi prodotti alimentari.

La Commissione europea (CE) ritiene che gli insetti debbano essere considerati *Novel Food* anche se non sono specificamente menzionati nel Regolamento (Heinimaa and Trunk, 2014). Tuttavia, alcuni Stati membri ritengono che gli insetti commercializzati interi possano essere esclusi dal campo di applicazione del Regolamento. Questo perché, ai sensi dell'articolo 1 del Reg. 258/1997, i *Novel Food* che rientrano nella categoria "e": "*prodotti e ingredienti alimentari costituiti da vegetali o isolati a partire da vegetali e ingredienti alimentari isolati a partire da animali*" non includono gli insetti interi. La categoria comprende infatti prodotti e ingredienti alimentari "isolati da animali" e non "comprensivi di animali". Quindi, in base a una interpretazione letterale, gli insetti interi sarebbero al di fuori del campo di applicazione del regolamento sui *Novel Food*. Quanto descritto è stato applicato dal Belgio.

A partire dal mese di settembre 2014, l'Agenzia federale per la sicurezza alimentare (FASFC) belga ha approvato una circolare concernente l'allevamento, la commercializzazione e l'uso di dieci specie di insetti come ingredienti alimentari. Attraverso questa circolare è possibile in Belgio allevare e commercializzare insetti e alimenti a base di insetti per consumo umano ma non esportarli (FASFC 2014). In Belgio non è stata pubblicata nessuna legislazione nazionale specifica per le dieci specie di insetti approvate, tuttavia, secondo la circolare belga (PCCB/S3/ENE/KBE/1.158.552), qualsiasi prodotto di questo tipo deve essere conforme alle disposizioni alimentari in materia di igiene per i prodotti di origine animale. Sono incluse quindi procedure di sicurezza alimentare generali come: buone pratiche di igiene, tracciabilità, etichettatura e organizzazione di un sistema di autocontrollo basato sui principi del sistema HACCP.

Regolamento (UE) 2015/2283

La principale novità legata agli insetti edibili è l'approvazione del Reg. (UE) 2015/2283, in vigore dallo scorso gennaio ma applicabile dal 1 gennaio 2018. L'ambito di applicazione del regolamento resta in linea di principio lo stesso del Reg. (CE) 258/1997, ma, considerando gli sviluppi scientifici e tecnologici avvenuti dal 1997, sono state riviste, chiarite e aggiornate le categorie di alimenti che costituiscono "*Novel Food*". Tali categorie includono ora esplicitamente anche gli insetti interi e le loro parti.

Intenzione del nuovo regolamento è di rendere più efficiente la procedura di autorizzazione, consentire una distribuzione più rapida di prodotti alimentari sicuri e innovativi ed eliminare inutili ostacoli agli scambi, garantendo nel contempo un elevato livello di sicurezza per il consumatore. E' stato creato un sistema di autorizzazione centralizzato con lo scopo di

7_ Legislazione veterinaria

consentire una maggiore certezza ai richiedenti che intendono ottenere un'autorizzazione per un nuovo prodotto alimentare, semplificando e velocizzando il processo di autorizzazione soprattutto per i prodotti con storia di consumo sicuro nel Paese di provenienza.

Il Regolamento prevede due processi distinti per l'autorizzazione all'immissione sul mercato dell'Unione di un nuovo alimento.

Gli alimenti frutto di innovazione tecnologica considerati "*Novel Food*" in senso stretto (es. alimenti con una struttura molecolare nuova o volutamente modificata, alimenti costituiti, isolati o prodotti a partire da colture cellulari o da tessuti derivanti da piante, microorganismi, funghi o alghe ...) seguono un percorso autorizzativo, alla sezione I capo III, in cui il richiedente indirizza la propria domanda direttamente alla Commissione e la valutazione del rischio viene effettuata dall'EFSA. Unitamente alla domanda di autorizzazione, il richiedente deve produrre la documentazione e le prove scientifiche attestanti che il nuovo prodotto alimentare non presenti rischi associati alla sicurezza per la salute umana. Una volta ricevuta la domanda di autorizzazione, la Commissione può richiedere all'EFSA di emettere un suo parere in merito alla sicurezza del nuovo prodotto alimentare. Nell'effettuare la propria valutazione l'EFSA deve considerare se:

- la sicurezza del nuovo alimento in esame sia pari a quella degli alimenti che rientrano in una categoria comparabile già presente sul mercato dell'Unione;
- la composizione del nuovo alimento, e le condizioni d'uso, non presentino rischi associati alla sicurezza per la salute umana nell'Unione;
- nel caso in cui il nuovo alimento sia destinato a sostituirne un altro, non ne differisca in maniera tale da rendere il suo normale consumo svantaggioso per il consumatore sul piano nutrizionale.

Per i prodotti tradizionali provenienti da un Paese terzo, il Regolamento (UE) 2015/2283 prevede, alla sezione II del capo III, una procedura semplificata di autorizzazione basata su una procedura di notifica in carico alla Commissione sottoposta ad eventuali obiezioni mosse dall'EFSA e dagli altri Stati membri.

Diversamente, il Regolamento (CE) 258/1997, dettava un unico sistema di valutazione della sicurezza valido sia per gli alimenti frutto di innovazione tecnologica, sia per quelli tradizionali provenienti da Paesi terzi. Questa ingiusta equiparazione ha fatto sì che l'immissione sul mercato dell'Unione dei prodotti di Paesi terzi sia stata subordinata al rispetto di requisiti di sicurezza che si rivelavano, nella maggior parte dei casi, non commisurati ai potenziali rischi.

7_ Legislazione veterinaria

La normativa del 2015 tenta, pertanto, di risolvere il problema, stabilendo che l'immissione sul mercato dell'Unione di prodotti alimentari tradizionali provenienti da Paesi terzi debba essere agevolata in presenza di un uso alimentare sicuro storicamente comprovato.

Nel Regolamento (UE) 2015/2283 infatti, la definizione di *Novel Food* non è stata modificata; di conseguenza il concetto di "*storia di uso sicuro come alimento in un paese terzo*" e di "*misura significativa*" sono rimasti invariati così come il limite del 15 maggio 1997. Tuttavia, gli "*alimenti provenienti dai Paesi terzi*" considerati *Novel Food* nell' UE dovrebbero essere considerati alimenti tradizionali da Paesi terzi solo se derivati dalla produzione primaria, come definito nel Regolamento (CE) 178/2002, a prescindere che siano trasformati o non trasformati. Per capire completamente questa definizione è necessario fare riferimento alla definizione di "*produzione primaria*" (ai sensi dell'articolo 3 del Reg. (CE) 178/2002), ossia "*tutte le fasi della produzione, dell'allevamento o della coltivazione dei prodotti primari, compresi il raccolto, la mungitura e la produzione zootecnica precedente la macellazione e comprese la caccia e la pesca e la raccolta di prodotti selvatici*". Questa definizione si adatta bene agli insetti destinati al consumo umano in quanto comprende sia gli insetti allevati sia gli insetti raccolti ed i relativi prodotti.

La procedura per autorizzare l'immissione sul mercato dell'UE di un prodotto alimentare a base di insetti, riassunta nel diagramma di flusso (Figura H), è avviata in seguito alla presentazione di una notifica di tale intenzione alla Commissione da un richiedente (operatore del settore alimentare (OSA), gruppi commerciali, stato membro, paese terzo). La domanda di autorizzazione deve contenere:

- il nome e il domicilio del richiedente;
- il nome e la descrizione dell'alimento tradizionale;
- la composizione dettagliata dell'alimento tradizionale;
- il paese o i paesi d'origine dell'alimento tradizionale;
- la documentazione relativa alla storia di uso sicuro come alimento in un Paese terzo;
- una proposta relativa alle condizioni d'uso previsto e ai requisiti specifici di etichettatura per non indurre in errore i consumatori o una motivazione verificabile che illustri le ragioni per cui tali elementi non sono necessari.

