

ISSN: 2039-1544

food in

Collezione di studi
sull'ispezione degli alimenti
di origine animale

N.4



Entomofagia: gli insetti come cibo del futuro



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MILANO

2018

Food in
Collezione di studi sull'ispezione degli alimenti di origine animale

ISSN: 2039-1544
Volume N. 4
Anno 2018
Periodicità semestrale

Direzione Scientifica
Patrizia Cattaneo, Dipartimento di Scienze Veterinarie per la Salute, la
Produzione Animale e la Sicurezza Alimentare.

Redattore
Cristian Bernardi, Dipartimento di Scienze Veterinarie per la Salute, la
Produzione Animale e la Sicurezza Alimentare.

Graphic Designer
Marco Colombo

2018 - Pubblicato in Italia. Alcuni diritti riservati.
This opera by Dipartimento di Scienze Veterinarie per la Salute, la
Produzione Animale e la Sicurezza Alimentare, Università degli Studi
di Milano, is licensed under a Creative Commons Attribuzione-Non
commerciale-Non opere derivate 2.5 Italia License.

Based on a work at <http://riviste.unimi.it>
Dipartimento di Scienze Veterinarie per la Salute, la Produzione
Animale e la Sicurezza Alimentare Università degli Studi di Milano
Via Celoria, 10
20133 Milano

<http://food-in.unimi.it>

Disegno in copertina: Olimpia Vitali

Sommario

Editoriale di Patrizia Cattaneo.....	2
Entomofagia: gli insetti come cibo del futuro di Edoardo Vitali.....	3
Ringraziamenti.....	4
Introduzione.....	7
1 - Cenni di anatomia e fisiologia degli insetti.....	14
2 – Novel foods	58
3 – Dal Dossier FAO.....	68
4 – Cos'è l'entomofagia?.....	79
5 – Aspetti nutrizionali degli insetti.....	88
6 – Problemi sanitari.....	102
7 – Normativa vigente.....	113
8 – I media e gli insetti.....	134
9 – Le aziende che producono.....	148
10 – Considerazioni e conclusioni.....	164
11 – Riferimenti bibliografici.....	167

Editoriale

“...and his food was locusts and wild honey.” Matthew 3:4

E' con grande piacere e riconoscenza che presento questo lavoro del collega Dott. Edoardo Vitali.

L'argomento suscita grande attenzione da parte di tutti i mezzi di comunicazione; non saprei se dipenda da un interesse scientifico o socio-politico, vista l'importanza degli insetti ai fini di contribuire a nutrire il pianeta, o se prevalgano la curiosità ed un certo gusto per l'orrido, esaltato dalle solite fotografie d'insetti e larve che fanno capolino da bocche e panini, o disposti artisticamente in piatti.

Personalmente il mio interesse è rivolto agli insetti ed ai prodotti da essi derivati come mezzo per fornire nutrienti essenziali in situazioni di carenza di cibo, attuali o future, e come strumento per alleggerire l'impatto ambientale dovuto alle produzioni animali e ritengo che l'argomento sia estremamente serio e non meriti di essere trattato banalizzandolo e facendo ricorso al brivido.

Per questo apprezzo molto il contributo di Edoardo che ha voluto fornire con questo numero di Food in oltre ad un'accurata revisione delle attuali conoscenze sugli insetti commestibili, sugli interrogativi che ne scaturiscono specialmente in merito alla sicurezza alimentare e sulle leggi, in divenire, che devono regolare questo ambito, anche le basi per approfondire il mondo affascinante degli insetti.

Penso che Edoardo abbia raggiunto il suo obiettivo: il collega veterinario, professionista o ancora in formazione, troverà quanto di più aggiornato sull'argomento e numerosi riferimenti e spunti per proseguire anche in futuro lo studio e per affrontare la gestione di questa materia.

Patrizia Cattaneo

Entomofagia: gli insetti come cibo del futuro.

di Edoardo Vitali

Abstract

For humans to eat insects is common in many cultures from various parts of the world, including America to the North, Central and South, Africa, Asia, Australia and New Zealand. In the developed and industrialized Western world, eating insects is rare if not just a recent fashion, but insects remain a popular food in many developing regions of Latin America, Africa, Asia and Oceania. There are some companies that are trying to introduce insects in Western diets. Data collection, hygiene and health aspects, as well as regulatory and ecological standards, and risk assessment are still significant issues to be studied and solved before the Insects are bred on an industrial scale. The far-sighted veterinarian, looking ahead, looking over, might have to have ahead of working areas of interest both professionally and economically.

Keywords

Insects, novel food, alternative food.

Ringraziamenti

Nel maggio del 2013 proposi al Prof. Giancarlo Ruffo, Direttore del Corso di Perfezionamento in Diritto e Legislazione Veterinaria una lezione sull'Entomofagia. Avevo appena letto il Dossier FAO del 2012 ed ero rimasto colpito da quello che poteva sembrare l'uovo di Colombo: gli insetti si potevano mangiare! Anzi sarebbero diventati il cibo delle future generazioni degli abitanti del Pianeta Terra. Non era fantascienza! Mi sono, quindi, addentrato nel mondo degli insetti, (come già avevo fatto per le chioccioline e le rane), con la curiosità di chi si affronta un mondo inesplorato e questo mondo mi ha riservato delle sorprese in parte già note in parte sconosciute. A quella lezione, l'originalità del tema non sorprese più di tanto gli uditori anche se serpeggiava una certa perplessità per tutta una serie di problematiche igienico-sanitarie che questo alimento alternativo comportava. Tra gli "allievi" c'era una Collega che per alcuni anni aveva lavorato in Africa e che ha corroborato, con i suoi racconti di vita vissuta, quanto andavo affermando. D'altra parte, a ben vedere, l'Entomofagia, ovvero l'alimentazione a base di insetti, ha una storia probabilmente vecchia quanto la presenza dell'Uomo sulla Terra....

La collaborazione con il Laboratorio di Ispezione degli Alimenti di Origine Animale per mettere a disposizione di chiunque voglia apprendere e conoscere attraverso la pubblicazione sul sito web "Food-in" argomenti di medicina veterinaria nell'ambito della sicurezza alimentare ha fatto sì che la mia disponibilità a trasformare quella lezione in monografia venisse accolta positivamente.

Ho un debito di gratitudine e di riconoscenza nei confronti del Prof. Giancarlo Ruffo che ha consentito che sviluppassi l'argomento nell'ambito del suo Corso di Perfezionamento in Diritto e Legislazione Veterinaria, ma anche e soprattutto verso la Prof. ssa Patrizia Cattaneo e il Dott. Cristian E.M. Bernardi di Ispezione degli Alimenti della Facoltà di Medicina Veterinaria della Università degli Studi di Milano che mi hanno affidato la stesura di questa monografia

e seguito, consigliato con grande competenza, pazienza e incoraggiato, per la rivista on-line “Food In” che fa seguito a quella sulle chioccioline e le rane (Food in n.3, 2015) sugli alimenti alternativi. L’amicizia che mi lega al Dr. Umberto Coerezza, medico veterinario ed entomologo non solo per passione, mi ha consentito di attingere al suo vasto sapere sul mondo degli insetti.

Un bacio speciale alla mia cara nipotina Olimpia per il bel disegno che allietta la copertina di questa monografia.

Quello degli alimenti alternativi rappresenta un problema particolarmente attuale, oltre che una sfida che mi sta particolarmente a cuore.

Infatti, tale argomento è allo studio di Istituzioni, quali la FAO, l’EFSA, la WHO e la stessa UE, e nel nostro Paese alcuni Istituti Zooprofilattici Sperimentali, per la continua ricerca di fonti proteiche che dovranno affiancare e/o sostituire in un futuro, non molto lontano, le proteine tradizionali provenienti da animali cosiddetti zootecnicamente produttivi, ma soprattutto durante e dopo l’Expo di Milano (2015) l’argomento “alimentarsi con gli insetti” sembra essere passato dalla curiosità etnica alla ricerca ed alla attualizzazione vera e propria.

Di recente (5 febbraio 2016), la Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche dell’Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia dell’Emilia Romagna “Bruno Ubertini” di Brescia ha promosso un Convegno dal titolo “Edible insects: technical-scientific and regulatory aspects” “Insetti edibili: aspetti tecnico-scientifici e normativi” con la partecipazione di studiosi provenienti da varie esperienze internazionali sull’argomento.

Quanto emerso dal Convegno, al quale hanno partecipato un nutrito numero di addetti ai lavori, veterinari in testa, ha messo in evidenza quanto si stia facendo in tutto il mondo, dal Nord America al Messico, da alcuni Stati europei, Italia compresa, ai Paesi africani e quelli del sud est asiatico ed Australia per contribuire non solo alla formulazione di mangimi per animali a base di insetti, ma come questi ultimi

rappresentino una alternativa alla alimentazione umana tradizionale con un enorme potenziale energetico e proteico ed un significativo equilibrio vitaminico e di sali minerali.

L'area della Entomofagia è ancora tutta da scoprire e da esplorare per il mondo occidentale! Ma soprattutto una grande mole di lavoro multidisciplinare attende chi volesse dedicarvisi.

La speranza è sempre quella che le nuove generazioni di veterinari sappiano sfruttare le opportunità zootecniche ed agroalimentari che verranno presentate loro anche nel futuro immediato e si appropriino, con appassionata competenza e professionalità, di aree che appartengono alla sfera delle scienze veterinarie, ma ancora poco conosciute ed esplorate e dove la presenza del veterinario può fare la differenza.

L'autore

Introduzione

Delle circa 1,1 milioni di specie animali descritte, gli insetti rappresentano oltre il 70% (circa 814.000 specie). I coleotteri da soli rappresentano oltre il 30% (350.000 specie) delle specie animali descritte. Si stima che la stragrande maggioranza degli insetti rimanga non identificata, soprattutto nei Paesi tropicali, e che gli insetti probabilmente costituiscono più del 90% delle specie animali terra. Gli insetti si trovano quasi ovunque sul Pianeta Terra e "fanno" quasi tutto. Gli Insetti interagiscono con gli esseri umani su molti fronti. Sono fonte alimentare preziosa, ma anche vettori per malattie sia dell'uomo che degli animali domestici e delle piante. Circa un milione di persone muore ogni anno a causa della malaria (*Plasmodium falciparum*) trasmessa dalla zanzara del Genere *Anopheles*. Gli Insetti parassitano e distruggono circa il 30-40% dei raccolti valutati in circa \$ 300 miliardi di dollari, nonostante spese annue superiore ai 20 miliardi di dollari per insetticidi. Tuttavia, non tutti gli insetti influenzano negativamente l'economia. Il valore delle colture impollinate dagli insetti è stimato in circa \$ 17 miliardi di dollari ogni anno. Sono molti gli insetti che fungono da controllori dell'ambiente o come predatori di altri insetti nocivi o come sentinelle ecologiche (biocontrollo). Gli insetti sono senza dubbio alcuni degli animali più bizzarri e più recenti del Pianeta: vanno dalle enormi formiche a foglia alle colonie altamente organizzate di formiche ed api agli scarafaggi tropicali spettacolarmente colorati (Underwood, 2009).

Il futuro potrebbe riservare alla nostra dieta qualche sorpresa: la lotta alla malnutrizione e la contemporanea crescita della popolazione mondiale, ma anche la sostenibilità ambientale delle attività di produzione di cibo, potrebbero portare un giorno sulle nostre tavole meduse, alghe ed insetti, che fanno già parte della tradizione culinaria di molti continenti e che anche noi, in qualche (sporadico) caso, già consumiamo pressoché quotidianamente.

Gli insetti entrano già nella dieta quotidiana di diverse popolazioni in Asia, Africa ed America latina (si stima che le persone che nel nostro pianeta si cibano di insetti siano circa due miliardi) e con essi è possibile produrre farine alternative (soprattutto alla farina di pesce, che a causa dell'eccessivo sfruttamento delle risorse marine sta diventando sempre più costosa e poco ecosostenibile) con ottime caratteristiche nutritive; gli insetti sono infatti ricchi di proteine, grassi 'buoni', calcio, ferro e zinco.

Quanto asserito è condivisibile sotto molti punti di vista, nonostante rimangano molti punti interrogativi e ampi spazi di ricerca che ancora devono essere chiariti ed approfonditi per assicurare un nutrimento che possa risultare sicuro e sano per la popolazione.

La domanda è: perché se ne parla e perché adesso?

La questione è molto più complessa di una banale risposta e il neo **Regolamento UE n.2283/2015** per l'introduzione degli insetti nella produzione di mangimi per animali destinati al consumo umano è una prima risposta indiretta al quesito.

È una nuova forma di alimento, è a tutti gli effetti un novel-food e come tale o come integrazione di altri alimenti (uso come mangime).

E' stato assodato che i vantaggi per:

- la salute umana,
- la salute del pianeta (sostenere la richiesta crescente di cibo),
- le economie locali (aiuto agli allevatori, anche per ridurre i costi dell'allevamento tradizionale, dato il costo più basso degli insetti come mangime),
- la maggiore accessibilità sociale (costi inferiori per allevatori e consumatori, nuova fonti di lavoro),
- i valori nutrizionali assimilabili a quelli delle carni come fonte proteica,
- impronta ecologica di minore impatto

siano indubbi e tutte le ricerche effettuate in questo senso sembrano confermarlo (Belluco, 2009).

E' da sottolineare, inoltre, come alcune economie locali siano favorite in quanto l'impiego degli insetti consente una migliore valorizzazione dei rifiuti locali (substrato di crescita), il che consente di trasformarli in fonte di cibo per insetti che poi diventano alimento (filiera corta); filiera più corta e meno costosa per produzione di mangimi; riciclo rifiuti direttamente in azienda; creazione di posti di lavoro.

Anche le ricadute sociali sono significative: l'allevamento è semplice, non richiede investimenti particolarmente onerosi, risorse, terreno, grande formazione. Consente di diventare allevatore anche a coloro che hanno scarse risorse economiche, che possono così anche procurarsi proteine per sé. E' un allevamento praticabile in tutto il mondo e per tutto l'anno. Possibile farlo a tutti i livelli dalla casa propria alla grande industria.

L'altra domanda è: perché proprio gli insetti?

Gli insetti sono la base alimentare di miliardi di persone, ma già l'uomo primitivo prima di diventare allevatore e agricoltore se ne cibava. Si può, quindi, asserire che l'alimentazione con insetti (bachi da seta, termiti, larve, ecc.) è sempre esistita, da quanto l'uomo è comparso sul pianeta Terra.

E' la riscoperta di una tradizione antica! Inoltre, la conversione del mangime a base di insetti è più elevata di quella del bestiame (quattro chili d'insetti per uno di mangime), minor consumo idrico, si nutrono anche di prodotti che non competono con le nostre esigenze di cibo (rifiuti alimentari come substrato di crescita). Non necessitano di farmaci.

L'EFSA, l'Agenzia Europea per la Sicurezza Alimentare, ente composto da un panel internazionale di scienziati e ricercatori che valuta gli eventuali rischi legati all'alimentazione, ha di fatto equiparato gli insetti ad altre fonti di proteine animali, non rilevando rischi per l'uomo dalla loro assunzione, ma subordinandola a una indispensabile regolamentazione e controllo nell'allevamento. "L'uso d'insetti come fonte di alimenti e mangimi ha, potenzialmente, importanti benefici per l'ambiente, l'economia e la sicurezza della

disponibilità alimentare” - ha fatto sapere l'EFSA, segnalando le specie di insetti con maggior potenziale d'uso come alimento o mangime nell'Unione europea ovvero mosche, larve della farina, grilli e bachi da seta (EFSA, 2015).