Il richiedente dopo la presentazione della notifica alla Commissione dovrà attendere eventuali obiezioni, formulate dell'EFSA o da altri Stati membri, relative alla sicurezza all'immissione sul mercato dell'UE dell'alimento. Queste obiezioni legate alla sicurezza alimentare devono essere motivate e basate su evidenze scientifiche, in quanto i nuovi alimenti, per essere inseriti nell'elenco dei nuovi alimenti autorizzati dall'UE, non dovrebbero costituire un rischio per la salute umana. In assenza di obiezioni relative alla sicurezza, la Commissione autorizza

7_ Legislazione veterinaria

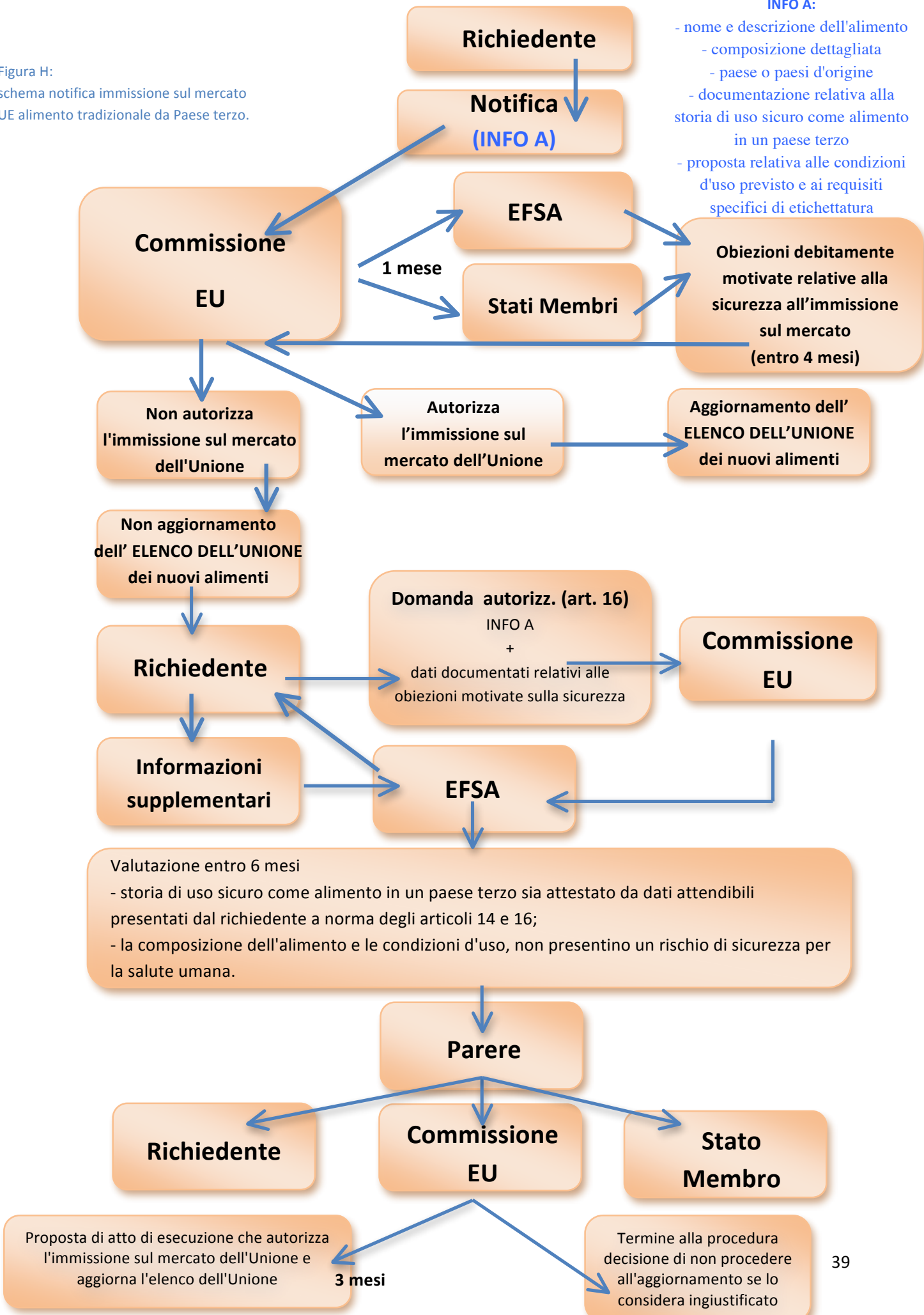
l'immissione sul mercato dell'Unione dell'insetto, tradizionalmente consumato in Paesi terzi, e aggiorna senza indugio l'elenco dell'Unione.

Viceversa, in caso di obiezioni, il richiedente potrà presentare una domanda alla Commissione comprensiva di ulteriori dati ed informazioni in merito alle obiezioni presentate (articolo 16).

Inoltre è utile puntualizzare che il Regolamento (UE) 2015/2283 riconosce al richiedente, che intende immettere sul mercato dell'Unione un alimento tradizione di un Paese terzo, la semplice facoltà (e non l'obbligo) di seguire la procedura più rapida, anziché quella dettata dall'art. 10 (sezione I capo III) in generale per i *Novel Food*.

7_ Legislazione veterinaria

Figura H:
schema notifica immissione sul mercato
UE alimento tradizionale da Paese terzo.



7_ Legislazione veterinaria

Nel valutare la sicurezza di un alimento tradizionale da un Paese terzo, l'EFSA considera se la storia di uso sicuro come alimento in un Paese terzo sia attestata da dati attendibili presentati dal richiedente. Tali alimenti dovrebbero *“essere stati consumati in almeno un paese terzo per almeno 25 anni nella dieta abituale di un numero significativo di persone. Inoltre tale storia di uso sicuro come alimento non dovrebbe comprendere gli usi non alimentari o gli usi non collegati a una dieta normale”*.

Il concetto di **"prodotto tradizionale"** non è una novità per la legislazione europea, infatti in base al Regolamento (CE) 506/2009, relativo alle specialità tradizionali garantite dei prodotti agricoli e alimentari, per *“tradizionale”* si intende un *“uso sul mercato comunitario attestato da un periodo di tempo che denoti un passaggio generazionale; questo periodo di tempo dovrebbe essere quello generalmente attribuito ad una generazione umana, cioè almeno 25 anni”*.

Se il concetto di **“dieta normale”** si riferisce ad un consumo regolare di una dieta che è stata (in qualche modo) definita come standard per i membri di una specifica popolazione (iniziativa UNCTAD / BioTrade Neville Craddock 2005), è ragionevole supporre che il consumo di insetti nella UE non si adatterebbe a tale definizione.

L'ultimo termine da analizzare nel contesto della storia di uso sicuro è **“numero significativo della popolazione”**. Tale definizione non dà un'idea di un numero preciso di persone che consumano l'alimento all'interno della popolazione basti pensare che un prodotto in un paese popoloso potrebbe essere consumato da più persone rispetto a un prodotto consumato da tutta la popolazione di un paese piccolo (Constable *et al.* 2007).

Nella valutazione della sicurezza di un alimento tradizionale in un Paese terzo l'EFSA valuta inoltre se la composizione dell'alimento e le condizioni d'uso non presentano un rischio di sicurezza per la salute umana nell'UE e se, l'alimento tradizionale di un Paese terzo fosse destinato a sostituirne un altro, l'EFSA dovrà valutare che non differisca da quest'ultimo in maniera tale da rendere il suo normale consumo svantaggioso per il consumatore sul piano nutrizionale (articolo 17).

Il Regolamento (UE) 2015/2283 ricorda che i *Novel food* sono soggetti ai **requisiti di etichettatura** stabiliti nel Regolamento (UE) 1169/2011, nonché ad altri requisiti di etichettatura pertinenti stabiliti dalla legislazione alimentare. In alcuni casi potrebbe essere necessario fornire informazioni aggiuntive in etichettatura, in particolare per quanto riguarda la descrizione dell'alimento, la sua origine, la sua composizione o le condizioni d'uso previste per garantire che i consumatori siano sufficientemente informati sulla natura e sulla sicurezza del nuovo alimento, in particolare per quanto riguarda i gruppi vulnerabili della popolazione. In etichetta dovrebbe essere infatti indicata la possibile responsabilità di reazioni crociate in

7_ Legislazione veterinaria

persone allergiche a crostacei o acari della polvere (Verhoeckx *et al.* 2014). Queste informazioni, anche se non è obbligatorie, sarebbero utili per mettere al corrente il consumatore che si avvicina a questa nuova risorsa alimentare.

La Commissione può prevedere inoltre obblighi di **monitoraggio** successivi all'immissione sul mercato al fine di assicurare che il nuovo alimento rientri nei limiti di sicurezza stabiliti nella valutazione del rischio dall'EFSA.

Un'ulteriore novità rispetto al testo del 1997 è rappresentata dall'articolo 6 del Regolamento (UE) 2015/2283, in base al quale i *Novel food* autorizzati dalla Commissione vengono iscritti in un **apposito elenco** e solamente quelli inseriti potranno legittimamente essere immessi sul mercato dell'Unione. Al fine di incoraggiare e favorire la trasparenza, l'elenco dei nuovi prodotti alimentari deve essere disponibile al pubblico e facilmente accessibile (considerando n. 21).

Una delle più rilevanti differenze rispetto al regolamento del 1997 è rappresentata dal **carattere generale**, e non più individuale, **delle autorizzazioni**. Conseguenza pratica di ciò è che la procedura semplificata prevista dal Regolamento (CE) n. 258/97 per i prodotti sostanzialmente equivalenti ad un nuovo alimento (o ingrediente) già autorizzato non ha più ragione di esistere, bastando l'autorizzazione rilasciata al "primo" richiedente per legittimare l'immissione in commercio dei *Novel food* ad esso assimilabili. Tuttavia, per favorire l'innovazione nell'industria alimentare dell'Unione e soltanto in casi debitamente giustificati, in deroga all'autorizzazione generica è possibile rilasciare autorizzazioni individuali.

Per concludere l'analisi delle più significative novità introdotte dal regolamento del 2015, non si può trascurare l'esplicito riferimento, contenuto nel considerando n. 20, al principio di precauzione: affinché possano essere autorizzati ed immessi sul mercato dell'Unione, i nuovi prodotti alimentari devono essere sicuri; tuttavia, se la loro sicurezza non può essere dimostrata e persiste in merito una situazione di incertezza scientifica, dovrà applicarsi il principio di precauzione di cui all'art. 7 del Regolamento (CE) 178/2002.

Una volta ammessi legalmente sul mercato UE, qualunque sia stato il percorso seguito, gli insetti commestibili dovrebbero essere adeguatamente inquadrati all'interno della legislazione alimentare vigente. Gli insetti potrebbero essere compresi all'interno della definizione di "*prodotti d'origine animale*" riportata nell'allegato I punto 8.1 del Regolamento (CE) 853/2004. Nel suddetto regolamento la definizione di prodotti di origine animale comprende anche "*altri animali destinati ad essere forniti vivi al consumatore finale, che vanno trattati conformemente a tale utilizzo*". Da quanto riportato si evince che gli insetti quindi possono

rientrare nella definizione di prodotto di origine animale, se forniti vivi al consumatore finale o se utilizzato per la produzione di alimenti.

Quindi, se approvati per il consumo umano, gli insetti dovrebbero essere definiti e regolamentati dai Reg. (CE) 853/2004 (che stabilisce norme specifiche in materia di igiene per gli alimenti di origine animale), Reg. (CE) 854/2004 (che stabilisce norme specifiche per l'organizzazione di controlli ufficiali sui prodotti di origine animale destinati al consumo umano), Reg. (CE) 2073/2005 (sui criteri microbiologici applicabili ai prodotti alimentari) e dal Reg. (CE) 1881/2006 (che definisce i tenori massimi di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari) attraverso opportune modifiche.

Ulteriori norme che dovrebbero essere prese in considerazione per eventuali modifiche ed aggiornamenti in seguito all'introduzione degli insetti nel mercato dell'UE riguardano il Regolamento (CE) 1/2005 sulla *“protezione degli animali durante il trasporto e le operazioni correlate”* e il Regolamento (CE) 1099/2009 relativo alla *“protezione degli animali durante l'abbattimento”*. In entrambe i regolamenti non si fa riferimento agli insetti infatti il Reg. (CE) 1/2005 si riferisce ad animali vertebrati vivi, così come il Reg. (CE) 1099/2009 in cui per *“animale”* si intende *“qualsiasi animale vertebrato, ad esclusione dei rettili e degli anfibi”*. Un altro regolamento che dovrà essere preso in considerazione per essere modificato è il Regolamento (CE) 1069/2009 *“recante norme sanitarie relative ai sottoprodotti di origine animale e ai prodotti derivati non destinati al consumo umano”*. Numerosi autori riportano che gli insetti sono in grado di utilizzare come substrato rifiuti e letame apportando benefici ecologici, ma il Reg. (CE) 1069/2009 indica all'articolo 9 lo stallatico e il contenuto del tubo digerente come materiale di categoria 2, che quindi non può essere usato come mangime per altri animali. Inoltre all'articolo 11 vieta *“l'alimentazione di animali d'allevamento diversi da quelli da pelliccia con rifiuti di cucina e ristorazione o materie prime per mangimi contenenti tali rifiuti o derivate dagli stessi”*.

Importazioni ed esportazioni

Le considerazioni legislative sopradescritte non possono prescindere dalle normative che regolano l'importazione di prodotti di origine animale (ogni partita di prodotti di origine animale elencati nella Decisione 2007/275/CE e proveniente da Paesi terzi deve essere introdotta nel territorio dell'Unione tramite un Posto di Ispezione Frontaliero (PIF) dove deve essere sottoposta ai controlli veterinari prescritti dalla Direttiva 97/78/CE, recepita nell'ordinamento nazionale con D. Lgs. 80/2000). Quando i prodotti di origine animale provenienti da Paesi terzi sono importati all'interno dell'UE, devono presentare e garantire gli stessi standard di sicurezza che si applicano ai prodotti di origine animale all'interno dell'UE.

7_ Legislazione veterinaria

Inoltre ciascun Paese terzo deve essere riconosciuto ed inserito in un elenco comunitario di Paesi terzi autorizzati ad esportare la specifica tipologia di prodotti di origine animale.

Il FVO (*Food and Veterinary Office*), che si occupa delle richieste di importazione dei prodotti di origine animale, è responsabile della verifica degli standard igienici del cibo importato. Come riportato dal FVO la categorizzazione dei prodotti alimentari segue lo schema di cui all'allegato I del Regolamento (CE) 853/2004, in cui gli alimenti di origine animale sono classificati e suddivisi in diverse sezioni. Tuttavia, gli insetti non sono menzionati e non sono stati considerati per l'inclusione nel presente regolamento, nonostante il loro diffuso consumo al di fuori dell'UE. L'assenza degli insetti commestibili nell'attuale legislazione alimentare è una limitazione notevole per l'importazione e dovrebbe essere affrontato al fine di consentire il commercio di insetti commestibili provenienti dai paesi extra-UE.

Secondo le normative UE, un paese che intende esportare i propri prodotti alimentari nell'UE deve indicare la categoria di prodotti alimentari per i quali si richiede l'autorizzazione, facendo riferimento all'allegato I del Regolamento (CE) 853/2004. Successivamente, il FVO gestisce la procedura.

Attualmente, l'importazione commerciale di insetti e prodotti derivati da insetti destinati al consumo umano è impedita sia per la mancanza di norme specifiche per tali prodotti sia per l'incapacità dei paesi extra UE di seguire i percorsi di approvazione del FVO.