Ultima domanda: quali sono gli insetti commestibili?

Nel mondo si consumano più di 1.900 specie d'insetti e quelli più comunemente usati come cibo sono:

- coleotteri (Coleotteri, 31%);
- bruchi (Lepidotteri, 18%);
- api, vespe e formiche (Imenotteri, 14%),
- cavallette, locuste e grilli (Ortotteri, 13%);
- cicale, cicaline, cocciniglie e cimici (Emitteri, 10%);
- termiti (Isotteri, 3%);
- libellule (Odonati, 3%);
- mosche (Ditteri 2%).

Riquadro 1 - Gli insetti nell'arte

Ogni arte ed ogni autore ha rappresentato, nei secoli, gli insetti che possono essere anche meravigliosi (farfalle, coleotteri, ragni, mosche, ecc.) e, spesso, sono portati ad esempio per la laboriosità e l'allegria. (A. Monda: Arte, letteratura e scienza l'orribile fascino degli insetti. Repubblica. it, 2010).

Se ne ricordano alcuni:

Esopo (620 -560 a.C.): La cicala e la formica. La favola l'abbiamo studiata da fanciulli e se allora non ne coglievamo il profondo insegnamento anedddotico, da adulti ne abbiamo percepito tutto il profondo insegnamento.

Matteo il Vangelo secondo (fine I sec. a. C – 70 d.C.): “Giovanni Battista si nutriva di locuste e miele selvatico” (Mt 2,4).

Plinio (Caio Plinio Secondo detto il Vecchio) (23-79 d.C.): nel *Naturalis Historia* descrive il consumo di Cossus (larve di *Lucanus cervus*) diffuso tra gli epicurei romani che erano dei grandi intenditori di prelibatezze.

William Golding (1911 - 1993): “Il signore delle mosche” (titolo originale *Lord of the Flies*) è il suo più celebre romanzo, nonché sua prova d'esordio. Premio Nobel per la letteratura 1983; scritto nel 1952 e pubblicato due anni dopo, “il Signore delle mosche” rappresenta il manifesto della poetica dell'autore, che può essere riassunta in questa frase: "Gli uomini producono il male come le api producono il miele".

Nikolaj Andreevič Rimskij-Korsakov (1844 - 1908): Chi non ha mai ascoltato almeno una volta il celeberrimo *Il volo del calabrone*, terzo episodio dell'opera “*La favola dello zar Saltan*” (composta tra il 1899 ed il 1900), dove il protagonista viene trasformato in un insetto.

Franz Kafka (1883-1924): “*Metamorfosi*” (1912, pubblicato nel 1915) - Una mattina Gregor Samsa, destandosi da sogni inquieti, si trovò mutato in un insetto immondo.

Era diventato uno scarafaggio ed era disteso sul dorso, duro come una corazza.

Carlo Lorenzini detto Collodi (1826 - 1890): “Pinocchio”: il Grillo Parlante rappresenta la coscienza ed il buon senso che mancavano a Pinocchio. Oggi sono i continui riferimenti al mondo della politica, nel quale l'insetto è stato utilizzato come insulto. È stato usato anche simbolo di abnegazione nel lavoro.

Elisabeth van Gogh (1859 – 1936): “Vincent, mio fratello”, Skira, collana Art stories. ”Conoscevano la sua abilità nel catturare gli insetti d’acqua. Al ritorno avrebbe mostrato loro i suoi trofei: coleotteri dal dorso lucido, insetti con grandi occhi tondi e zampe storte, che si contorcevano appena erano pescati dall’acqua. Tutti, perfino quelli con le antenne incredibilmente lunghe, avevano nomi difficili, impossibili da ricordare, ma Vincent li conosceva tutti. Dopo averli preparati, li avrebbe accuratamente appuntati con uno spillo in una piccola scatola, che aveva rivestito di carta bianca, ciascuno con la sua etichetta e il suo nome in olandese e in latino”.

Horacio Quiroga (1878 - 1937), scrittore uruguayo ha scritto “Le mosche” (1935) dove un uomo cosciente della morte imminente nella foresta amazzonica sente il ronzio delle mosche che puntano alla sua prossima decomposizione e che si trasforma “kafkianamente” lui stesso in mosca e si accinge a nutrirsi del suo stesso corpo.

Italo Calvino (1923 - 1985): Nel suo “Il sentiero dei nidi di ragno” (1947), la trama è ben diversa, è solo un luogo nel racconto dove i ragni facevano il nido. In un modo o nell’altro gli insetti entrano nella letteratura.

Marco Cerani (vivente): “Si fa presto a dire insetto-La nuova era del cibo” (ed.goWare, Fi, 2015) dedica un capitolo ai “Piccoli animali nell’arte e nella cultura” riferisce come il pittore catalano Salvador Dalí definiva le mosche chiamandole “le fate del Mediterraneo” .

Nel cinema non si contano i film che hanno gli insetti per protagonisti: da “L’Ape Maia” a “Z la formica”, a “Indiana Jones ed il tempio maledetto” di S. Spielberg (1984) dove vengono mangiati coleotteri croccanti.

Si potrebbe continuare ad oltranza, perché ogni forma d’arte (vedere ad esempio l’iconografia giapponese) ha riservato un qualche interesse per ogni tipo di insetto.

Rif.bibl.: www.wikipedia.it: Insetti nell’arte.

1 – Cenni di anatomia e fisiologia degli insetti

L'entomologia è un ramo della zoologia (a sua volta ramo della biologia) dedicato allo studio degli Esapodi (insetti in senso lato, comprendendo anche le forme primitive degli Esapodi) (Pollini, 2002). Date le strette relazioni, gli entomologi estendono spesso il loro interesse e il loro ambito di studio anche ad altri raggruppamenti sistematici del *phylum* degli Artropodi. Gli insetti rappresentano una delle più vaste categorie sistematiche fra gli organismi viventi: a tutt'oggi, sono state classificate o descritte circa un milione e mezzo di specie di insetti, ma la stima delle specie esistenti al mondo e ancora sconosciute ammonta a diversi milioni. Questi organismi occupano quasi tutti gli ambienti compatibili con la vita e hanno strette relazioni con l'uomo e le sue attività, pertanto hanno da secoli stimolato l'interesse dell'uomo (Forte: Morfologia degli insetti - pdf in Internet: www.morfologia degli insetti).

Il corpo degli insetti è diviso in diverse parti. Per questa suddivisione in parti del loro corpo, lo studio degli insetti è denominato Entomologia dal greco *entomon* (insetto), che trae la stessa radice di *entèmnei* (tagliare in pezzi,) composto dalla particella *en* = in e *tèmnein* = tagliare e *logia* = *logos* = discorso.

Gli insetti appartengono al:

- Regno: *Animalia* (Linnaeus, 1758); *Epithelozoa* (Rieger R.M., 1976).
- Sottoregno: *Eumetazoa* (Bütschli, 1910).
- Ramo: *Bilateralia* (Hatschek, 1888); *Eubilateralia* (Ax, 1987); *Protostomia* (Grobber, 1908); *Ecdysozoa* (Aguinaldo A.M.A. et al., 1997).
- Superphylum: *Panarthropoda* (Nielsen, 1995).
- Phylum: *Arthropoda* (von Siebold, 1848); *Euarthropoda* (Lankester, 1904); *Mandibulata* (Latreille, 1825).
- Infraphylum: *Crustaceomorpha* (Chernyshev, 1960); *Labrophora* (Siveter, Waloszek & Williams, 2003).

- Subphylum: *Pancrustacea* (Zrzavey et al.,1997); *Altocrustacea* (Regier et al., 2010); *Miracrustacea* (Regier et al., 2010).
- Superclasse: *Hexapoda* (Latreille, 1825).
- Classe: *Insecta* (Linnaeus, 1758).

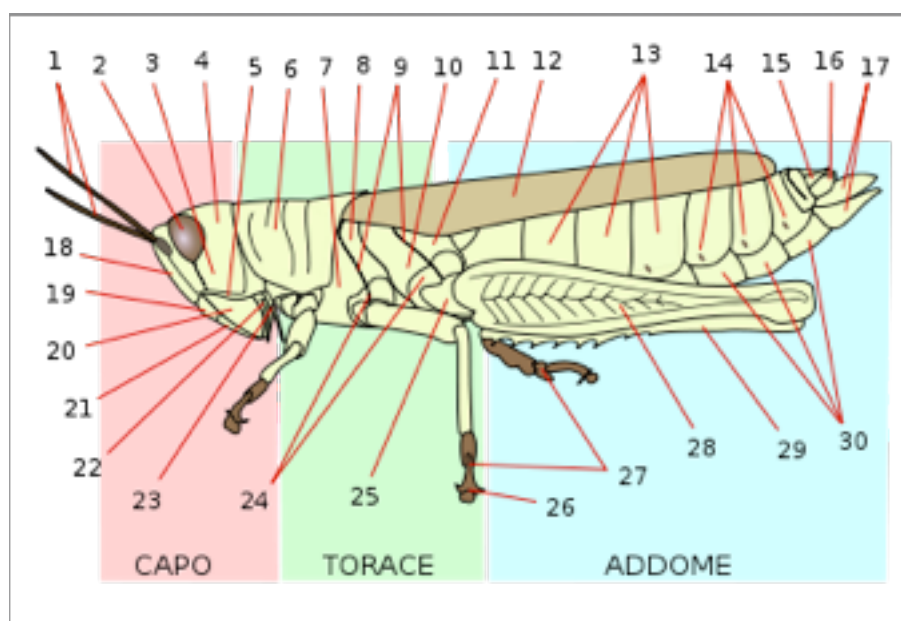


Figura n.1 - Rappresentazione schematica della morfologia di un insetto (femmina di *Orthoptera caelifera*). (Giancarlo Dessì - self-made (derived from Image:Locust November 2007 Osaka Japan.jpg by Laitche), CC BY-SA 3.0, [Wikipedia](#)).

1. Antenna, 2. Occhio composto, 3. Gena o guancia, 4. Occipite, 5. Peristoma, 6. Pronoto, 7. Mesoepisterno, 8. Mesoepimero , 9. Solco pleurale, 10. Metaepisterno, 11. Metaepimero, 12. Ala anteriore, 13. Urotergo,14. Stigma,15. Cerco,16. Lamina sottoanale,17. Ovipositore, 18. Fronte, 19. Clipeo,20. Mandibola, 21. Labbro superiore o labrum, 22. Mascella, 23. Labbro inferiore o labium, 24. Coxa, 25. Trocantere, 26. Tarso, 27. Unghie e arolio, 28. Femore, 29. Tibia, 30. Urosterno.

Gli insetti rappresentano il più grande gruppo di invertebrati del Regno animale raggruppando circa un milione di specie. Nonostante abbiano un aspetto morfologicamente differente, tuttavia, gli insetti hanno caratteristiche comuni che ne consentono un immediato

riconoscimento. Negli Insetti, l'esoscheletro (scheletro esterno) fornisce sostegno ed inserzione ai muscoli e svolge anche la funzione di tegumento. L'esoscheletro è composto da una membrana basale, un epitelio semplice (epidermide) e uno strato inerte, rigido e pluristratificato (cuticola). E' quest'ultima che fornisce le principali proprietà dell'esoscheletro: rigidità, robustezza, impermeabilità, elasticità, flessibilità. La cuticola possiede delle zone di minore resistenza in particolare a livello delle articolazioni (suture).

Le suture separano le porzioni di esoscheletro vero e proprio (scleriti). Le aree membranose sono quelle che forniscono flessibilità e movimento, mentre le suture essendo aree di minore resistenza consentono il completamento della muta. Peli, setole, squame e suture possono essere rappresentate sulla superficie dell'esoscheletro. Questo consente una più corretta classificazione tassonomica.



Figura n.2 - Gli scleriti del torace in un imenottero calcidoide. ([Pubblico dominio](#)).

L'**endoscheletro** (scheletro interno) è sostituito da un complesso di processi interni, di varia forma e sviluppo. Nel capo è situato

il tentorio. Sostiene il cervello e l'esofago e ad esso si collegano i muscoli estrinseci delle antenne e quelli dell'apparato boccale. Una delle principali caratteristiche degli insetti è quella di possedere 3 paia di zampe come tutti gli artropodi (il cui nome deriva da zampe o podi costituite da pezzi articolabili tra loro e facilmente staccabili). Il corpo degli insetti è suddiviso in: capo, torace e addome.

Il **capo** è la prima regione morfologica del corpo degli insetti. È composto dai primi 6 somiti che si fondono in una struttura in cui si perde l'originaria metameria. Raramente si suddivide in più parti articolate tra loro. Il capo comprende un paio di occhi composti, un paio di antenne articolate costituite da più segmenti (antennomeri). Le parti che costituiscono la bocca assumono nome e significato differente secondo il loro impiego, delle differenti proprietà e capacità (masticatore, lambente o lambente succhiatore, succhiatore e pungente succhiatore).

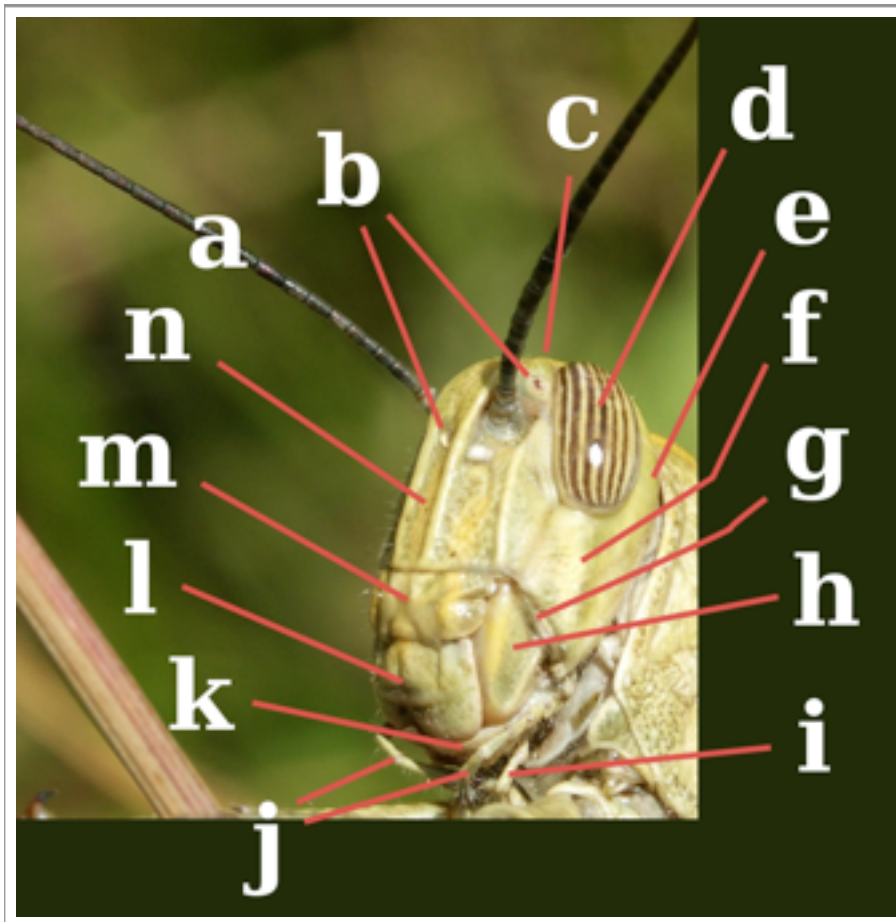


Figura n.3 - Capo di un ortottero: **a**, antenna; **b**, ocelli; **c**, vertice; **d**, occhio composto; **e**, occipite; **f**, gena o guancia; **g**, pleurostoma; **h**, mandibola; **i**, palpo labiale; **j**, palpi mascellari; **k**, mascella; **l**, labbro superiore o labrum; **m**, clipeo; **n**, fronte. (di Giancarlo Dessi (original author of picture: User:Alvesgaspar) - self-made (derived from image: *Acrididae* grasshopper-1.jpg), CC BY 2.5, [Wikipedia](https://it.wikipedia.org/wiki/Acrididae)).

Il **capo** è caratterizzato dall'acron e da 6 metameri fusi che costruiscono una capsula cefalica o cranio, che anteriormente si divide in fronte e clipeo dove si individuano i parietali separati da una sutura coronale e, posteriormente, da una sutura occipitale. La porzione più elevata del capo è detta cervice. Le parti inferiori dei parietali formano le guancie o gene. Le appendici cefaliche sono rappresentate dalle antenne (2) e dagli arti boccali (6) (mandibole, prime mascelle con i

palpi mascellari e le seconde mascelle che formano il labbro inferiore o *labium* con i palpi labiali). In posizione anterograda al clipeo si nota una sclerite o labbro superiore o *labrum*. La faccia anteriore del clipeo e del labbro superiore è chiamata epifaringe. L'ipofaringe è la superficie dorsale del labbro inferiore, formante il pavimento della cavità buccale. Le glosse e le paraglosse sono i lobi interni ed esterni del labbro inferiore che spesso fuse insieme formano la ligula o lingua.

Il **torace** o **mesosoma** è la seconda regione morfologica del corpo degli insetti e deriva dall'organizzazione dei tre somiti successivi a quelli cefalici. I tre segmenti nei quali è suddiviso il torace sono: il pro-, meso e metatorace. Il torace è compreso tra il capo e l'addome ed ognuno dei segmenti di cui è costituito il torace fornisce gli attacchi per un paio di zampe, mentre sia il mesotorace che il metatorace possiedono anche un paio di ali ciascuno. Questa regione presiede principalmente alla funzione della locomozione. Nel torace per ogni segmento sono presenti anche una coppia di fragmi (dorsali), una di apodemi (laterali) e le furche (impari e ventrali).

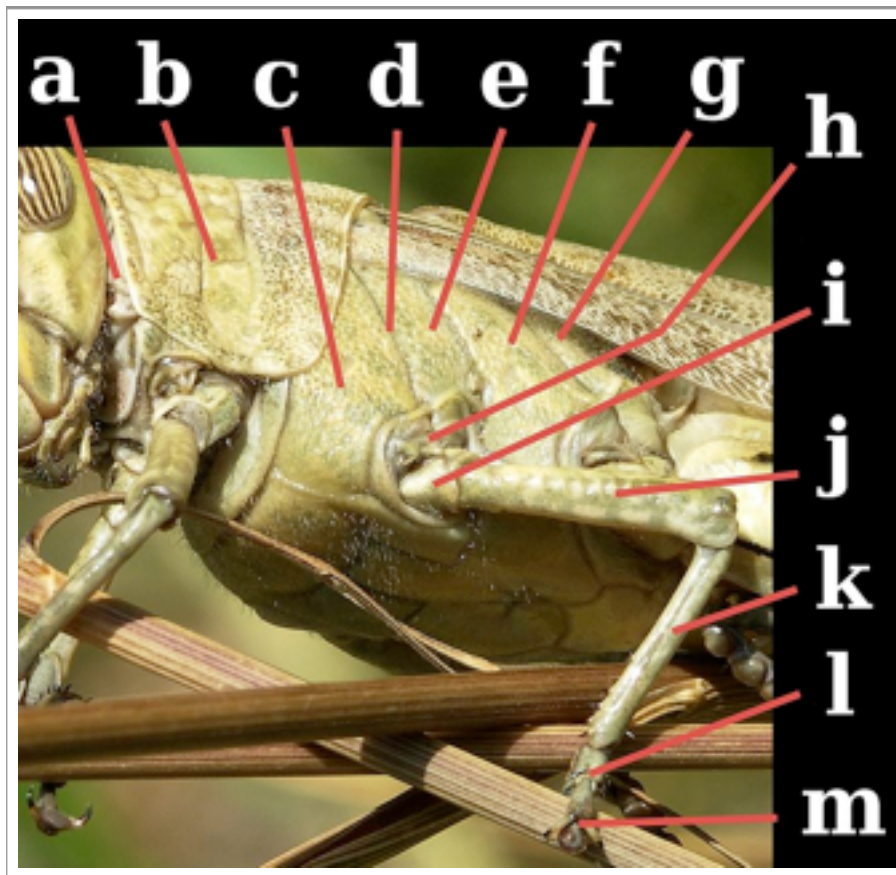


Figura n.4 - Vista laterale del torace di un ortottero. **a**: collo; **b**: pronoto; **c**: mesoepisterno; **d**: sutura pleurale; **e**: mesoepimero; **f**: metaepisterno; **g**: metaepimero; **h**: coxa; **i**: trocantere; **j**: femore; **k**: tibia; **l**: tarso; **m**: pretarso. (di Giancarlo Dessi (original author of picture: User:Alvesgaspar) - self-made (derived from image: *Acrididae grasshopper-1.jpg*), CC BY 2.5, [Wikipedia](#)).

Le **ali** (Odonati o libellule, Neurotteri, Imenotteri, ecc.) rappresentano espansioni del mesotorace (primo paio di ali) e del metatorace (secondo paio di ali). Le ali sono solcate da nervature o venature che consentono alla emolinfa di circolare e contengono anche nervi e trachee. Tra le varie nervature sono visibili aree dette celle. Nei Ditteri, le ali sono due mesotoraci che, a differenza di quelle in posizione metatoraciche, sono trasformate in organi d'equilibrio detti bilanceri. In certi insetti, le ali possono mancare del tutto o essere

vestigia primitive (Tisanuri, Mallofagi, Anopluri, Cocciniglie femmine). Le articolazioni delle ali al torace sono rappresentate da piccoli scleriti detti pterali o scleriti alari.

Le **zampe** si articolano al torace mediante una coxa a cui si articola il femore per mezzo di un trocantere, la tibia è connessa al femore, mentre i tarsi lo sono alla tibia costituita da un numero variabile di tarsomeri.

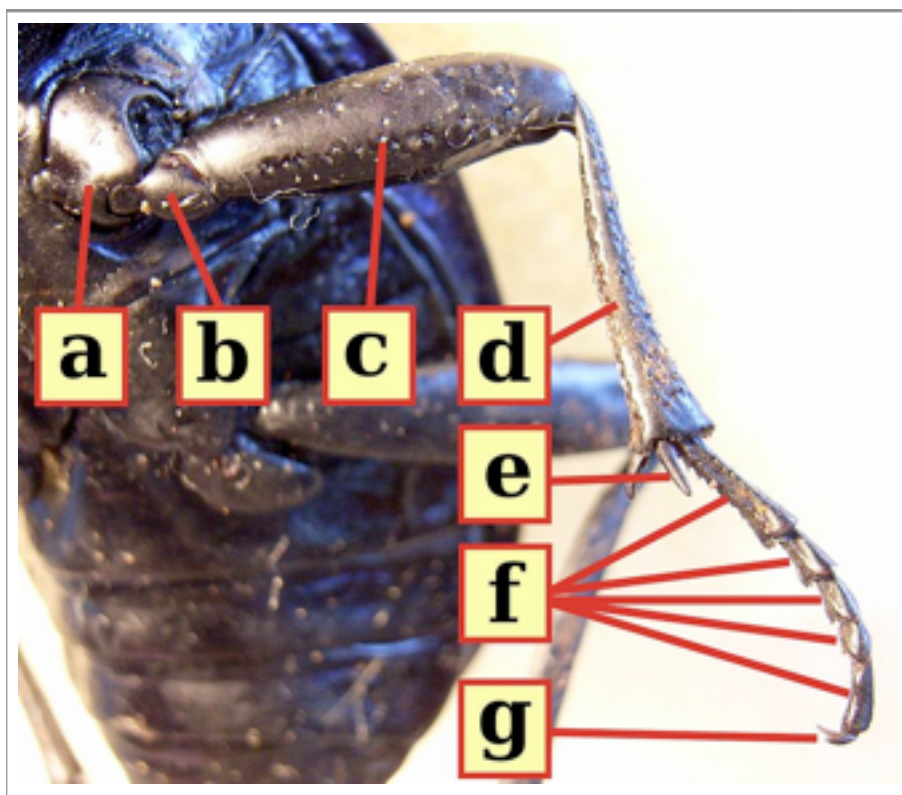


Figura n.5 - Rappresentazione schematica della zampa mesotoracica di un coleottero. **a**: coxa; **b**: trocantere; **c**: femore; **d**: tibia; **e**: speroni; **f**: tarsomeri; **g**: unghie. (Di original author of picture: User:Sigga, included legend by Giancarlo Dessi - self-made (derived from Image:Procerus middle leg.jpg), [Pubblico dominio](#)).

L'**addome** o metasoma è la terza regione morfologica del corpo degli insetti, derivata dall'organizzazione degli ultimi somiti (da 6 a

12), generalmente a partire dal 10° segmento o anello (urite), dopo quelli toracici. Questi segmenti sono costituiti da uno scudo dorsale (tergite) e da uno ventrale (sternite). Tali segmenti sono uniti lateralmente tra loro da membrane (pleura) a livello delle quali si aprono le trachee (stigmi tracheali). Nell'addome, infine, sono presenti apodemi dorsali e ventrali di ridotto sviluppo.

L'**apparato muscolare** degli insetti è costituito da muscoli in linea di massima striati; le fibrille non contrattili (tonofibrille) fungono da tendini e consentono ai muscoli di aderire alla cuticola sia dell'esoscheletro che dell'endoscheletro. I muscoli degli Insetti sono migliaia. I muscoli si distinguono in scheletrici e viscerali: i primi assumono i nomi dal loro percorso o dalla loro funzione e sono, di solito, pari e simmetrici. I muscoli (detti anche somatici) sono responsabili dei movimenti delle appendici e delle regioni del corpo. La muscolatura viscerale è associata agli organi interni ed è solo in parte costituita da fibre muscolari lisce.

L'**apparato respiratorio** e la **fisiologia respiratoria** degli Insetti rappresentano un sistema particolarmente complesso per le sue peculiarità. L'apparato respiratorio è costituito da un sistema tracheale. Il sistema di scambio di gas non si basa sul trasporto dell'ossigeno per mezzo di un pigmento. Alcuni insetti hanno emoglobina, mentre in altri alcune forme di emocianina svolgono il ruolo di trasporto dell'ossigeno. L'apparato respiratorio consiste in un sistema di tubi ramificati (trachee) e di aperture verso l'esterno denominate spiracoli. Alcuni insetti e certe larve di vespe mancano di un sistema tracheale: lo scambio gassoso avviene attraverso il tegumento. Gli spiracoli rappresentano delle aperture verso l'esterno; alcuni insetti posseggono spiracoli atriati che consentono la chiusura dell'apertura, impedendo la perdita di acqua e l'ingresso di agenti patogeni e parassiti.

Le **trachee** sono tubi di calibro piuttosto grande che, ramificandosi, diventano sempre più piccoli e ancora più piccoli man mano che penetrano in profondità all'interno dei tessuti dell'insetto. Queste

strutture sono, inoltre, rivestite da una intima che si rinnova ad ogni muta. Nelle trachee più piccole manca la chitina.

I **sacchi aerei** sono, generalmente, prerogativa degli insetti volanti. Si pensa che possano essere strutture polifunzionali (aumento di volume d'aria durante gli scambi gassosi, riduzione del peso specifico durante il volo e maggiore spazio lasciato alla crescita degli organi interni).

Le **tracheole** sono i rami più piccoli delle trachee al cui livello avvengono gli scambi gassosi: le tracheole aumentano l'area della superficie (in un grande larva del baco da seta ci sono 1,5 milioni di tracheole). Due sono i tipi di respirazione negli Insetti: il sistema aperto si trova nella maggior parte degli insetti terrestri ed in molte forme acquatiche e sono presenti una o più coppie di spiracoli che, generalmente, sono situate a livello del mesotorace; il sistema chiuso è, invece, appannaggio di molti insetti acquatici e di larve di specie endoparassitarie, inoltre in questo sistema di respirazione mancano gli spiracoli e lo scambio gassoso tra il sistema tracheale e la trachea e l'ambiente avviene direttamente attraverso il tegumento.

La **fisiologia della respirazione** negli insetti presenta due tipi di ventilazione – la ventilazione passiva e la ventilazione attiva. Nella prima, l'insetto non impiega il “pompaggio” o altri movimenti per aiutare il passaggio dei gas dentro e fuori le trachee. L'insetto può controllare il flusso aprendo e chiudendo gli spiracoli. Questo tipo di respirazione, generalmente, è efficace per gli insetti più piccoli e quelli con sacche d'aria ben ventilati. Nella ventilazione attiva, l'insetto aumenta la circolazione dell'aria mediante movimenti di pompaggio dell'addome, del torace e oltre che di protrazione e retrazione della testa.

Generalmente, gli insetti più grossi e/o più attivi necessitano di grandi volumi di gas per effettuare gli scambi ed i movimenti del corpo sono coordinati con l'apertura e la chiusura degli spiracoli al fine di produrre un flusso unidirezionale di gas attraverso il corpo. L'aria si muove nell'animale attraverso gli spiracoli toracici e, fuori dal corpo, tramite gli spiracoli addominali.

Negli insetti acquatici immaturi, invece, la ventilazione si basa su sistemi tracheali chiusi e sulla diffusione interamente passivo dei gas attraverso il tegumento sia dentro che fuori le trachee. Molti Emipteri acquatici e Coleotteri trasportano l'aria sotto forma di bolle. Queste bolle sono tenute in posizione da peli idrofughi, mentre la forma del corpo ne consente l'immagazzinamento.

La respirazione negli insetti avviene su base di meccanismi differenti da quelli dei vertebrati. La caratteristica principale è fornita dalla dinamica ovvero dal meccanismo d'assunzione di ossigeno e della eliminazione dell'anidride carbonica. Una volta effettuata l'inspirazione, gli insetti chiudono gli stigmi e l'aria si diffonde attraverso la rete tracheale. È la catena dei gangli ventrali che controlla l'inspirazione, in particolare quelli addominali, che agiscono in base al rapporto ossigeno/anidride carbonica. L'espiazione, invece, è attiva. A differenza che nei vertebrati, alla inspirazione non si alterna l'espiazione, la quale può avvenire anche dopo diverse ore.

L'anidride carbonica viene eliminata in parte attraverso il tegumento a livello delle membrane intersegmentali e delle articolazioni. La chiusura degli stigmi – la cui apertura è regolata dall'umidità ambientale – evita la disidratazione (evaporazione), inoltre la loro chiusura protegge gli insetti dall'asfissia prodotta dagli insetticidi.

Sulla base del tipo di respirazione ed al numero degli stigmi, gli insetti si dividono in:

Denominazione insetti	Numero di paia di stigmi		
	Torace	Addome	Totale
Apneusti	0	0	0
Propneusti (oligopneusti)	1	0	1
Metapneusti (oligopneusti)	0	1	1
Anfipneusti (oligopneusti)	1	1	2
Oligopneusti sensu lato	0-1	0-3	1-4
Polipneusti	1-2	4-8	5-9
Olopneusti	2	8	10
Iperpneusti	2	9	11

Tabella n.1 - Classificazione insetti secondo il tipo di respirazione. Apparato respiratorio degli insetti - da Wikipedia, pubblico dominio.