Una situazione diversa si verifica quando vengono importati insetti commestibili per uso personale. L'UE dispone di misure atte a vietare in modo permanente tutte le scorte personali (contenute nei bagagli dei viaggiatori, inviate per posta o ordinate on-line) di carne, prodotti a base di carne, latte e prodotti lattiero-caseari in entrata nell'UE, a meno che non siano specificatamente autorizzate (Reg. (CE) 206/2009). L'allegato IV del Regolamento (CE) 206/2009 dichiara che è possibile portare nell'UE piccole quantità (da 2 a 10 Kg) di altri prodotti di origine animale (come il miele, le ostriche, le cozze vive, i molluschi bivalvi e le lumache) per il consumo personale. Il presente allegato quindi può consentire l'importazione di piccole quantità di insetti commestibili per uso personale.

Tuttavia, esistono incertezze per quanto riguarda i controlli veterinari. La direttiva 97/78/CE stabilisce i principi relativi all'organizzazione dei controlli veterinari per i prodotti che provengono da Paesi terzi e che sono introdotti in UE. In generale, esclude dai controlli le scorte personali ed anche gli alimenti che provengano da un Paese terzo che figura nell'elenco stabilito in sede comunitaria, in provenienza dal quale non sono vietate le importazioni. Tuttavia, se la lista a cui i legislatori fanno riferimento è la stessa lista per le importazioni commerciali, gli insetti commestibili e i prodotti da essi ottenuti devono essere sottoposti a controlli veterinari.

7_ Legislazione veterinaria

Da quanto brevemente descritto si evince che se sono necessari controlli veterinari per i prodotti destinati al consumo personale, l'ambiguità delle normative che sostengono la loro esecuzione potrebbe ostacolare la procedura di importazione individuale così come avviene per la procedura di importazione commerciale.

Attualmente non è possibile identificare una condizione generica per l'importazione degli insetti in tutta l'UE, a causa della variabilità dei comportamenti adottati dai diversi stati membri: nel Regno Unito, una quantità di insetti al di sotto dei 2 kg per persona può essere importata in base al DEFRA (DEFRA UK, 2014); in Germania se venisse applicato il Regolamento (CE) 206/2009 il prodotto verrebbe confiscato (Grabowski *et al.*, 2013), infine in Italia gli insetti commestibili devono essere confiscati in quanto non vi è alcun riferimento legislativo specifico. Da queste osservazioni, è chiaro che i consumatori europei provenienti da diverse nazioni hanno differenti possibilità per consumare insetti commestibili. I cittadini del Regno Unito, per esempio, potrebbero contare su una notevole quantità di prodotti a base di insetti, ordinandoli da altri paesi (il regolamento non ha limiti circa le frequenze di scorte personali). Al contrario, un cittadino italiano non può ordinare legalmente insetti commestibili nelle stesse condizioni. Ulteriori incertezze esistono a causa del fatto che alcuni paesi, come la Svizzera, con forti accordi bilaterali con l'UE, si stanno muovendo in avanti con i loro regolamenti per i prodotti a base di insetti. Questo dovrebbe solo incoraggiare l'UE ad accelerare la formazione di una legislazione chiara.

A livello europeo è necessario favorire in tempi brevi misure di armonizzazione in materia di insetti ad uso alimentare. Come descritto precedentemente esistono notevoli differenze di interpretazione delle norme tra gli Stati membri, ciò può avere un impatto negativo sul commercio di generi alimentari, sulla tutela dei consumatori e sulla fiducia che i consumatori ripongono verso le istituzioni europee. Per accelerare l'importazione e l'uso di insetti come alimento è stato suggerito che gli insetti potrebbero essere approvati come un unico prodotto alimentare e seguire di conseguenza le attuali normative sulla sicurezza alimentare. Tuttavia, l'estrema varietà legate alle specie, ai metodi di allevamento, così come i diversi rischi che possono causare, non favoriscono questa strategia. Il sistema attuale, per l'approvazione dei nuovi prodotti alimentari si basa sulla singola specie ed è un processo che richiede molto tempo.

Una possibilità interessante potrebbe essere l'approvazione di un elenco chiuso di specie di insetti da considerare, come si è visto di recente in Belgio. L'elenco è stato sviluppato sulla base di specie con maggiori prospettive per l'agricoltura.

La presenza di insetti nell'alimentazione umana, ampiamente documentata, sta diventando una possibilità concreta anche per i consumatori occidentali. Il fenomeno dell'entomofagia ha rapidamente catturato l'attenzione di consumatori e imprenditori che sono riusciti a portare un argomento di nicchia al centro dell'attenzione di ricercatori, autorità e legislatori (Ciappellano *et al.*, 2015).

L'allevamento e il consumo di insetti sembrano offrire diversi vantaggi, in quanto sono considerati sostenibili da un punto di vista ambientale (Ooninx and De Boer, 2012; Ooninx *et al.*, 2010), hanno valori nutrizionali comparabili con quelli degli altri prodotti di origine animale (Van Huis *et al.*, 2013; Rumpold and Schluter, 2013), e sono caratterizzati da cicli biologici che ben si adattano all'allevamento in spazi ristretti e tempi ridotti (Makker *et al.*, 2014).

Tutti questi elementi, favorevoli all'introduzione degli insetti nella dieta, sono sostenuti da un consumo di insetti tradizionale e storicamente comprovato in varie aree del pianeta. Quest'ultima evidenza ha portato a sottovalutare gli aspetti legati alla sicurezza alimentare e a concentrare gli studi in letteratura sull'allevamento, sulla percezione da parte del consumatore e su aspetti ecologici e nutrizionali (Belluco *et al.*, 2015b). Infatti le conoscenze attuali sui possibili rischi legati al consumo di insetti edibili non sono ancora sufficienti per tutelare pienamente il consumatore. Si giustifica solitamente il loro utilizzo, sostenendo che il consumo in altri Paesi non ha evidenziato particolari rischi. Infatti gli studi disponibili in letteratura non hanno rilevato rischi diversi da quelli dei comuni alimenti. Il vero problema è capire come e se sono stati effettivamente cercati i patogeni. Pertanto si riportano alcune considerazioni utili per guidare lo sviluppo e l'introduzione degli insetti nel settore alimentare tenendo conto delle esigenze di sicurezza di questi nuovi alimenti.

Innanzitutto deve essere tenuta in considerazione l'enorme "biodiversità" fra le specie di insetti edibili, ciascuna delle quali deve essere considerata separatamente, analogamente agli animali normalmente allevati e consumati in Europa. Diverse specie di insetti (con le rispettive caratteristiche di alimentazione e allevamento) e diversi stadi biologici all'interno della stessa specie molto probabilmente richiedono specifici piani di autocontrollo, in grado di identificare e gestire i rischi tossicologici e microbiologici. In particolare, la mancanza di dati scientifici circa la biodisponibilità e il bioaccumulo di contaminanti e residui nelle principali specie di insetti edibili (e loro stadi biologici) rappresenta una significativa lacuna conoscitiva (Belluco *et al.*, 2015b).

Occorre inoltre definire specifiche soglie di tolleranza per tossici e microrganismi patogeni, nonché metodi analitici di riferimento validati per la ricerca.