L' **apparato digerente** degli insetti è caratterizzato da:

1. **Porzione cefalica** (anteriore) dell'intestino primitivo o anteriore (stomodeo)

Negli insetti succhiatori, come gli appartenenti alla specie *Lepidoptera* e *Hemiptera*, e in molti Ditteri, la bocca possiede una faringe modificata in apparato succhiatore simile ad una pompa. La porzione posteriore della faringe è costituita dall'esofago che, di solito, è modificato per formare una sacca o area di deposito. Alcuni gruppi hanno una sacca modificata dilatabile (*Lepidoptera*, *Imenoptera* e *Ditteri*) che permette un'ulteriore capacità di immagazzinamento. In posizione posteriore alla sacca o gozzo si trova il proventricolo, struttura che contiene dentelli sclerotizzati simili a denti: aiutano a macinare il cibo.

Tuttavia, alcuni insetti che si alimentano di sostanze liquide mancano del proventricolo. La valvola stomodeale consente la regolazione del flusso di materiale dalla porzione anteriore dell'intestino a quella mediana, di solito, demarcandone il confine. L'intestino anteriore è rivestito da uno strato chitinoso protettivo (intima).

In molti insetti, tale rivestimento dell'intestino potrebbe venire lacerato dalla assunzione di foglie spinose. L'intima impedisce l'assorbimento dei principi nutritivi.

2. Intestino medio (mesentero)

In molti insetti, la valvola della porzione cefalica dell'intestino primitivo è associata alle valvole cieco gastriche, diverticoli dell'intestino che producono enzimi digestivi ed aumentano l'area della superficie. L'intestino medio non è rivestito dall'intima come la porzione cefalica e l'assorbimento dei principi nutritivi avviene nel ventricolo. Come spesso avviene in molti altri animali, l'intestino subisce modificazioni a causa del tipo di cibo con il quale si alimenta.

3. Intestino posteriore (proctodeo)

Nell'intestino posteriore confluisce anche l'apparato escretore poiché i tubuli del Malpighi s'inseriscono nella regione pilorica. Posteriormente ai tubuli malpighiani si trova l'intestino anteriore e il retto costituito da una robusta muscolatura, che termina nell'ano ed è costituito da una robusta muscolatura. Il retto consente l'eliminazione del materiale fecale: l'acqua e alcune molecole piccole vengono spostate dall'intestino nell'intestino posteriore, motivo per cui gli insetti producono feci secche. Sia l'intestino anteriore (stomodeo) che posteriore (proctodeo) sono rivestiti da uno strato chitinoso sclerotizzato che viene eliminato durante la muta.

Le cellule dell'epitelio intestinale si continuano con quelle del tegumento; per consentire la muta, poco prima che questa avvenga, l'insetto accumula aria o acqua nell'apparato digerente per aumentare la pressione interna della emolinfa e consentire la rottura della cuticola.

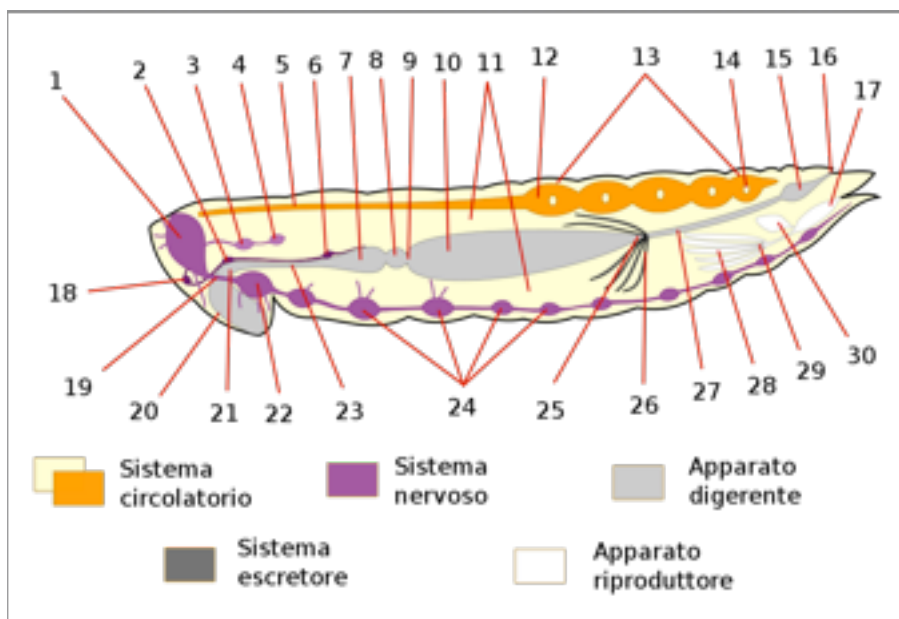


Figura n.6 - Rappresentazione schematica dell'anatomia di un insetto femmina (non sono riportati i sistemi respiratorio, secretore e muscolare): 1. Cerebro; 2. Ganglio ipocerebrale; 3. Corpo allatum; 4. Corpo faringeo; 5. Aorta; 6. Ganglio stomacale; 7. Ingluvie; 8. Ventriglio; 9. Valvola cardiaca; 10. Mesentero; 11. Emocele; 12. Ventricolite; 13. Cuore; 14. Ostiolo; 15. Retto; 16. Ano; 17. Vagina; 18. Ganglio frontale; 19. Cingolo periesofageo; 20. Epifaringe; 21. Faringe; 22. Gnatocerebro; 23. Esofago; 24. Gangli ventrali; 25. Valvola pilorica; 26. Tubi malpighiani; 27. Proctodeo; 28. Ovariolo; 29. Ovario; 30. Spermateca. (di Giancarlo Dessì - Opera propria, CC BY-SA 3.0, [Wikipedia](https://it.wikipedia.org/)).

L'**apparato circolatorio** degli insetti è un sistema aperto nel quale la maggior parte del “sangue” o emolinfa non si trova nei vasi. L'emolinfa bagna gli organi nella cavità corporea o emocele. Per il trasporto di ossigeno, gli insetti non usufruiscono del sistema circolatorio, ma di un sistema tracheale (vedere sopra): l'emolinfa entra nel vaso dorsale o cuore attraverso piccole aperture chiamate osti. L'emolinfa viene pompata verso la testa da dove poi ritorna nell'emocele. L'emolinfa serve da lubrificante per il movimento delle strutture interne vicine le une alle altre. L'emolinfa consente il trasporto di varie sostanze da un tessuto all'altro.

Nell'emolinfa si rinvengono cellule specializzate che fagocitano o incapsulano particelle estranee. Tali cellule sono molto importanti nel sistema immunitario degli insetti. L'emolinfa è il mezzo idraulico mediante il quale l'insetto è in grado di applicare una pressione al momento della muta che gli consente di estroflettere ghiandole e di contrarre la muscolatura in modo da opporsi alla pressione idrostatica all'interno dell'emocele.

L'apparato circolatorio è, quindi, costituito da un emocele o lacunoma che si divide in 3 seni pericardici, da un cuore e da cellule pericardiche. Rispetto ai vertebrati, gli insetti e gli artropodi invertono la dislocazione dei sistemi assili: l'apparato circolatorio e il sistema nervoso periferico assumono rispettivamente una posizione dorsale e ventrale, mentre l'apparato digerente si disloca in posizione centrale. Pur mantenendo alcune analogie, la struttura anatomica differisce marcatamente da quella dei vertebrati anche se, spesso, si tende a mutuare, per attinenza, la terminologia specifica di organi e apparati.

La base funzionale del **sistema nervoso** degli insetti è il neurone o cellula nervosa che è costituito da un corpo cellulare, da uno o più assoni e dendriti. I neuroni degli insetti sono di tre tipi: i neuroni unipolari che hanno un unico prolungamento (assone) che si diparte dal corpo cellulare; i neuroni bipolari muniti di un assone e di una dendrite singolo o ramificato e i neuroni multipolari con un assone e molti dendriti ramificati. Il sistema nervoso centrale è costituito da una doppia catena di gangli uniti da connettivi longitudinali. Il ganglio anteriore è il cervello. Il cervello si connette alla catena dei gangli ventrali mediante due filamenti di tessuto connettivo che corrono intorno alla faringe. Il cervello si collega agli occhi, agli ocelli e alle antenne. Il ganglio subesofageo è molto complesso e innerva gli organi di senso e muscoli associati all'apparato boccale, alle ghiandole salivari, e alla regione del collo. In molti insetti, il ganglio subesofageo funge da ganglio eccitatorio inibitorio primario o influenza tutta l'attività motoria dell'insetto. Il ganglio frontale collega il cervello al sottosistema stomatogastrico. Il ganglio ipocerebrale è

associato a due ghiandole endocrine una delle quali è il *corpus allatum* che produce l'JH (ormone giovanile). I gangli toracici contengono i centri sensoriali e motori per i loro rispettivi segmenti. In alcuni insetti, questi tre gangli sono fusi in uno solo. Nello stato ancestrale, ogni segmento addominale possiede un ganglio con il ganglio finale associato ai genitali. Il sistema nervoso viscerale è rappresentato dal sottosistema stomatogastrico costituito dal cervello, dalle ghiandole salivari e dall'intestino primitivo anteriore (intestino anteriore), comprendente anche il ganglio frontale e il ganglio ipocerebrale.

I nervi associati con il cordone nervoso ventrale rappresentano il sottosistema dei visceri ventrali, mentre il sottosistema viscerale caudale è associato con i segmenti posteriori dell'addome (regione caudale) compreso il sistema riproduttivo. Il sistema nervoso periferico è caratterizzato da tutti i nervi con sinapsi nel sistema nervoso centrale e viscerale.

Questi nervi sono associati a strutture sensoriali.

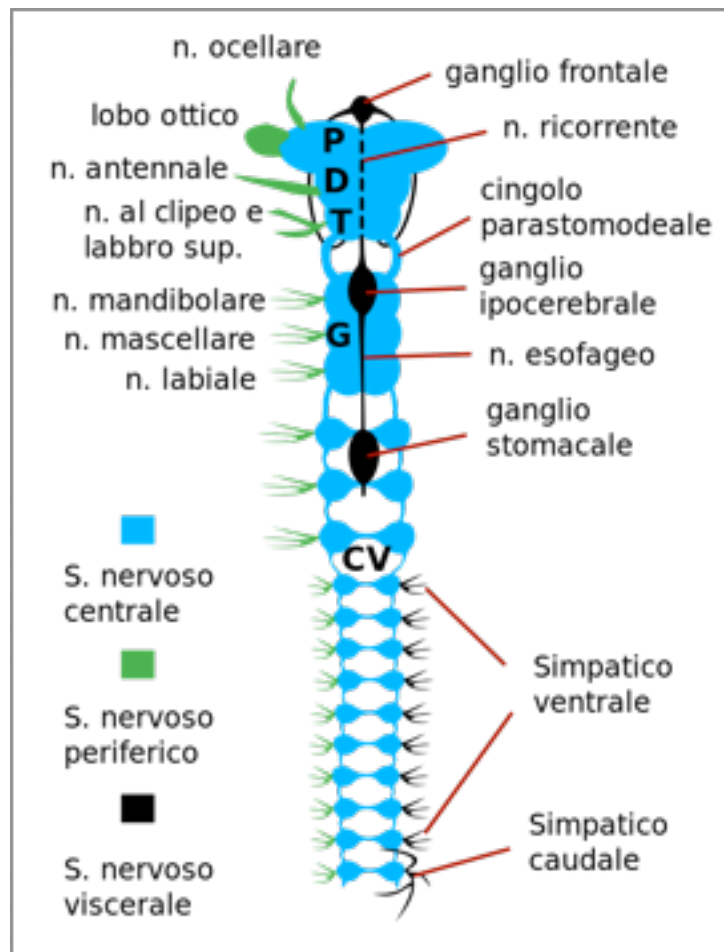


Figura n.7 - Rappresentazione schematica dell'apparato nervoso degli insetti. P: protocerebro; D: deutocerebro; T: tritocerebro; G: gnatocerebro; CV: catena gangliare ventrale (di Giancarlo Dessì - Opera propria, CC BY-SA 3.0, [Pubblico dominio](#)).

L'**apparato escretore** ha la funzione di mantenere l'omeostasi dell'insetto. L'emolinfa ripulisce l'organismo dai cataboliti, di solito, azoto e tossine, e regola la concentrazione di sale e acqua. I tubuli di Malpighi e l'intestino posteriore (proctodeo) fanno parte dell'apparato escretore degli insetti. I tubuli malpighiani (da 2 a più di 250) sono attaccati all'intestino e fluttuano liberamente nell'emocele e vengono bagnati dall'emolinfa.

L'**apparato riproduttore** è situato nell'addome e subisce una netta differenziazione nei due sessi: i maschi presentano strutture atte alla spermatogenesi e alla copula. Generalmente, le femmine degli Insetti sviluppano, invece, strutture adibite alla ovogenesi, atte ad ospitare sia spermatozoi che uova fino alla fecondazione ed, infine, alla loro deposizione dopo un certo periodo di tempo. Di solito, i sessi sono separati, ma possono verificarsi casi di coesistenza di caratteri sessuali di entrambi i sessi, per lo più secondari. L'ermafroditismo vero e proprio è rarissimo ed è stato accertato solo nella specie *Icerya purchasi* e in alcuni Ditteri. L'apparato genitale si differenzia distintamente in maschile e femminile. In entrambi, le gonadi (interne alla cavità addominale) sono di origine mesodermica, mentre quelle esterne e i gonodotti sono di origine ectodermica. Quindi, l'apparato genitale è costituito da:

Gonadi, organi pari: testicoli, comprendenti i canali deferenti, il dotto eiaculatore e l'organo copulatore (maschio) e ovari (femmina) dove avviene la moltiplicazione delle cellule germinali e la maturazione dei gameti;

Gonodotti, organi pari: associati alle gonadi, si differenziano nei vasi deferenti (maschio) e negli ovidotti laterali (femmina), rispettivamente;

Gonodotto comune: originato dalla confluenza dei gonodotti pari, si differenzia nel dotto eiaculatore (maschio) e nella vagina (femmina). La parte impari, formata dalla confluenza dei canali deferenti o delle vescicole seminali, è un dotto escretore comune, detta dotto eiaculatore o canale eiaculatore, che comunica con l'apertura genitale. La parte comune può mancare per cui, in questo caso, questi insetti presentano due distinte aperture genitali;

Ovopositore è l'organo genitale esterno femminile formato da processi dell'urosterno degli uriti VIII e IX intorno all'apertura esterna della vagina, detta vulva.

Ovopositore di sostituzione. È presente in alcuni gruppi di Insetti che mancano dell'ovodepositore. È una struttura caratterizzata da altri

organi, estranei all'apparato riproduttore femminile, ma integrati funzionalmente con esso.

Gonapofisi o armature genitali: rappresentano gli organi genitali esterni, formati da processi del tegumento che si sviluppano attorno all'apertura genitale, e si differenziano, rispettivamente, nell'organo copulatore (maschio) e nell'ovopositore (femmina). Alcuni Insetti possono non presentare le gonapofisi;

Ghiandole accessorie (da 1 a 3). Sono associate al gonodotto comune ed ai canali deferenti e sboccano nel loro tratto terminale (vescicola seminale): hanno forma e struttura varie. Il loro secreto ha, generalmente, funzioni trofiche (nutrimento e facilitazione del movimento) per gli spermatozoi, mentre nelle femmine possono avere differenti funzioni, come, ad es., intervenire nel corso dell'ovideposizione.

Negli insetti primitivi, dove la riproduzione non avviene attraverso la copula, gli spermatozoi sono trasferiti dal maschio alla femmina racchiusi in capsule, dette spermatofori. In questo caso, il secreto forma il liquido seminale interno e la parete stessa degli spermatofori.