L'identificazione dei pericoli presenti nelle specie di insetti potenzialmente edibili costituisce un elemento fondamentale nella definizione del rischio associato al consumo di un nuovo

alimento e rappresenta l'elemento base per la creazione di una filiera produttiva in grado di gestire efficacemente tali pericoli. La futura filiera derivante dal riconoscimento degli insetti come alimenti deve prevedere, così come avviene per tutte le filiere produttive, la prevenzione e il controllo dei pericoli identificati attraverso misure di monitoraggio utilizzate per ridurre i rischi per il consumatore finale (Belluco *et al.*, 2015b). Non si conoscono ad oggi processi in grado di ridurre i pericoli chimici o associati ad allergeni, questi devono pertanto essere affrontati attraverso la conoscenza e la selezione delle specie edibili e il controllo dei substrati. In particolare la scelta del substrato è di notevole importanza. Le caratteristiche del substrato, infatti, impattano sulla flora microbiologica degli insetti in modo molto marcato. L'Opinion dell'EFSA (EFSA, 2015) è stata strutturata proprio per far emergere le differenze di rischio in relazione alla scelta del substrato. Se è possibile ipotizzare che i rischi siano molto bassi in caso di utilizzo di mangimi e sottoprodotti vegetali, non è possibile prevedere, senza solide basi scientifiche, i rischi derivanti dall'utilizzo di substrati ad alto rischio microbiologico come le deiezioni animali.

Si sta facendo sempre più concreta la possibilità di allevare su scala industriale gli insetti, ma la concentrazione di animali in ambienti ristretti sicuramente pone alcune criticità igienico-sanitarie (Ciappellano *et al.*, 2015). Gli allevamenti intensivi e semi-intensivi rispondono alla necessità di produrre grandi quantitativi di alimenti di origine animale, coniugando logiche di profitto e di gestione. Nel caso degli insetti, inoltre, i grandi numeri sono necessari per raggiungere volumi di produzione "interessanti" per il settore alimentare.

Questo tipo di allevamento infatti consente un miglior controllo delle condizioni ambientali e della biosicurezza (intesa come l'insieme di misure volte a evitare l'ingresso di pericoli biologici nell'ambiente di allevamento), fattori che, anche nell'allevamento di insetti, risultano essere molto importanti.

Il problema quindi non è l'allevamento intensivo in sé, quanto come dovrebbero essere gestite eventuali lacune nel sistema di biosicurezza; infatti alcuni agenti patogeni sono in grado di decimare, se non annientare, le popolazioni di insetti allevati, con importanti perdite economiche. Come possono essere gestite queste problematiche? Nella recente Opinion dell'EFSA (EFSA, 2015) si sottolinea come in certi casi si faccia ricorso agli antibiotici.

Di conseguenza le problematiche legate ai residui e al possibile aumento del livello di antibiotico-resistenza della popolazione batterica non sono da trascurare. Tali trattamenti non possono che essere somministrati in massa agli animali con pratiche simili a quelle attuate in acquacultura o negli allevamenti di pollame, con il rischio di alta dispersione dei principi attivi. Il potenziale uso di farmaci, come gli antibiotici, durante le fasi di allevamento dovrebbe

basarsi su dati scientifici che indicano le dosi massime di farmaco , i livelli massimi di residui e i tempi di sospensione. Per far fronte a questi possibili scenari di rischio andrebbe sviluppata una normativa adeguata, simile a quella esistente per gli altri animali allevati, che al momento non esiste.

Per quanto riguarda l'impatto ambientale, legato ad eventuali residui d'allevamento e sottoprodotti di lavorazione, non è possibile esprimere opinioni sicure, in quanto la competenza in campo ecologico è limitata.

Non dimentichiamo poi le problematiche, ancora inesplorate, relative al benessere degli insetti allevati.

Un altro aspetto rilevante, che si evince dall'analisi della letteratura, è che vi è uno scarso livello di approfondimento dell'argomento da parte della classe politica nazionale che sottovaluta l'importanza del tema, relegandolo ad uno spazio marginale, che rischia in questo modo di perdere le opportunità di promozione e sviluppo tecnologico nonostante, a livello nazionale e internazionale, siano già stati avviati progetti importanti (Ciappellano *et al.*, 2015). La legislazione sull'utilizzo d'insetti, nella maggior parte dei paesi industrializzati, non è adeguata e rappresenta quindi un vincolo. Occorre, dunque che vengano, almeno a livello europeo, approvate norme per la produzione e la trasformazione sicura di prodotti alimentari a base di insetti per consentire di sviluppare allevamenti su larga scala e favorire il loro impiego nell'industria alimentare e mangimistica. Sono inoltre necessari ulteriori studi atti a valutare la percezione del consumatore finale per fornire una corretta ed efficace informazione ai diversi soggetti coinvolti affinché l'aspetto innovativo sia accettato e condiviso in modo diffuso. Sarebbe pertanto necessario attuare massive campagne informative volte a mettere al corrente i consumatori sui vantaggi connessi al consumo di insetti e a sensibilizzarli verso le tematiche della sostenibilità e sicurezza alimentare. Nel perseguimento di questi obiettivi, un ruolo fondamentale verrebbe assegnato alla ristorazione e al *food design*, in modo da rendere l'aspetto di questi alimenti insoliti e poco accattivanti, più "digeribile" agli occhi dei consumatori europei (Tacchini, 2011).

Attualmente le autorità che si occupano di sicurezza alimentare e i legislatori si trovano in una situazione peculiare. Da un lato devono disporre di evidenze scientifiche valide per poter definire i potenziali rischi, dall'altro sono pressati dagli OSA e dai potenziali consumatori che ritengono i ritardi tecnico-normativi come inutili ostacoli alla diffusione di un alimento salubre, ecologico e già diffuso.

8_ Conclusioni

L'identificazione di possibili pericoli conseguenti al consumo di insetti diventa pertanto fondamentale per garantire sia la sicurezza del consumatore, sia la possibilità per gli operatori del settore alimentare di avere a disposizione un contesto normativo chiaro e trasparente che garantisca la correttezza e la tutela delle loro attività.

L'attuale quadro normativo, oltre a non prevedere la possibilità di commercializzare insetti, non è in grado di tutelare i possibili consumatori o di garantire i potenziali venditori e dovrebbe pertanto, in caso di riconoscimento degli insetti come alimento, prevedere norme specifiche applicabili lungo tutta la filiera.

9_ Bibliografia

- Ademolu, K.O., Idowu, A.B., Olatunde, G.O. (2010). Nutritional value assessment of variegated grasshopper, *Zonocerus variegatus* (L.) (Acridoidea: Pygomorphae), during post-embryonic development. *African Entomology*. **18(2)**: 360–364.
- Agabou, A., Alloui, N. (2010). Importance of *Alphitobius diaperinus* (Panzer) as a reservoir for pathogenic bacteria in Algerian broiler houses. *Veterinary World*. **3**: 71- 73.
- Amadi, E.N., Ogbalu, O.K., Barimalaa, I.S., Pius, M. (2005). Microbiology and nutritional composition of an edible larva (*Bunaea alcinoe* Stoll) of the Niger Delta. *Journal of Food Safety*. **25**: 193-197.
- Barre, A., Caze-Subra, S., Gironde, C., Bienvenu, F., Bienvenu, J., Rougé, P. (2014). Entomophagie et risque allergique. *Revue Française d'Allergologie*. **54**: 315–321.
- Belluco, S., Losasso, C., Maggioletti, M., Alonzi, C.C., Ricci, A., Paoletti, M.G. (2015a). Edible insects: a food security solution or a food safety concern? *Animal Frontiers*. **5**: 25-30.
- Belluco S., Mantovani A., Ricci, A. (2015b). Il consumo di insetti dal punto di vista della sicurezza alimentare: inquadramento normativo e valutazione dei rischi. In: Gli insetti: una risorsa sostenibile per l'alimentazione. Atti della Accademia Nazionale Italiana di Entomologia, Anno LXIII, 21-28. Firenze, gennaio 2015.
- Belluco, S., Losasso, C., Maggioletti, M., Alonzi, C.C., Paoletti, 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.
- Braide, W., Oranusi, S., Udegbonam I.I., Oguoma O., Akobundu C., (2011). Microbiological quality of an edible caterpillar of an emperor moth, *Bunaea alcinoe*. *Journal of Ecology and the Natatural Environment*. **3**: 176-180.
- Buckland-Nicks, A., Hillier, K.N., Avery, T.S., O'driscoll, N. J. (2014). Mercury bioaccumulation in dragonflies (*Odonata: Anisoptera*): examination of life stages and body regions. *Environmental toxicology and chemistry*. **33(9)**: 2047-2054.
- Bukkens S. (2005). Insects in the human diet: nutritional aspects. Capitolo 28. In: Paoletti, M.G. (Ed.). Ecological implications of minilivestock; role of rodents, frogs, snails, and insects for sustainable development. Science Publishers, New Hampshire, 545–577.
- Caparros Megido, R., Sablon, L., Geuens, M., Brostaux, Y., Alabi T., Blecker C. (2013). Edible Insects Acceptance by Belgian Consumers: Promising Attitude for Entomophagy Development. *Journal of Sensory Studies*. **29**: 14-20.
- Cappellozza, S., Saviane, A. (2015). Allevamento su larga scala d'insetti e filiere produttive. In: Gli insetti: una risorsa sostenibile per l'alimentazione. Atti della Accademia Nazionale Italiana di Entomologia, Anno LXIII, 21-28. Firenze, gennaio 2015.
- Cerda, H., Araujo, Y., Glew R., Paoletti M. (2005). Palm worm (*Coleoptera, Curculionidae: Rhynchophorus palmarum*). A traditional food: examples from Alto Orinoco, Venezuela. Capitolo 17. In: Paoletti, M.G. (Ed.). Ecological implications of minilivestock; role of rodents,

frogs, snails, and insects for sustainable development. Science Publisher, New Hampshire pp. 353–366.

- Ciappellano, S., Simonetti, P., Erba, D., Duogo, P., Mondello, L., Vannotti, A. (2015). Aspetti Alimentari e Nutrizionali Umani. Area tematica 3. In: Mascaretti, A. Il progetto Edible Insects: nutrire il pianeta con nuove fonti sostenibili. Salone Internazionale della Ricerca, Innovazione e Sicurezza Alimentare Società Umanitaria. Milano. [http://www.expo2015.org/archive/cs/Expo/1392242817755/edibleinsects_white_paper.pdf](http://www.expo2015.org/archive/cs/Expo/1392242817755/edibleinsects_white_paper.pdf%3Bfilename_%3DUTF-8)
- Crippen, T.L., Zheng, L., Sheffield, C.L., Tomberlin, J.K., Beier, R.C., Yu, Z. (2012). Transient gut retention and persistence of *Salmonella* through metamorphosis in the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of applied microbiology*. **112(5)**: 920-926.
- Constable, A., Jonas, D., Cockburn, A., Davi, A., Edwards, G., Hepburn, P. (2007). History of safe use as applied to the safety assessment of novel foods and foods derived from genetically modified organisms. *Food and Chemical Toxicology*. **45(12)**: 2513–2525.
- Davies, R.H., Breslin, M. (2003). Persistence of *Salmonella Enteritidis* Phage Type 4 in the environment and arthropod vectors on an empty free-range chicken farm. *Environmental Microbiology*. **5**: 79-84.
- DEFRA UK. (2014). Personal Import Rules. <http://importdetails.defra.gov.uk/default.aspx>
- DeFoliart, G. (1999). Insect as food: Why western attitude is important. *Annual Review of Entomology*. **44**: 21–50.
- DeFoliart, G. (2005). Overview of role of edible insects in preserving biodiversity. Capitolo 7. In: Paoletti, M.G. (Ed.). Ecological implications of minilivestock; role of rodents, frogs, snails, and insects for sustainable development. Science Publisher, New Hampshire, pp. 123–140.
- Dicello, M.C., Myc, A., Baker, J.R., Baldwin, J.L. (1999). Anaphylaxis after ingestion of carmine colored foods: two case reports and a review of the literature. Allergy and Asthma Proceedings. *The Official Journal of Regional and State Allergy Societies*. **20 (6)**: 377- 382.
- EDI, 2015. <http://tinyurl.com/ojryfut>
- EFSA, 2012. Scientific opinion on dietary reference values for protein. *EFSA Journal*. **10**: 2557.
- EFSA, 2015. Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific_output/files/main_documents/4257.pdf
- Erickson, M.C., Islam, M., Sheppard, C., Liao J., Doyle, M.P. (2004). Reduction of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enterica* serovar *Enteritidis* in chicken manure by larvae of the black soldier fly. *Journal of Food Protection*. **67**: 685- 690.

- FAO, 2009. The State of Food and Agriculture: Livestock in the Balance. FAO, Rome. <http://www.fao.org/docrep/012/i0680e/i0680e.pdf>
- FAFSC (2014). Scientific committee of the federal agency for the safety of the food chain. Food safety aspects of insects intended for human consumption (Sci Com dossier 2014/04; SHC dossier n° 9160).
- Fausto, A.M., Fochetti, R., Zapparoli, M., Danieli, P.P. (2015). Costi e benefici dell'entomofagia: sostenibilità ambientale dell'allevamento di insetti su larga scala. In: Gli insetti: una risorsa sostenibile per l'alimentazione. Atti della Accademia Nazionale Italiana di Entomologia, Anno LXIII, 21-28. Firenze, gennaio 2015.
- Finke, M.D. (2002). Complete nutrient composition of selected invertebrates commonly fed to insectivores. *Zoo Biology*. **21**: 269–285.
- Finke, M.D. (2005). Nutrient content of insects. In: Encyclopedia of Entomology, Springer, The Netherlands, pp. 1563–1575.
- Gao, Y., Chen, J., Wang, H., Liu, C., Lv, X., Li, J., Guo B. (2013). Enantiomerization and enantioselective bioaccumulation of benalaxyl in *Tenebrio molitor* larvae from wheat bran. *Journal of agricultural and food chemistry*. **61(38)**: 9045-9051.
- Giaccone, V. (2005). Hygiene and health features of Minilivestock. Capitolo 29. In: Paoletti, M.G. (Ed.). Ecological implications of minilivestock; role of rodents, frogs, snails, and insects for sustainable development. Science Publisher, New Hampshire, pp. 579- 598.
- Graczyk, T.K., Knight, R., Tamang, L. (2005). Mechanical transmission of human protozoan parasites by insects. *Clinical microbiology reviews*. **18(1)**: 128-132.
- Grabowski, N. T., Klein, G., Martinez Lopez, A. (2013). European and German Food Legislation Facing Uncommon Foodstuffs. *Critical reviews in food science and nutrition*. **53(8)**: 787–800.
- Gustavsson, J., Cederberg C., Sonesson U., Van Otterdijk R., Meybeck A. (2011). Global food losses and food waste: extent, causes and prevention. FAO, Rome.
- Hanboonsong, Y., Jamjanya, T., Durst, P.B. (2013). Six-legged livestock: edible insect farming, collection and marketing in Thailand. FAO, Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand.
- Heinimaa, S., Trunk, W. (2014). Legislation and regulation of insects as food and feed - the EU perspective. Abstract book Conference "Insects to Feed The World". The Netherlands 14-17 May 2014.
- Holt, P.S., Geden, C.J., Moore, R.W., Gast, R.K. (2007). Isolation of *Salmonella enterica* serovar *Enteritidis* from houseflies (*Musca domestica*) found in rooms containing *Salmonella* serovar *Enteritidis*-challenged hens. *Applied and environmental microbiology*. **73(19)**: 6030-6035.