Negli Insetti, l'apparato genitale maschile è caratterizzato dall'edeago, che rappresenta l'organo genitale esterno. È caratterizzato dalla differenziazione, da parte del tegumento, in corrispondenza del IX urite, dell'armatura genitale intorno all'apertura genitale vera e propria. La sua funzione è quella di favorire la copula e facilitare il trasferimento degli spermatozoi nell'apparato riproduttore femminile. La forma e lo sviluppo dell'organo copulatore cambiano a secondo delle specie di insetti. In generale, l'organo copulatore è costituito da una parte prossimale, detta fallobase, e da una parte distale, il pene. Quest'ultimo forma un'invaginazione, detta endofallo, in cui sbocca il dotto eiaculatore e che si estroflette all'occorrenza.

L'apparato genitale femminile negli Insetti è composto da due ovari, ovidotti laterali, ovidotto comune e ovopositore, a cui si associano le ghiandole accessorie e la spermateca.

Gli ovari sono composti da elementi tubulari, detti ovaroli. Il numero degli ovaroli è estremamente variabile, secondo il gruppo sistematico (da 1 a centinaia o migliaia). La vagina rappresenta il tratto terminale dell'ovidotto e svolge la duplice funzione di organo copulatore e di espulsione delle uova oppure di solo quest'ultima funzione. In ogni caso è caratterizzata da una tunica muscolare che ha lo scopo di favorire l'espulsione delle uova. In alcuni insetti, in particolare nei Lepidotteri, la funzione di organo copulatore è svolta da un diverticolo della vagina, detto borsa copulatrice, dotato uno sbocco esterno indipendente.

La spermateca è un diverticolo della vagina, a fondo cieco, nel quale vengono conservati gli spermatozoi nel lasso di tempo che intercorre tra l'accoppiamento e la fecondazione. Quest'intervallo di tempo, in alcuni casi, può essere particolarmente lungo e durare anche più anni, come si verifica negli insetti sociali. In questi casi la spermateca presenta un notevole sviluppo. Le ghiandole accessorie, di numero variabile, hanno lo sbocco nella vagina e producono secreti di varia natura. In base alle funzioni del secreto si possono distinguere in tre tipi: colleteriche, velenifere, spermofile.

Le ghiandole colleteriche sono il tipo principale e producono un secreto riversato all'esterno con l'ovopositore. A seconda della specie d'insetto ha, generalmente, scopi coadiuvanti nell'ovideposizione, come collante, aggregante, componente di ooteche, ecc. ed è, di solito, composto da sostanze insolubili in acqua. In diverse specie, le ghiandole colleteriche rientrano nella tipologia delle ghiandole sericipare, casi in cui la seta è impiegata nell'ovideposizione.

Le ghiandole velenifere sono presenti in alcuni gruppi di insetti e secernono una sostanza ad azione istaminica, neurotossica o fitotossica. Negli Imenotteri Apocriti esse svolgono funzioni differenti a seconda dei gruppi o delle specie. Nei Terebranti, il veleno ha un'azione sull'ospite in cui si svilupperanno le larve: più precisamente, nei fitofagi (ad es. Cinipidi, alcuni Calcidoidi, ecc.) produce reazioni istologiche specifiche nei tessuti vegetali, provocando la formazione

di galle; nei parassitoidi (= o parassita protelico, è un organismo vivente che instaura con un altro individuo, detto ospite, affine dal punto di vista tassonomico, sia ectofagi sia endofagi, nda), il veleno ha un'azione neurotossica sulla vittima, provocandone la paralisi. Negli Imenotteri Apocriti (che comprendono sia i Terebranti che gli Aculeati), l'ovopositore può penetrare anche materiali di una certa consistenza come il legno e la corteccia degli alberi, la cuticola di altri insetti, la pelle dei mammiferi. Questa proprietà è dovuta alla sclerificazione delle prime e seconde valve. In particolare, le prime valve, fondendosi, formano una guaina nella quale scorrono le seconde valve. Le terze valve, invece, poco sclerificate, formano una sorta di astuccio che protegge le altre valve quando sono riposte. A questa struttura si aggiungono due coppie di processi degli urosterniti, detti valviferi. La prima coppia è originata dal VIII urite, la seconda dal IX. Nei Terebranti, la struttura formata dalle prime e seconde valve (terebra) è usata per tre funzioni strettamente associate nell'atto dell'ovideposizione: penetrazione, emissione di un secreto, deposizione dell'uovo. Negli Aculeati, il secreto delle ghiandole velenifere integra la funzione dell'ovopositore nelle femmine sterili degli Imenotteri sociali. In questi insetti, l'ovopositore ha perso la sua primitiva funzione diventando uno strumento di offesa e difesa. Il secreto ha un'azione istaminica e produce effetti anche nei confronti dei vertebrati.

Le ghiandole spermofile sono presenti nelle specie in cui gli spermatozoi sono conservati per tempi più o meno lunghi nella spermateca. Il loro secreto ha funzioni trofiche in quanto forma un liquido nutritivo in cui vengono mantenuti gli spermatozoi fino al momento della fecondazione.



Figura n.8 - Femmina di *Rhyssa persuasoria* (Hymenoptera: Ichneumonidae), durante l'ovideposizione. (Di Paweł Strykowski - <http://www.strykowski.net>, CC BY-SA 2.5, [Wikipedia](#)).

Negli Aculeati, la terebra perde la sua primitiva funzione di ovideposizione perché la vagina non è più connessa fisicamente all'ovopositore, mentre quest'ultimo si trasforma in un organo di offesa-difesa, detto aculeo o, più comunemente, pungiglione. L'aculeo, a differenza della terebra, è retrattile e in posizione di riposo è localizzato dentro l'addome, da cui viene estroflesso al momento dell'uso.

Lo sbocco dell'apparato genitale è situato a livello dell'urite IX e, in molte specie, sono presenti strutture con la stessa funzione di un ovopositore (ma di sostituzione). L'ovopositore di sostituzione non deve essere confuso con il pigidio, formato dal tergite del X urite, dove invece sbocca l'ano, che a causa della sua posizione può venire confuso con un ovopositore di sostituzione.

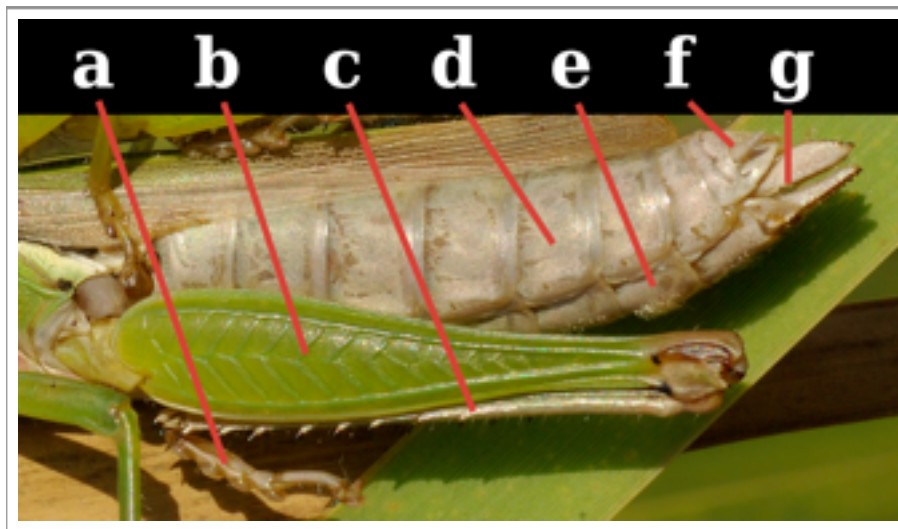


Figura n.9 - Addome di una femmina di Ortottero: **a**: tarso; **b**: femore; **c**: tibia; **d**: urotergo; **e**: urosterno; **f**: cerco; **g**: ovopositore. (di Giancarlo Dessi (original author of picture: User:Alvesgaspar) - self-made (derived from image: *Acrididae* grasshopper-1.jpg), CC BY 2.5, [Wikipedia](#)).

Negli insetti, i sessi sono ben distinti, con maturità sessuale raggiunta allo stadio di adulto, seguita dal corteggiamento, accoppiamento e deposizione delle uova. Il corteggiamento e la copula consistono in emissioni feromoniche, afrodisiache, segnali luminosi e/o acustici, danze, offerte di cibo, il che consente il trasferimento degli spermatozoi liberi o racchiusi negli spermatofori. Questi possono essere abbandonati sul substrato e raccolti dalla femmina anche senza alcun accoppiamento.



Figura n.10 - Accoppiamento di due cavallette. (Di Laitche Link to My Website. - Opera propria, Wikipedia, [Pubblico dominio](#)).

La schiusa dell'uovo ha inizio quando, concluso lo sviluppo embrionale con la formazione del giovane individuo che, rompendo gli involucri dell'uovo, ne fuoriesce oppure ne digerisce una parte, grazie all'azione degli enzimi secreti dai pleuropodi. La rottura degli involucri, generalmente, avviene senza modalità prefissate oppure lungo linee predeterminate di minore resistenza, che decorrono circolarmente intorno al polo cefalico, o anche radialmente, longitudinalmente, ecc. Per effettuare tale rottura l'insetto può ricorrere, ad esempio, alle appendici boccali, oppure può deglutire aria e gonfiarsi, contrarre la muscolatura somatica, ricorrere all'ausilio di un'ernia sanguigna (ampolla cervicale), o anche avvalersi di un particolare apparato (*ruptor ovi*) formato da parti maggiormente

sclerificate del tegumento oppure da formazioni odontoidi, spiniformi, serrulate, ecc. Tali apparati possono appartenere all'esuvia embrionale o essere propri del nascituro. Nel primo caso vengono abbandonate, con l'esuvia, nell'interno del corion o poco dopo lo sgusciamiento, nel secondo, più frequente, si perdono con la prima muta.

Lo sviluppo postembrionale negli insetti è un processo di trasformazione in più fasi che ha inizio con l'uscita della neanide, o della larva, dagli involucri protettivi dell'uovo (corion ed altre membrane embrionali) e si conclude quando l'insetto ha raggiunto l'età adulta.

Riquadro 2 - La metamorfosi

Tutti gli insetti modificano il loro esoscheletro nelle fasi di sviluppo da uovo ad adulto. Nei più primitivi il cambiamento è graduale e la metamorfosi è detta "incompleta", mentre, nei più moderni, il cambiamento è spesso radicale e la metamorfosi è detta "completa".

Metamorfosi incompleta o emimetabolia

L'individuo nello stadio giovanile è detto neanide; è molto simile all'adulto, ma è privo di ali e organi riproduttivi. Le ali si sviluppano gradualmente con una serie di mute durante lo stadio di ninfa e sono contenute in apposite strutture lungo i lati del corpo. Durante la muta finale avviene la completa apertura delle ali. Negli insetti acquatici, le ninfe possono non essere simili agli adulti e sono mobili. Tipica di scarafaggi, cavallette, cimici, ecc.

Metamorfosi completa o olometabolia

L'individuo allo stato giovanile è detto larva ed è totalmente diverso dall'adulto e presenta un corpo segmentato e dall'aspetto vermiforme (bruco). La larva si nutre continuamente grazie ad un apparato boccale masticatore e passa attraverso diverse mute, fino a raggiungere lo stadio larvale definitivo. A questo punto smette di nutrirsi, cerca un luogo idoneo dove impuparsi e proteggersi nello stadio successivo tessendo un bozzolo di terra o fibre masticate. Durante lo stadio di pupa (o crisalide) i tessuti larvali vengono distrutti e rimangono piccoli gruppi di cellule detti *dischi immaginali* che danno origine agli organi dello stadio adulto. Infine, l'adulto si libera dal bozzolo e, in certi casi, dall'involucro pupale utilizzando gli apparati quali zampe e mandibole oramai completamente formati. La fisiologia della metamorfosi è un complesso fenomeno di correlazione umorale (rapporti tra ormoni).

Negli Insetti olometaboli, all'approssimarsi della muta larva-larva, larva-pupa e pupa-adulto, si verifica una serie di "scadenze ormonali" messe in azione dal sistema nervoso periferico. Una descrizione schematica semplificata è caratterizzata dal passaggio di uno di questi stadi, dalla pars intercerebralis alla parte di neuropeptide detta ormone cerebrale protoracotropico che per via nervosa consente di raggiungere le ghiandole protoraciche inducendole a secernere un ecdisteroide (ormone della muta) che mette in moto la produzione della nuova cuticola. Questo ormone è detto anche ormone della metamorfosi in quanto è in grado di iniziare le trasformazioni che consentono il passaggio della larva allo stadio adulto attraverso lo stadio pupale. L'ormone giovanile (neotenina, JH), secreto dai corpi allati, sotto lo stimolo di un secondo ormone cerebrale detto allatotropina impedisce che si formino adulti anomali o troppo piccoli o sessualmente troppo immaturi. Fino all'ultima età larvale, ad ogni muta larva-larva, l'ormone della muta e l'ormone giovanile sono entrambi presenti nell'emolinfa e l'espressione dei caratteri dell'adulto, indotta dal primo, è rimandata per la presenza del secondo ormone che agisce da repressore dei caratteri dell'adulto a livello dei geni contenuti nei cromosomi. La trasformazione della larva matura in pupa avviene ad opera dell'ormone della muta in presenza di una minore quantità di ormone giovanile e quella della pupa in adulto avviene ad opera dello stesso ormone della muta, questa volta in assenza dell'ormone giovanile. In questa fase, la scomparsa dell'ormone giovanile è dovuta sia a un terzo ormone cerebrale detto allatostatina, che blocca l'attività dei corpi allati, sia per la comparsa, nell'emolinfa, di una esterasi dell'ormone giovanile secreto dal tessuto adiposo, la quale decompone questo ormone ancora in circolo.

Ametabilia

Si verifica negli insetti primitivamente atteri (Tisanuri): gli stadi giovanili non presentano alcuna differenza morfologica rispetto agli adulti. Lo sviluppo avviene con mute senza metamorfosi (Belluco, 2009)

Diapausa

La diapausa è il periodo di dormienza che interrompe lo sviluppo in un qualsiasi momento tra l'uovo e l'adulto. Tale periodo può andare da alcuni giorni a mesi o anni. La diapausa è indotta da avverse condizioni ambientali (d. facoltativa) oppure può essere caratteristica di una fase del ciclo biologico (d. obbligatoria).

La diapausa può manifestarsi in estate (estivazione) o in inverno (svernamento).

La quiescenza avviene quando lo sviluppo rallenta (Belluco, 2009; www.insetti.org).



Figura n.11 - Esuviamento di una cicala (Wikipedia: Insecta; foto presunta di Forestman [Pubblico dominio](#)).

La **muta** e l'**esuviamento** scandiscono il ritmo dello sviluppo embrionale ed è il fenomeno più evidente di accrescimento dimensionale di un insetto. L'intervallo di tempo tra una muta e l'altra rappresenta l'età. L'**età**, meglio il numero di età, generalmente, è prefissata per ogni specie, ma può dipendere anche da condizioni ambientali esterne; lo sviluppo di un individuo femminile può richiedere un'età in più rispetto a quello di un individuo maschile. L'evento determinante della muta è rappresentato dal cambio di cuticola, indotto da uno stimolo cerebrale, che determina una proliferazione delle cellule dell'epidermide e l'aumento delle dimensioni degli enociti.