- Jeandron, A., Rinaldi, L., Abdylidaeva, G., Usubalieva, J., Steinmann, P., Cringoli, G., Utzinger, J. (2011). Human Infections with *Dicrocoelium dendriticum* in Kyrgyzstan: The Tip of the Iceberg? *Journal of Parasitology*. **97(6)**: 1170–1172.
- 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.
- Johnson, D.V. (2010). The contribution of edible forest insects to human nutrition and to forest management. In: Durst, P.B., Johnson, D.V., Leslie, R.L., Shono., K. (Eds.). Forest insects as food: humans bite back, proceedings of a workshop on resources and their potential for development. FAO Regional Office for Asia and the Pacific. Bangkok, pp. 5–22.
- Jongema, Y. (2015). World list of edible insects.
<http://www.wageningenur.nl/en/ExpertiseServices/Chairgroups/PlantSciences/Laboratory-of-Entomology/Edible-insects/Worldwide-species-list.htm>
- Kagi, M.K., Wuthrich, B., Johansson, S.G. (1994). Campari-Orange anaphylaxis due to carmine allergy. *Lancet infectious diseases*. **344(8914)**: 60-61.
- 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(2)**: 628-631.
- Leffer A.F., Kuttel, J., Martins, L.M., Pedroso, A.C., Astolfi-Ferreira, C.S., Ferreira, F., Ferreira, A.J.P. (2010). Vectorial Competence of Larvae and Adults of *Alphitobius diaperinus* in the Transmission of *Salmonella Enteritidis* in Poultry. *Vector Borne Zoonotic Disease*. **10(5)**: 481-488.
- Liu, Z., Xia, L., Wu, Y., Xia, Q., Chen, J., Rouxk, H. (2009). Identification and characterization of an arginine kinase as a major allergen from silkworm (*Bombyx mori*) larvae. *International archives of allergy and immunology*. **150(1)**: 8-14.
- Longvah, T., Mangthya, K., Ramulu, P. (2011). Nutrient composition and protein quality evaluation of eri silkworm (*Samia ricinii*) prepupae and pupae. *Food Chemistry*. **128**: 400–403.
- Lv, X., Liu, C., Li, Y., Gao, Y., Wang, H., Li, J., Guo, B. (2014). Stereoselectivity in bioaccumulation and excretion of epoxiconazole by mealworm beetle (*Tenebrio molitor*) larvae and environmental safety. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. **107**: 71–76.
- Makkar, H.P.S., Tran, G., Heuzé, V., Ankers, P. (2014). State of the art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science Technology*. **197**: 1-33.
- Mann, R.M., Vijver, M.G., Peijnenburg, W.J.G.M. (2011). Metals and metalloids in terrestrial systems: Bioaccumulation, biomagnification and subsequent adverse effects. In: Sanchez-Bayo, F., Van Den Brink, P.J., Mann, R. (Eds.). Ecological impacts of toxic chemicals. Bentham Science Publishers, Sharjah (United Arab Emirates), pp 43-62.
- Mascaretti, A., a cura di (2015). Il progetto Edible Insects: nutrire il pianeta con nuove fonti sostenibili. Salone Internazionale della Ricerca, Innovazione e Sicurezza Alimentare Società

Umanitaria. Milano.

http://www.expo2015.org/archive/cs/Expo/1392242817755/edibleinsects_white_paper.pdf
df%3Bfilename_%3DUTF-8"edibleinsects_white_paper.pdf

- Menzel, P., D'Aluisio, F. (1998). *Man eating bugs: the art and science of eating insects*. Ten Speed Press. Material World Books. Berkeley, California.
- Meyer-Rochow, V. (2005). Traditional food insects and spiders in several ethnic groups of northeast India, Papua New Guinea, Australia and New Zealand. Capitolo 19. In: Paoletti, M.G. (Ed.). *Ecological implications of minilivestock; role of rodents, frogs, snails, and insects for sustainable development*. Science Publisher, New Hampshire, pp. 389–413.
- Muafor, F.J., Gnetegha, A.A., Gall, P. L. (2015). *Exploitation, trade and farming of palm weevil grubs in Cameroon*. Center for International Forestry Research (CIFOR). Working Paper 178, Bogor, Indonesia.
- Muzzarelli, R.A. (2010). Chitins and chitosans as immunoadjuvants and non-allergenic drug carriers. *Marine Drugs*. **8**: 292–312.
- Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority (2014). *Advisory report on the risks associated with the consumption of mass-reared insects*.
- Nightingale, K., Ayim, E. (1980). Outbreak of botulism in Kenya after ingestion of white ants. *British Medical Journal*. **281**: 1682–1683.
- Oonincx, D.G.A.B., De Boer I.J.M. (2012). Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans: a life cycle assessment. *PLoS ONE* 7: e51145.
- Oonincx, D. G. A. B., Dierenfeld, E. S. (2012). An investigation into the chemical composition of alternative invertebrate prey: Nutrient content of alternative prey species for insectivores. *Zoo Biology*. **31(1)**: 40–54.
- Oonincx, D.G.A.B., Van Itterbeeck, J., Heetkamp, M.J.W., Van Den Brand, H., Van Loon, J.J.A., Van Huis, A. (2010). An exploration on greenhouse gas and ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption. *PLoS ONE* 5:12.
- Paoletti, M.G., Dreon, A. (2005). Minilivestock environment, sustainability, and local knowledge disappearance. Capitolo 1. In: Paoletti, M.G. (Ed.). *Ecological implications of minilivestock; role of rodents, frogs, snails, and insects for sustainable development*. Science Publisher, New Hampshire, pp. 1–18.
- Pener, M.P. (2014). Allergy to Locusts and Acridid Grasshoppers: a Review. *Journal of Orthoptera Research*. **23(1)**: 59-67.
- Phillips, J., Burkholder, W. (1995). Allergies related to food insect production and consumption. *The Food Insects Newsletter*. **8(2)**: 1-14.
- Ramos-Elorduy, J. (2005). Insect: A hopeful food source. Capitolo 14. In: Paoletti, M.G. (Ed.). *Ecological implications of minilivestock; role of rodents, frogs, snails, and insects for sustainable development*. Science Publisher, New Hampshire, pp. 263–292.

- Ramos-Elorduy, J., Pino, J.M., Prado, E.E., Perez, M.A., Otero, J.L., De Guevara, O.L. (1997). Nutritional value of edible insects from the state of Oaxaca, Mexico. *Journal Food Composition Analysis*. **10**: 142–157.
- Randrianandrasana, M., Berenbaum, M.R. (2015). Edible Non-Crustacean Arthropods in Rural Communities of Madagascar. *Journal of Ethnobiology*. **35**: 354-383.
- Roncarati, A., Gasco, L., Parisi, G., Terova, G., (2014). Growth performance of common catfish (*Ameiurus melas* Raf.) fingerlings fed insect meal diets. In: Vantomme P., Munke C., van Huis A. (Eds.). 1st International conference “Insects to Feed the World”. Wageningen University, EdeWageningen, The Netherlands, pp. 162.
- Rumpold, B.A., Fröhling, A., Reineke, K., Knorr, D., Boguslawski, S., Ehlbeck, J., Schlüter, O. (2014). Comparison of volumetric and surface decontamination techniques for innovative processing of mealworm larvae (*Tenebrio molitor*). *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. **26**: 232–241.
- Rumpold, B.A., Schlueter, O.K. (2013). Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition & Food Research*. **57(5)**: 802–823.
- Schabel, H.G. (2010). Forests insects as food: a global review. In: P.B. Durst, D.V. Johnson, R.N. Leslie, K. Shono (Eds.). Forest insects as food: humans bite back Proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development. Bangkok, Thailand. pp. 3764.
- Simpanya, M.F., Allotey, J., Mpuchane, S.F. (2000). A Mycological Investigation of Phane, an Edible Caterpillar of an Emperor Moth, *Imbrasia belina*. *Journal of food protection*. **63(1)**: 137-140.
- Sogari, G. (2015). Entomophagy and Italian consumers: an exploratory analysis. *Progress in Nutrition*. **17**: 311-316.
- Strother, K.O., Steelman, C.D., Gbur, E.E. (2005). Reservoir competence of lesser mealworm (Coleoptera: Tenebrionidae) for *Campylobacter jejuni* (Campylobacterales: Campylobacteraceae). *Journal of medical entomology*. **42(1)**: 42-47.
- Tacchini, G. (2011) Tesi di laurea: Mangiare insetti per una maggiore sicurezza alimentare e un futuro sostenibile. Politecnico di Milano. Facoltà di Disegno Industriale.
- Tan, H. S. G., Fischer, A. R., Tinchan, P., Stieger, M., Steenbekkers, L. P. A., Van Trijp, H. C. (2015). Insects as food: Exploring cultural exposure and individual experience as determinants of acceptance. *Food Quality and Preference*. **42**: 78–89.
- Tong, L., Yu, X., Lui, H. (2011). 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. *Bulletin of Entomological Research*. **101**: 613–622.
- Templeton, J.M., De Jong, A.J., Blackall, P.J., Miflin, J.K. (2006). Survival of *Campylobacter* spp. in darkling beetles (*Alphitobius diaperinus*) and their larvae in Australia. *Applied and Environmental Microbiology*. **72(12)**: 7909-7911.

- UNESCO (2014). Water and energy. Facts and figures. Retrieved, from July 23, 2014. <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002269/226961E.pdf>
- Van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G. Vantomme, P. (2013). Edible insects: future prospects for food and feed security. - FAO Forestry paper 171. FAO, Rome.
- Van Huis, A. (2013). Potential of Insects as Food and Feed in Assuring Food Security. *Annual Review. Entomology*. **58**: 563–583.
- Vantomme, P., Mertens, E., Van Huis, A., Klunder, H. (2012). Assessing the potential of insects as food and feed in assuring food security. FAO Summary report, 23–25 January 2012, Rome.
- Verbeke, W., (2015). Profiling consumers who are ready to adopt insects as a meat substitute in a Western society. *Food Quality and Preference*. **39(0)**: 147-155.
- Verhoeckx, K.C.M., Van Broekhoven, S., Den Hartog-Jager C.F., Gaspari, M., De Jong, G.A.H., Wichers, H.J. (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., Tramper, J., Van Trijp, J., Martens, D. (2007). Insect cells for human food. *Biotechnology Advances*. **25**: 198–202.
- Wales, A.D., Carrique-Mas, J.J., Rankin, M., Bell, B., Thind B.B., Davies R.H. (2010). Review of the carriage of zoonotic bacteria by arthropods, with special reference to Salmonella in mites, flies and litter beetles. *Zoonoses and public health*. **57(5)**: 299-314.
- Wilson, M.E., Lorente, C.A., Allen, J.E., Eberhard, M.L. (2001). Gongylostrongylosis infection of the mouth in a resident of Cambridge, Massachusetts. *Clinical infectious diseases*. **32(9)**: 1378-1380.
- Womeni, H.M., Linder, M., Tiencheu, B., Mbiapo, F.T., Villeneuve, P., Fanni, J. Parmentier, M. (2009). Oils of insects and larvae consumed in Africa: Potential sources of polyunsaturated fatty acids. *OCL - Oleagineux, Corps Gras, Lipides*. **16**: 230–235.

Riferimenti normativi

- Regolamento (CE) n. 258/97 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 27 gennaio 1997 sui nuovi prodotti e i nuovi ingredienti alimentari. (G.U. della U.E. L 43 del 14.02.1997).
- Direttiva 97/78/CE del Consiglio del 18 dicembre 1997, che fissa i principi relativi all'organizzazione dei controlli veterinari per i prodotti che provengono dai paesi terzi e che sono introdotti nella Comunità. (G.U. della U.E. L 24 del 30.01.1998).

- Decreto Legislativo 25 febbraio 2000, n. 80 Attuazione della direttiva 97/78/CE e 97/79/CE in materia di organizzazione dei controlli veterinari sui prodotti provenienti da Paesi terzi. (G.U. 82 del 07.04.2000).
- Regolamento (CE) N. 999/2001 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 maggio 2001 recante disposizioni per la prevenzione, il controllo e l'eradicazione di alcune encefalopatie spongiformi trasmissibili. (G.U. della U.E. L 147 del 31.05.2001).
- Regolamento (CE) N. 178/2002 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 28 gennaio 2002 che stabilisce i principi e i requisiti generali della legislazione alimentare, istituisce l'Autorità europea per la sicurezza alimentare e fissa procedure nel campo della sicurezza alimentare. (G.U. della U.E. L 31 del 01.02.2002).
- Regolamento (CE) N. 853/2004 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004 che stabilisce norme specifiche in materia di igiene per gli alimenti di origine animale. (G.U. L 139 del 30.04.2004) (Versione rettificata nella G.U. L 226 del 25.06.2004).
- Regolamento (CE) N. 854/2004 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004 che stabilisce norme specifiche per l'organizzazione di controlli ufficiali sui prodotti di origine animale destinati al consumo umano. (G.U. della U.E. L 139 del 30.04.2004) (Versione rettificata nella G.U. della U.E. L 226 del 25.06.2004).
- Regolamento (CE) N. 1/2005 del Consiglio del 22 dicembre 2004 sulla protezione degli animali durante il trasporto e le operazioni correlate che modifica le direttive 64/432/CEE e 93/119/CE e il regolamento (CE) n. 1255/97. (G.U. della U.E. L 3 del 05.01.2005).
- Regolamento (CE) N. 2073/2005 della Commissione del 15 novembre 2005 sui criteri microbiologici applicabili ai prodotti alimentari. (G.U. della U.E. L 338 del 22.12.2005).
- Regolamento (CE) N. 1881/2006 della Commissione del 19 dicembre 2006 che definisce i tenori massimi di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari. (G.U. della U.E. L 364 del 20.12.2006).
- Decisione della Commissione del 17 aprile 2007 relativa agli elenchi di animali e prodotti da sottoporre a controlli presso i posti d'ispezione frontalieri a norma delle direttive del Consiglio 91/496/CEE e 97/78/CE. (G.U. della U.E. L 116 del 04.05.2007).
- Regolamento (CE) N. 206/2009 DELLA COMMISSIONE del 5 marzo 2009 relativo all'introduzione nella Comunità di scorte personali di prodotti di origine animale e che modifica il regolamento (CE) n. 136/2004. (G.U. della U.E. L 77 del 24.03.2009).
- Regolamento (CE) N. 506/2009 DELLA COMMISSIONE del 15 giugno 2009 recante iscrizione di una denominazione nel registro delle specialità tradizionali garantite (STG). (G.U. della U.E. L 151 del 16.06.2009).
- Regolamento (CE) N. 1069/2009 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 ottobre 2009 recante norme sanitarie relative ai sottoprodotti di origine animale e ai prodotti derivati non destinati al consumo umano e che abroga il regolamento (CE) n. 1774/2002 (regolamento sui sottoprodotti di origine animale). (G.U. della U.E. L 300 del 14.11.2009).

9_ Bibliografia

- Regolamento (CE) N. 1099/2009 del Consiglio del 24 settembre 2009 relativo alla protezione degli animali durante l'abbattimento. (G.U. della U.E. L 303 del 18.11.2009).
- Regolamento (UE) N. 1169/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 ottobre 2011 relativo alla fornitura di informazioni sugli alimenti ai consumatori, che modifica i regolamenti (CE) n. 1924/2006 e (CE) n. 1925/2006 del Parlamento europeo e del Consiglio e abroga la direttiva 87/250/CEE della Commissione, la direttiva 90/496/CEE del Consiglio, la direttiva 1999/10/CE della Commissione, la direttiva 2000/13/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, le direttive 2002/67/CE e 2008/5/CE della Commissione e il regolamento (CE) n. 608/2004 della Commissione. (G.U. della U.E. L 304 del 22.11.2011)
- Regolamento (UE) 2015/2283 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 novembre 2015 relativo ai nuovi alimenti e che modifica il regolamento (UE) n. 1169/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio e abroga il regolamento (CE) n. 258/97 del Parlamento europeo e del Consiglio e il regolamento (CE) n. 1852/2001 della Commissione. (G.U. della U.E. L 327 del 11.12.2015).