A causa di questi fenomeni la cuticola si stacca dall'epidermide e viene prodotto il liquido esuviale da parte delle ghiandole delle mute;

questo liquido s'insinua nell'intercapedine tra la vecchia cuticola, provocandone il graduale assottigliamento e scioglimento e idrolizzerà le sostanze che successivamente verranno utilizzate per la produzione della nuova cuticola. Il momento ideale per la muta vera e propria è spesso determinato dalle condizioni ambientali (temperatura, umidità, pressione atmosferica).

Quindi la cuticola residua verrà rotta in corrispondenza di linee di minore resistenza (suture) grazie all'azione esercitata da un aumento della pressione dell'emolinfa. L'insetto fuoriesce così dall'esuvia protetto dal nuovo strato cuticolare che si è formato in concomitanza con lo scioglimento del vecchio e con parte delle sostanze recuperate. Il risultato di tale cambiamento sarà un insetto simile quello della precedente età, ma di maggiori dimensioni.

Tale cambiamento morfologico comporta significative modifiche biochimiche non apprezzabili ad occhio nudo, ma necessarie perché l'individuo evolva nello stadio adulto.

La metamorfosi implica una cascata di modificazioni genetiche d'organo, mediante le quali gli insetti che sono animali a sviluppo indiretto acquisiscono la loro organizzazione definitiva di adulto. Negli insetti, la metamorfosi è un processo breve, irreversibile e complesso che coinvolge fenomeni di istolisi (distruzione cellulare dei tessuti), istogenesi (creazione di nuovi tessuti) e marcate modificazioni. Essa è caratterizzata da due periodi di muta; la *muta ninfale* e la *muta immaginale*. La metamorfosi comincia al culmine della muta ninfale, mentre fenomeni istogenetici assicurano la formazione degli organi propri dell'adulto.

L'organogenesi inizia da organi già esistenti oppure da strutture in stato di quiescenza durante gli stadi larvali chiamati *dischi immaginali*. Il processo di differenziazione dei nuovi tessuti richiede la presenza di cellule poco differenziate o del tutto indifferenziate: gli isteoblasti, che proliferano e si differenziano secondo i piani genetici. I fenomeni di istolisi riguardano i soli organi o i tessuti larvali (tubo digerente, muscoli, trachee, epidermide, ghiandole, ecc..) e sono

determinati dall'attivazione dei lisosomi (enzimi capaci di distruggere i tessuti).

In questo tipo d'insetti, la metamorfosi si attua con un certo numero di cambiamenti spettacolari (ad es. comparsa delle ali), o discreti (ad es. variazione della composizione proteica della cuticola o rimodellamento sinaptico) e l'apoptosi cellulare a livello del sistema nervoso centrale.

L'inizio della metamorfosi coincide con la rimozione dell'azione inibitoria dovuta alla secrezione dell'ormone giovanile (JH) durante tutta la vita larvale.

Tuttavia, la metamorfosi è un perfetto equilibrio ormonale tra l'ormone della muta (ecdisione), che è uno steroide appartenente alla categoria degli ecdisteroidi (da Internet, Wikipedia), e la neotenina o ormone giovanile (JH) che interferisce con l'azione dell'ecdisione impedendone l'effetto induttivo della metamorfosi. “In altri termini, in presenza di neotenina, l'ecdisione stimola la muta senza che si abbia la metamorfosi, perciò l'insetto cresce di dimensioni mantenendo la morfologia dello stadio giovanile (larvale o ninfale)” (da Wikipedia). Nel corso dell'ultimo stadio larvale, la secrezione del JH viene interrotta da uno stimolo inibitorio proveniente dal cervello. La concentrazione particolarmente bassa del JH stimola la produzione dell'ormone protoracicotropo (PTTH) che a sua volta induce la secrezione dell'ormone della muta da parte della ghiandola protoracica. Dopo la metamorfosi, il riassorbimento della ghiandola protoracica (ghiandola larvale) blocca la produzione dell'ecdisione.

Col termine metamorfosi (*sensu lato*) s'indica il complesso di trasformazioni e di modificazioni che gli insetti subiscono, durante lo sviluppo postembrionale, per raggiungere lo stadio definitivo di immagine. Tuttavia, questi processi sono molto variabili, a volte anche nei due sessi della medesima specie. Indipendentemente da qualsiasi considerazione d'ordine fisiologico, ontogenetico e filogenetico, i giovani insetti che fuoriescono dall'uovo si possono distinguere in due tipi: quelli che appaiono più o meno somiglianti

all'immagine (apterigoti ed esopterigoti) ed quelli che differiscono radicalmente dall'immagine stessa (endopterigoti). Per i primi, lo stadio giovanile è detto *neanide*; in quelli alati, alla neanide succede la *ninfa*, stadio in cui cominciano a spuntare le ali. Per i secondi, lo stadio giovanile è detto *larva*, al quale succede quello di *pupa*.



Figura n.12 - Neanide di *Elasmucha grisea* (*Rhynchota: Acanthosomatidae*). (di Tato Grasso - Opera propria (personal work), CC BY-SA 2.5, da internet: [Pubblico dominio](#)).

Gli stadi postembrionali sono caratterizzati da un soggetto giovane che fuoriesce dall'uovo in una forma più o meno simile a quella dell'adulto. Questa forma è denominata *neanide* in *sensu lato*. Quando la neanide presenta gli abbozzi alari si usa preferibilmente il termine di *ninfa*. Fatta eccezione per la mole, le proporzioni delle varie parti

del corpo e di qualche altro carattere, la neanide differisce poco dall'immagine primitiva, nonostante tra le varie specie si possano sottolineare alcune differenze significative. La neanide subisce un certo numero di mute, a seconda delle specie, mentre nelle forme alate evolve successivamente in ninfa.

Negli *insetti esopterigoti* che hanno immagini alate, dopo una o più mute della neanide, lo sviluppo postembrionale prevede la formazione graduale di ali visibili anche all'esterno del corpo. L'insetto prende il nome di ninfa e differisce appena dall'adulto; essa prosegue lo sviluppo e subisce un certo numero di mute.

Negli *insetti endopterigoti*, invece, le trasformazioni che avvengono nel corso dello sviluppo postembrionale sono più marcate (metamorfosi completa) e passano attraverso gli stadi di larva e pupa. La larva è una forma specializzata dello stato giovanile, molto diversa dall'adulto. Talvolta cresce smisuratamente, compie un numero vario di mute ma, fino a che non raggiunge la maturità, non subisce modificazioni fondamentali, poiché le differenze tra le diverse età riguardano i processi e le appendici tegumentali, le proporzioni dei vari tagmi, la costituzione di alcune appendici segmentali, ecc.

Tuttavia, fanno eccezione quelle modificazioni che riguardano le forme ipermetaboliche a più stadi larvali asincroni nettamente diversi. La larva presenta molte diverse forme nei vari Ordini e, in molti casi, presenta delle specificità tali da consentirne la determinazione ai fini sistematici.

Le *larve protopode* nascono da uova con pochissimo vitello e si sviluppano come endofaghe all'interno di uova o del corpo di altri insetti loro vittime, sviluppandosi, quindi, in un mezzo altamente nutritivo. Queste larve hanno una facies embrionale: posseggono, infatti, la parte anteriore del corpo più o meno grande, con capo distinto o meno dal torace e con appendici cefaliche e, a volte, toraciche rudimentali o anomale. L'addome non è segmentato oppure è suddiviso in pochi somiti e termina con processi caudali allungati, provvisti di spine o ramificati. La struttura anatomica è alquanto

semplificata: il sistema nervoso e quello respiratorio sono indifferenziati, il sistema digerente è allo stato embrionale.

La *larva polipode*, detta anche bruco o larva eruciforme (da *eruca* = bruco) a forma, generalmente, allungata e subcilindrica, tegumento molle, apparato boccale masticatore, antenne e zampe toraciche di modeste dimensioni, zampe addominali (pseudozampe o pseudopodi) in numero vario, sistema tracheale polipneustico.

I tipi più conosciuti si trovano per lo più nei Lepidotteri, nei Mecotteri, negli Imenotteri Sinfiti.

Le *larve oligopode* hanno forma varia, antenne più o meno sviluppate, apparato boccale masticatore, spesso modificato, zampe toraciche, generalmente, piuttosto lunghe; al IX urite portano spesso un paio di urogonfi ed il X è fornito, a volte, di pigopodio (= appendice impari presente sull'estremità posteriore del decimo urite, funziona da organo propulsore nel movimento; di ancoraggio; di pulizia).

La caratteristica generale comune è la presenza di zampe toraciche ben sviluppate, il corpo ben differenziato nei tre tagmi fondamentali (capo, torace, addome), la vita completamente autonoma. Sono state identificate alcune varietà di forme di larve oligopode con tipi morfologici specifici:

- *larva campodeiforme*, chiamata anche triungolino. Possiede cranio prognato, corpo allungato e, molto spesso, depresso; tegumento più o meno sclerificato, zampe di tipo cursorio o deambulatorio. È una larva agile, attiva ed, in genere, predatrice;



Figura n.13 - Larva campodeiforme di *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). (di James Lindsey at Ecology of Commanster, CC BY-SA 3.0, da internet [Pubblico dominio](#)).

- *larva onisciforme*, possiede corpo allargato nella zona mediana, con i segmenti più o meno sporgenti lateralmente e, talvolta, è capace di avvolgersi a palla;



Figura n.14 - Larva onisciforme di *Thanatophilus sp.* (Coleoptera: *Silphidae*). (di James Lindsey at Ecology of Commanster, CC BY-SA 3.0, da internet: [Pubblico dominio](#)).

- *larva cirtosomatica*, ha corpo tozzo e ricurvo, con zampe poco sviluppate o rudimentali, poco mobile, tegumento debole. Vive all'interno di substrati vivi o morti, come ad esempio il legno;



Figura n.15 - Larva cirtosomatica di *Curculionide* (Coleoptera). (di James Lindsey at Ecology of Commanster, CC BY-SA 3.0, da internet: [Pubblico dominio](#)).

- *larva melolontoide*, la quale prende il nome dal genere Melolontha. È considerata una particolare larva cirtosomatica (Coleotteri Scarabeidi); ha un corpo tozzo e ripiegato ventralmente, con zampe esili e poco funzionali e addome ingrossato posteriormente. È poco mobile, vive immersa in substrati di vario genere, come il terreno o materiali organici in decomposizione;



Figura n.16 - Larva melolontoide di *Oryctes nasicornis* (Coleoptera: Scarabaeidae). (di James Lindsey at Ecology of Commanster, CC BY-SA 3.0, da internet: [Pubblico dominio](#)).

- *larva elateriforme*. Prende il nome dalla famiglia degli Elateridi (Coleotteri). Ha un corpo lungo, più o meno cilindrico, generalmente con tegumento lucido e fortemente sclerificato.



Figura n.17 - Larva elateriforme di Elateride (Coleoptera).(da interne: pubblico dominio).

Le **larve apodi** costituiscono una categoria eterogenea che raccoglie le forme che in comune hanno la mancanza di zampe. Alcuni autori le indicano, genericamente, anche con il termine di vermiforme, altri usano, invece, questo termine per indicare un particolare tipo morfologico di larva apoda. La forma del loro corpo varia moltissimo come pure la costituzione delle appendici cefaliche.



Figura n.18 - Larva elateriforme di Elateride (Coleoptera).(di Pavel

Krok - Fotografia autoprodotta, CC BY-SA 3.0, da internet; [pubblico dominio](#)).

La *pupa* è uno stadio tipicamente quiescente ed afago, che mostra abbozzati e più o meno distinti gli organi e le appendici dell'immagine insieme a caratteristiche proprie e ad altre tipicamente arcaiche. La fase farata è l'intervallo di tempo, talvolta piuttosto lungo, compreso fra il distacco della cuticola e la fuoriuscita dell'adulto. In questo intervallo di tempo, l'insetto è già allo stadio d'immagine, ma è ancora rivestito dalla cuticola della pupa. Le caratteristiche proprie della pupa sono espresse da varie modalità adattative di alcuni organi e dalla presenza di strutture ed appendici tegumentali, di ornamentazioni plastiche (ad es.: tracheobranchie e zampe) riscontrabili in molti Tricotteri o di mandibole (Neurotteri, Mecotteri, Tricotteri, Lepidotteri primitivi), dalla formazione supplementare distale delle mandibole di alcuni Coleotteri Curculionidi, da spine, da raffi e/o da denticoli.

L'**alimentazione** degli insetti è varia e può mutare a seconda dello sviluppo del soggetto. La maggior parte degli insetti ha una alimentazione di tipo vegetale o animale (predazione), ma può essere anche onnivora. Alcuni insetti si nutrono di materiale in decomposizione sia animale che vegetale. I *glicifidi* sono, invece, gli insetti che si nutrono di sostanze zuccherine come il nettare dei fiori.

Non è possibile parlare d'insetti senza fare alcun riferimento ad alcuni aspetti della loro etologia. I comportamenti degli Insetti sono eterogenei e diversi gli uni dagli altri, a volte particolarmente complessi. Alcuni comportamenti sono caratteristici solo di alcune o di poche specie, mentre altri sono peculiarità di gruppi sistematici più ampi. I cosiddetti *insetti sociali* sono specie che hanno sviluppato interessanti e complessi sistemi di aggregazione basati su più livelli (caste) e sulla costruzione di nidi particolarmente complessi, oppure sulla trasmissione di stimoli sensoriali, sulla cura della prole, sulla ricerca, l'approvvigionamento e la conservazione degli alimenti, la regolazione della riproduzione, la costruzione dei nidi, la difesa, il mimetismo, l'emissione di suoni o luci ecc.

Nella società di questi insetti si trovano anche fenomeni di commensalismo e simbiosi. La comunità, generalmente, è articolata in modo da sacrificare il singolo per proteggere il proprio modello di vita sociale (Isotteri, Imenotteri).

Riquadro 3- La dannosità ed utilità degli insetti ([Wikipedia](#))

La dannosità degli insetti rappresenta forse il luogo comune più “comune” e più evidente che si associa a questa classe di animali. In realtà, il numero di specie gravemente dannose è molto limitato rispetto al numero di specie utili o indifferenti. Tuttavia, le poche specie dannose possono causare danni di considerevole entità e rappresentare veri e propri flagelli.

I danni procurati dagli insetti possono essere di tipo:

- **agroforestale.** Gli insetti che possono essere dannosi sono quelli che attaccano le specie vegetali di cui l'uomo ha bisogno direttamente o indirettamente. A seconda delle gravità dei danni, il numero delle specie che effettivamente possono essere indicate come dannose è molto ridotto. Ogni anno alcuni insetti possono passare da specie indifferente a specie dannosa a causa di emergenze scaturite da particolari contesti (importazione da altre regioni, degradazione degli equilibri ecologici, calamità naturali, ecc.). Le specie fitofaghe di maggiore importanza rientrano, generalmente, negli ordini dei Rincoti (afidi), degli Ortoteri (grilli), dei Lepidotteri (farfalle), dei Ditteri (mosche), degli Imenotteri (api) e dei Coleotteri (coccinelle);
- **agroalimentare.** Tutti gli insetti che provocano la distruzione totale o l'inservibilità delle derrate immagazzinate in depositi o ne velocizzano la decomposizione sono considerati dannosi. Le specie dannose per le derrate sono, in genere, annoverate tra i Coleotteri, i Lepidotteri, i Ditteri ed i Blattoidei (scarafaggi). Inoltre non deve essere sottovalutato anche il rischio igienico-sanitario dovuto alla possibile trasmissione di agenti patogeni per l'uomo (Blattoidei e Ditteri);

- tecnologico. Quelli che provocano i maggiori danni sono gli insetti xilofagi (mangiatori del legno). Gli ordini maggiormente incriminati sono gli Isotteri (termiti), nelle aree tropicali, e i Coleotteri (tarli). Altri insetti che assumono un certo interesse tecnologico sono le tarme, microlepidotteri saprofagi che attaccano i manufatti tessili;
- igienico-sanitario. Gli insetti che attaccano i vertebrati superiori rappresentano un considerevole interesse veterinario (mammiferi e uccelli) o medico (parassiti epizoici, endoparassiti e predatori ematofagi). Questi insetti sono responsabili d'infezioni o di infestazioni da agenti eziologici virali o batterici. Gli insetti d'interesse igienico-sanitario appartengono soprattutto agli ordini dei Mallofagi (pidocchi pollini o falsi pidocchi), degli Anopluri (pidocchi), dei Ditteri (mosche), dei Sifonatteri (pulci) e dei Culicidi (zanzare).

Tuttavia, molte altre specie d'insetti contrappongono alla dannosità la loro utilità, in quanto sono organismi inseriti in determinati ecosistemi e coinvolti nella rete alimentare. I casi d'insetti utili all'Uomo sono molteplici. L'aspetto più importante ed interessante riguarda il ruolo degli insetti come organismi ausiliari. Gli insetti artropofagi sono particolarmente utili quali elementi di controllo naturali di artropodi dannosi (agricoltura biologica, coltivazioni integrate) ed in ambito forestale. L'impiego di certi insetti fitofagi, quali il *Cactoblastis cactorum* e il *Dactylopius opuntiaesi* hanno consentito il controllo di piante infestanti di *Opuntia* (Australia). Il ruolo degli insetti pronubi (api, bombi, mosche), in particolare Ditteri ed Imenotteri, è fondamentale per la fruttificazione di molte specie agrarie, che si avvalgono dell'impollinazione entomofila. Gli insetti pronubi possono essere utilizzati per il trasporto di microrganismi (funghi, batteri e virus) utili a combattere alcune tra le avversità delle piante coltivate.

In Italia, sono stati condotti studi sull'utilizzo di *Apis mellifera* e di *Bombus terrestris* per il trasporto di *Trichoderma harzianum* nella lotta alla muffa grigia della fragola. L'importanza degli insetti ausiliari è oramai talmente assodata che esistono le cosiddette biofabbriche, allevamenti industriali, la cui rilevanza economica è significativa, per produrre insetti da impiegare sia nella lotta biologica che in quella biotecnica (ad esempio maschi sterili). Ritenuto marginale questo settore d'impiego a causa degli elevati costi e della scarsa competitività nei confronti del settore della industria chimica, attualmente sta riscontrando una domanda crescente per la salubrità ambientale e per quella alimentare. Prima dell'avvento della chimica industriale, molte specie erano sfruttate per ricavarne sostanze utilizzate per vari scopi, come coloranti (ad es. il carminio , colorante ricavato da una cocciniglia, il *Dactylopius coccus*), lacca, seta, cera. Altro esempio di utilità degli insetti per l'uomo è l'importanza che ha avuto il borbice del gelso (*Bombyx mori*), il cui prodotto, la seta, è stato per secoli il protagonista degli scambi commerciali tra l'Asia e l'Europa. L'utilizzo per eccellenza ad uso del consumo alimentare umano è dato dalle api per la loro produzione di miele, cera, pappa reale e propoli. Non per nulla il miele è considerato a tutto gli effetti un prodotto di origine animale!

2 – Novel foods

Esiste ancora una certa confusione su come si possano definire i novel foods (cibi nuovi) e gli ethnic foods (cibi etnici). Generalmente, tutto ciò che è nuovo e diverso spaventa, a volte incuriosisce, a volte incontra approvazione e/o disapprovazione. Una società multietnica: ovvero un melting pot di popolazioni e culture e religioni diverse, comporta necessariamente la “scoperta” di nuovi cibi e di nuove realtà alimentari, e stili di vita, spesso assai diversi dai nostri.

La definizione di “novel food” necessita, in conformità ai rapidi cambiamenti del mercato globale, di continui aggiornamenti. Secondo i Considerando 11 e 12 inseriti nella Proposta di **Regolamento del parlamento europeo e del Consiglio COM (2013) 894 finale Relativo ai nuovi prodotti alimentari un novel food (cibo nuovo)** è un prodotto alimentare tradizionale (almeno 25 anni di tradizione) proveniente da un Paese terzo ovvero un nuovo prodotto alimentare diverso dai nuovi prodotti già definiti che vanta un uso alimentare sicuro storicamente comprovato in un Paese terzo.

Un **novel food** è un alimento o ingrediente alimentare nuovo, la cui “novità” è data dal non essere stato utilizzato, del tutto o in quantità significativa e riscontrabile, all’interno dell’Unione Europea prima del 15 maggio 1997, ovvero dell’entrata in vigore del **Regolamento CE 258/97** che li definisce e ne regola l’uso.

Il **Regolamento CE 258/97**, recentemente abrogato (vedere Capitolo7) dal **nuovo Regolamento (UE) 2283/2015** 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*, recitava:

Art.1

Il presente regolamento ha per oggetto l’immissione sul mercato di nuovi prodotti e di nuovi ingredienti alimentari.

Ai sensi di tale Regolamento si parla di novel food all'interno delle seguenti categorie:

- Prodotti o ingredienti alimentari con una struttura primaria nuova o volutamente modificata (comma 2, punto a).
- Prodotti o ingredienti alimentari costituiti o isolati a partire da microrganismi, funghi o alghe (comma 2, punto d).
- Prodotti e ingredienti alimentari costituiti da vegetali o isolati a partire da vegetali e ingredienti alimentari isolati a partire da animali, esclusi i prodotti e gli ingredienti alimentari ottenuti mediante pratiche tradizionali di moltiplicazione o di riproduzione che vantano un uso alimentare sicuro storicamente comprovato (comma 2, punto e).
- Prodotti e ingredienti alimentari sottoposti ad un processo di produzione non generalmente utilizzato, che comporta nella composizione o nella struttura dei prodotti o degli ingredienti alimentari cambiamenti significativi di valore nutritivo, del loro metabolismo o del tenore di sostanze indesiderabili (comma 2, punto f).

Art.3

I prodotti o ingredienti alimentari oggetto del presente regolamento non devono:

- presentare rischi per il consumatore;
- indurre in errore il consumatore;
- differire dagli altri prodotti o ingredienti alimentari alla cui sostituzione essi sono destinati, al punto che il loro consumo normale possa comportare svantaggi per il consumatore sotto il profilo nutrizionale.

Art.8

1. Fatti salvi gli altri requisiti in materia di etichettatura dei prodotti alimentari previsti dalla legislazione comunitaria, per informare il

consumatore finale si applicano ai prodotti alimentari i seguenti requisiti specifici supplementari in materia di etichettatura:

indicazione di qualsiasi caratteristica o proprietà alimentare quali:

- composizione;
- valore nutritivo o effetti nutritivi;
- uso al quale è destinato il prodotto alimentare che rendano il nuovo prodotto o ingrediente alimentare non più equivalente ad un prodotto o ingrediente alimentare esistente.

Questi i capitoli salienti del **Regolamento CE 258/97** ora abrogato.

Tuttavia, l'autorizzazione per introdurre un novel food all'interno dell'Unione Europea è una procedura complessa, che richiede i seguenti passaggi:

1. La domanda deve essere presentata dal richiedente ad uno Stato membro, insieme a relativa documentazione e valutazione scientifica.
2. Lo Stato membro deve preparare una relazione di valutazione iniziale e inoltrarla alla Commissione europea.
3. La Commissione inoltra tale relazione agli altri Stati membri, per permettere di formulare eventuali osservazioni od obiezioni motivate.
4. In seguito a queste obiezioni, il richiedente è tenuto a rispondere producendo nuovi dati.
5. La nuova documentazione è valutata nuovamente e se ritenuta insufficiente inoltrata ad EFSA per richiedere un parere.
6. Viene pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale la decisione di autorizzazione o di diniego alla richiesta.

In Europa, le norme in tema di sicurezza alimentare parlano chiaro: qualunque alimento che non sia stato ancora disciplinato rientra nei cosiddetti 'novel food' che, prima di arrivare sulla tavola da pranzo, devono essere verificati per sicurezza e non tossicità del prodotto, oltre che per i trattamenti di conservazione e per la sicurezza del prodotto finale.

Per commercializzare un nuovo prodotto o ingrediente, le aziende devono rivolgersi a un'autorità dell'UE per l'autorizzazione, la presentazione delle informazioni scientifiche e la relazione di valutazione della sicurezza. L'autorità competente decide se è necessaria una valutazione supplementare. L'autorità competente consente la commercializzazione del prodotto se non è necessaria una valutazione supplementare e se i paesi membri dell'UE non si oppongono. Prima di approvare, la Commissione chiede un parere al Comitato permanente per la catena alimentare e la salute degli animali.

Nel **Regolamento (CE) n.852/2004**, la sicurezza alimentare si identifica con l'igiene: un alimento sano e sicuro è un alimento che rispetta le norme igieniche lungo tutta la filiera alimentare. Gli OSA devono garantire che tutte le fasi della produzione, della trasformazione e della distribuzione degli alimenti sottoposta al loro controllo soddisfino i requisiti di igiene fissati nell'Art. 1 del sopracitato Regolamento. Devono, inoltre, rispettare i criteri microbiologici relativi ai prodotti alimentari, i requisiti in materia di controllo delle temperature degli alimenti, il mantenimento della catena del freddo, effettuare campionature ed analisi di monitoraggio ed effettuare procedure basate sui principi del'HACCP (Art. 4 e 5).

Concetti simili erano già presenti nel **Regolamento CE n. 178/2002** 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 (Art.17, comma 2) e anche nel **Regolamento CE n. 882/2004** relativo ai controlli ufficiali intesi a verificare la conformità alla normativa in materia di mangimi e di alimenti e alle norme sulla salute e sul benessere degli animali (Art. 1).

Il più recente **Regolamento (UE) 625/2017** del Parlamento europeo e del Consiglio del 15 marzo 2017 *relativo ai controlli ufficiali e alle altre attività ufficiali effettuati per garantire l'applicazione della legislazione sugli alimenti e sui mangimi, delle norme sulla salute e*

*sul benessere degli animali, sulla sanità delle piante nonché sui prodotti fitosanitari, recante modifica dei Regolamenti (CE) n. 999/2001, (CE) n. 396/2005, (CE) n. 1069/2009, (CE) n. 1107/2009, (UE) n. 1151/2012, (UE) n. 652/2014, (UE) 2016/429 e (UE) 2016/2031 del Parlamento europeo e del Consiglio, dei Regolamenti (CE) n. 1/2005 e (CE) n. 1099/2009 del Consiglio e delle Direttive 98/58/CE, 1999/74/CE, 2007/43/CE, 2008/119/CE e 2008/120/CE del Consiglio, e che abroga i Regolamenti (CE) n. 854/2004 e (CE) n. 882/2004 del Parlamento europeo e del Consiglio, le Direttive 89/608/CEE, 89/662/CEE, 90/425/CEE, 91/496/CEE, 96/23/CE, 96/93/CE e 97/78/CE del Consiglio e la Decisione 92/438/CEE del Consiglio (regolamento sui controlli ufficiali) che entrerà in vigore il 14 dicembre 2019, nonostante abbia abrogato il **Regolamento 882/2004** relativo ai controlli ufficiali veterinari, dopo ben 99 Considerando, tuttavia mantiene alcuni punti fermi del precedente Regolamento. Infatti troviamo al:*

TITOLO I

OGGETTO, AMBITO DI APPLICAZIONE E DEFINIZIONI

Articolo 1

Oggetto e ambito di applicazione

.....omissis.....

2. Il presente regolamento si applica ai controlli ufficiali effettuati per verificare la conformità alla normativa, emanata dall'Unione o dagli Stati membri in applicazione della normativa dell'Unione nei seguenti settori relativi a:

a) gli alimenti e la sicurezza alimentare, l'integrità e la salubrità, in tutte le fasi della produzione, della trasformazione e della distribuzione di alimenti, comprese le norme volte a garantire pratiche commerciali leali e a tutelare gli interessi e l'informazione dei consumatori, la fabbricazione e l'uso di materiali e oggetti destinati a venire a contatto con alimenti;

- b) l'emissione deliberata nell'ambiente di organismi geneticamente modificati (OGM) a fini di produzione di alimenti e mangimi;
- c) i mangimi e la sicurezza dei mangimi in qualsiasi fase della produzione, della trasformazione, della distribuzione e dell'uso di mangimi, comprese le norme volte a garantire pratiche commerciali leali e a tutelare la salute, gli interessi e l'informazione dei consumatori;
- d) le prescrizioni in materia di salute animale;
- e) la prevenzione e la riduzione al minimo dei rischi sanitari per l'uomo e per gli animali derivanti da sottoprodotti di origine animale e prodotti derivati;
- f) le prescrizioni in materia di benessere degli animali

.....omissis.....

Articolo 3 – Definizioni

Ai fini del presente regolamento si intende per:

.....omissis.....

- 12) «alimento»: un alimento come definito all'articolo 2 del regolamento (CE) n. 178/2002;
- 13) «mangime»: un mangime come definito all'articolo 3, punto 4), del regolamento (CE) n. 178/2002;
- 14) «sottoprodotti di origine animale»: i sottoprodotti di origine animale come definiti all'articolo 3, punto 1), del regolamento (CE) n. 1069/2009;
- 15) «prodotti derivati»: i prodotti derivati come definiti all'articolo 3, punto 2), del regolamento (CE) n. 1069/2009;
- 19) «prodotti di origine animale»: i prodotti di origine animale come definiti al punto 8.1 dell'allegato I del regolamento (CE) n. 853/2004 del Parlamento europeo e del Consiglio

.....omissis.....

- 23) «pericolo»: qualsiasi agente o condizione avente potenziali effetti nocivi sulla salute umana, animale o vegetale, sul benessere degli animali o sull'ambiente;

Se precedentemente il Regolamento 285/2007 prevedeva al punto

b) «storia di uso sicuro come alimento in un paese terzo»: la sicurezza dell'alimento in questione è attestata dai dati relativi alla sua composizione e dall'esperienza dell'uso continuato, per un periodo di almeno 25 anni, nella dieta abituale di un numero significativo di persone in almeno un paese terzo, prima della notifica di cui all'articolo 14;

ora il nuovo **Regolamento (UE) 2283/2015** 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* ribadisce che un alimento per essere introdotto in maniera “sicura” in un Paese terzo debba avere i requisiti di seguito citati

SEZIONE II

Norme specifiche per gli alimenti tradizionali da paesi terzi

Articolo 14 - Notifica di un alimento tradizionale da un paese terzo

Anziché seguire la procedura di cui all'articolo 10, un richiedente che intenda immettere sul mercato dell'Unione un alimento tradizionale da un paese terzo può scegliere di presentare una notifica di tale intenzione alla Commissione.

Tale notifica contiene le seguenti informazioni:

- a) il nome e il domicilio del richiedente;
- b) il nome e la descrizione dell'alimento tradizionale;
- c) la composizione dettagliata dell'alimento tradizionale;
- d) il paese o i paesi d'origine dell'alimento tradizionale;
- e) la documentazione relativa alla storia di uso sicuro come alimento in un paese terzo;

f) una proposta relativa alle condizioni d'uso previsto e ai requisiti specifici di

etichettatura che non inducano in errore i consumatori o una motivazione

verificabile che illustri le ragioni per cui tali elementi non sono necessari.

....omissis.....

Articolo 17- Parere dell'Autorità in merito ad un alimento tradizionale da un paese terzo

1. L'Autorità adotta il proprio parere entro sei mesi dalla data di ricezione di una domanda valida.

2. Nel valutare la sicurezza di un alimento tradizionale da un paese terzo, l'Autorità considera i seguenti fattori:

a) se la storia di uso sicuro come alimento in un paese terzo sia attestato da dati attendibili presentati dal richiedente a norma degli articoli 14 e 16;

b) se la composizione dell'alimento e le condizioni d'uso, non presentino un rischio di sicurezza per la salute umana nell'Unione;

c) se, laddove un alimento tradizionale da un paese terzo sia destinato a sostituirne un altro, non differisca da quest'ultimo in maniera tale da rendere il suo normale consumo svantaggioso per il consumatore sul piano nutrizionale.

3. L'Autorità trasmette il proprio parere alla Commissione, agli Stati membri e al richiedente.

4. Il termine di sei mesi di cui al paragrafo 1 può essere esteso in casi debitamente motivati, qualora l'Autorità domandi al richiedente informazioni aggiuntive.

L'Autorità precisa, previa consultazione del richiedente, un termine entro il quale è necessario fornire tali informazioni aggiuntive e ne informa la Commissione.

Articolo 18 - Autorizzazione di un alimento tradizionale da un paese terzo e aggiornamenti dell'elenco dell'Unione

1. Entro tre mesi dalla data di pubblicazione del parere dell'Autorità, la Commissione presenta al comitato di cui all'articolo 30, paragrafo 1, una proposta di atto di esecuzione che autorizza l'immissione sul mercato dell'Unione di un alimento tradizionale da un paese terzo e aggiorna l'elenco dell'Unione, tenendo conto:

- a) delle condizioni di cui all'articolo 7, lettere a) e b) e, se del caso, lettera c);
- b) delle disposizioni pertinenti del diritto dell'Unione, compreso il principio di precauzione di cui all'articolo 7 del **Regolamento (CE) n. 178/2002**;
- c) del parere dell'Autorità;
- d) di eventuali altri fattori legittimi pertinenti alla domanda in esame

La dimostrazione della "**storia di uso sicuro**" richiede, inoltre, i dati della sua composizione e l'uso documentato di una vasta esperienza. Secondo Neville Craddock Associati (2005) "Se la " storia di uso sicuro" non può essere documentata per un nuovo prodotto alimentare, sarà necessaria una valutazione completa del rischio, sebbene questo non sia un compito semplice, considerando la difficoltà tecnica per l'esecuzione di test analitici su matrici complesse.



Figura n.19 - A Rangoon, i belostomatidi o electric light bug ("cimici della luce elettrica"), si catturano di notte, attratti dalle lanterne, per essere serviti fritti nei mercati locali e nei ristoranti. (di User:Takoradee - Opera propria, CC BY-SA 3.0, da internet: [Pubblico dominio](#))

Recentemente (2015) l'EFSA (Agenzia Europea per la Sicurezza Alimentare) ha di fatto equiparato gli insetti ad altre fonti di proteine animali, **non rilevando rischi per l'uomo dalla loro assunzione**, subordinandola, tuttavia, ad una indispensabile regolamentazione e controllo nell'allevamento. **"L'uso di insetti come fonte di alimenti e mangimi ha, potenzialmente, importanti benefici per l'ambiente, l'economia e la sicurezza della disponibilità alimentare"** - ha fatto sapere l'EFSA, segnalando **"come specie di insetti con maggior potenziale d'uso come alimento o mangime nell'Unione europea mosche, larve della farina, grilli e bachi da seta."**

3 – Dal Dossier FAO

Secondo il dossier FAO (2012), le tendenze verso il 2050 prevedono un costante aumento della popolazione fino a 9-10 miliardi di persone. Questo incremento demografico comporterà un aumento della produzione di alimenti/mangimi dagli agro-ecosistemi disponibili a causa della sempre maggiore pressione sull'ambiente. Sempre dal Dossier FAO (2012), dati affidabili menzionano attualmente il consumo di 250 specie di insetti in Africa, 549 in Messico, 180 in Cina e 160 nella zona del Mekong. Sebbene il Giappone non sia un paese tropicale, un certo numero di specie di insetti sono cibo popolare, in particolare le vespe.

La sicurezza alimentare può rivelarsi d'importanza fondamentale per incontrare l'approvazione della società e della popolazione non avvezza a nutrirsi d'insetti. Gli insetti potrebbero essere di grande interesse come una possibile soluzione a causa della loro capacità di soddisfare due diverse esigenze:

- sono una fonte importante di proteine e altri nutrienti;
- il loro uso come alimento ha vantaggi ecologici rispetto alla carne convenzionale e, a lungo andare, anche vantaggi di tipo economico.

Esistono più di 1900 specie d'insetti commestibili e quelli più importanti appartengono agli Ordini dei:

- Coleotteri (coleotteri),
- Lepidotteri (farfalle e falene),
- Imenotteri (api, vespe e formiche),
- Ortotteri (cavallette e grilli)
- Isotteri (termiti),
- Emitteri (veri bug = cimice),
- Omotteri (cicale).

Lo studio prospettico della FAO prevede scarsità di:

- terreni agricoli,

- acqua,
- foreste,
- risorse ittiche
- biodiversità
- sostanze nutritive
- energia rinnovabile.

Gli insetti commestibili contengono: proteine di alta qualità, vitamine e aminoacidi.

Gli insetti presentano un'alta efficienza di conversione alimentare perché sono animali a sangue freddo. I tassi di conversione nutrizionale per la carne (cioè quanto mangime è necessario per produrre un incremento in peso di 1 kg di un animale) variano largamente a seconda del tipo di animale e delle pratiche di allevamento utilizzate. In media, gli insetti 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. Inoltre, essi emettono meno gas metano ed ammoniaca del bestiame convenzionale. Gli insetti possono essere allevati sui rifiuti organici. Pertanto, gli insetti sono una potenziale fonte di produzione convenzionale di proteine, sia per il consumo umano diretto o, indirettamente, negli alimenti ricomposti (con proteine estratte da insetti); e come fonte di proteine in miscele di materie prime.

La Commissione di tecnici ed esperti (FAO) istruita per valutare il potenziale degli insetti per la produzione di alimenti e mangimi, riunitasi a Roma il 23-25 gennaio 2012, ha indicato le seguenti aree chiave per la ricerca e lo sviluppo:

1) Tecnologie di produzione di massa:

- Incrementare l'innovazione nella meccanizzazione, nell'automazione, nel trattamento e nella logistica per ridurre i costi di produzione ad un livello comparabile a quello di altre fonti di cibo e mangimi.

- Sviluppare tabelle per l'allevamento d'insetti e per il valore nutrizionale dei substrati di crescita.
- Condurre ricerche più approfondite sui cicli vitali di una vasta gamma di specie d'insetti per permettere il confronto con alimenti e mangimi tradizionali.
- Mantenere un'ampia diversità genetica per evitare il collasso dei sistemi di allevamento.

2) Sicurezza degli alimenti e dei mangimi:

- Investigare sulle possibili reazioni allergiche agli insetti e sulla digeribilità della chitina (principale componente della loro cuticola).
- Incrementare i dati sul valore nutritivo delle specie di insetti commestibili e sul loro contributo alla salute dell'uomo e degli animali.
- Effettuare ricerche sul rischio di possibili zoonosi, patogeni, tossine e contaminazione con metalli pesanti (con l'uso di flussi di rifiuti) causati dal consumo di insetti.
- Sviluppare mezzi per incrementare la durata di conservazione dei prodotti.

3) Legislazione:

- Sviluppare codici volontari e regolamentazioni a livello nazionale ed internazionale per gestire la produzione ed il consumo di alimenti e mangimi di origine entomologica nel contesto della salute umana e del benessere animale (vedere ad esempio il Codex Alimentarius).
- Migliorare le metodiche per la valutazione dei rischi connessi all'allevamento di massa e alla raccolta in natura, per evitare l'introduzione di specie aliene ed invasive nelle popolazioni naturali d'insetti.

4) Educazione dei consumatori:

- Sostenere e appoggiare l'entomofagia nelle culture dove essa è già presente.
- Condurre ricerche a tutto campo sull'ecologia di specie potenzialmente adatte per il consumo o per l'allevamento.
- Informare i consumatori sui vantaggi dell'entomofagia.
- Sviluppare nuovi modi per integrare gli insetti nelle diete di una vasta gamma di consumatori con la creazione di prodotti a base d'insetti.
- Caldeggiare l'uso d'insetti come integratori ai mangimi per animali domestici.
- Nonostante i benefici dell'entomofagia, il disgusto mostrato da potenziali consumatori rimane una delle barriere più importanti per l'adozione di insetti come possibile fonte di proteine in vari paesi occidentali.
- La storia ha mostrato che i modelli dietetici possono cambiare velocemente, particolarmente in un mondo globalizzato. Il rapido accoglimento in occidente di piatti a base di pesce crudo in forma di "sushi" ne è un buon esempio, così come altri piatti (ad es., il cous cous, il kebab, il tapuleh). Potrebbe accadere anche per gli insetti!
- Anche l'ambiente potrebbe beneficiarne se si considera che gli insetti producono meno emissioni di metano e di ammoniaca e possono essere utilizzati per scomporre i rifiuti, aiutando i processi di compostaggio.

“Non stiamo dicendo che le persone dovrebbero da domani cominciare a mangiare insetti. Quello che lo studio cerca di dire è che gli insetti sono una delle risorse fornite dalle foreste ancora non sfruttate per il loro potenziale come cibo, umano, e soprattutto animale” (Eva Muller, Direttrice della Divisione Politica economica e dei prodotti forestali della FAO).

Prossimi passi

La ricerca è essenziale per sviluppare ed automatizzare:

1. un tipo di allevamento degli insetti vantaggioso, efficiente dal punto di vista energetico e sicuro dal punto di vista microbiologico,
2. tecnologie per la loro raccolta e trattamento,
3. opportune procedure sanitarie che assicurino la sicurezza degli alimenti e dei mangimi e portino alla produzione di prodotti ad un prezzo ragionevole ed in scala industriale, in confronto alla produzione di carne tradizionale” (Rumpold e Schlüter, 2013),
4. normativa compatibile con le esigenze della nutrizione sia degli esseri umani che degli animali.

Gli insetti possono contribuire alla sicurezza degli alimenti e dei mangimi per animali poiché la crescita della popolazione, l’urbanizzazione e l’incremento delle classi medie hanno aumentato la domanda globale di cibo, ed in particolare di fonti di proteine animali. La produzione tradizionale di cibi per animali come farina di pesce, soia e cereali necessita di essere ulteriormente intensificata in termini di efficienza delle risorse ed estesa con l’uso di fonti alternative.

Nel 2030 dovranno essere nutrite più di 9 miliardi di persone, insieme ai miliardi di animali allevati annualmente per l’alimentazione o per fini ricreativi come gli animali da compagnia.

Oltretutto, fenomeni come l’inquinamento di acque e di terreni causato dalla produzione intensiva di bestiame e la deforestazione provocata dal pascolo eccessivo contribuiranno ai cambiamenti climatici e ad altri impatti distruttivi sull’ambiente. Uno dei modi per affrontare il problema della sicurezza alimentare e dei mangimi passa attraverso l’allevamento d’insetti.

Gli insetti vivono ovunque e si riproducono velocemente, presentano un alto tasso di crescita e di conversione alimentare e un basso impatto ambientale durante tutto il loro ciclo di vita. Sono nutrienti, con contenuti molto alti di proteine, grassi e minerali. Possono essere allevati su scarti alimentari. Inoltre possono essere consumati interi o ridotti in polveri o paste ed incorporati in altri tipi di cibo.

L’uso su larga scala degli insetti come ingredienti per cibi è tecnicamente praticabile e industrie presenti in varie parti del mondo

sono già impegnate in questa produzione. Per esempio, l'uso d'insetti come mangime per l'acquacoltura e l'alimentazione di pollame diverrà sempre più comune nei prossimi dieci anni (vedere Capitolo 9).

Riquadro 4 - La religione e gli insetti ([Wikipedia](#))

Anche la religione si è occupata degli Insetti.

Ebraismo

Le leggi della Casherut. Kasherùt (in ebraico letteralmente adeguatezza).

Alla fine del Capitolo 11 del Levitico (vv. 43-45) la Torah sottolinea in termini chiari e precisi le ragioni delle leggi alimentari: osservandole l'ebreo sale nel livello di santità; trascurandole, non solo si contamina, ma gradualmente si forma una barriera che impedisce la sua comprensione della santità.

Il danno causato dai cibi proibiti non è fisico: piuttosto essi impediscono al cuore di raggiungere i più alti valori dell'anima.

Nella religione ebraica gli animali vengono suddivisi in puri (kosher) ovvero delle cui carni è possibile nutrirsi ed impuri.

Anche se sono permesse alcune (poche) specie d'insetti, Rashi stabilisce che solo tradizioni assolutamente consolidate possono permetterne il consumo poiché è impossibile individuarle con il solo esame delle loro caratteristiche fisiche. Con il passare del tempo tali tradizioni si sono virtualmente estinte. Alcuni ebrei marocchini e yemeniti hanno conservato antiche tradizioni riguardanti gli insetti kosher; OrhaHaim scrive però in proposito di aver protestato, trovandosi in Marocco, contro il consumo di ogni tipo d'insetto per la difficoltà di identificare le poche specie kosher tra il gran numero di specie non kosher. Aggiunge che nei dodici anni successivi alla accettazione del suo punto di vista non ci fu nel paese nessuna invasione di cavallette.

“Ogni brulicante volatile, che cammina come i quadrupedi, è cosa abominevole per voi.”

Brulicante volatile. Si tratta di insetti come le mosche, le vespe, bachi e cavallette (Rashi). Rabbi D. Z. Hoffmann fa notare che tutti gli insetti hanno sei zampe e non quattro. Spiega che si deve intendere che quattro zampe servono per deambulare, le altre due solo per saltare.

“Ma potrete mangiare questi tra tutti i brulicanti volatili, che camminano come i quadrupedi: quelli che hanno gambe più alte delle altre con cui saltare sulla terra.”

Gambe... per saltare. Questi insetti hanno due zampe articolate, come il ginocchio umano, la cui articolazione è più alta del corpo dell'insetto quando esso è a riposo. Usa queste potenti zampe per lanciarsi dal suolo quando salta o si invola.

Questi potrete mangiare tra di essi: la locusta nelle sue varie specie e il sol'am nelle sue varie specie e il chargol nelle sue varie specie e il grillo nelle sue varie specie; ma ogni altro volatile che cammina come i quadrupedi è cosa abominevole per voi. (www.Torah.it)

Giainismo

Il giainismo (o Jainismo) è un'antica religione dell'India; inizialmente documentata come una fede a sé stante, è soprattutto una filosofia in quanto non implica divinità definite. È basata sugli insegnamenti di Mahavira (559-527 a.C.), un asceta di nobile estrazione che indicava la via alla perfezione umana sulla base della non-violenza.

Il primo dei cinque grandi giuramenti del giainismo è l'Ahimsa o il non recare danno alla vita: non danneggiare tutti i tipi di vita, umana, animale (insetti compresi) o qualsiasi altro essere che abita corpi viventi. I santi giainisti scoprirono che inalando distruggono la vita degli organismi che si trovano nell'aria (quindi anche gli insetti). Essi filtrano quell'aria tramite un pezzo di stoffa. Naturalmente i laici lo troverebbero difficile, e ne sono esentati. Questo atteggiamento è basato sull'idea della potenziale uguaglianza di tutte le anime. La non-violenza deve essere praticata nelle azioni e nelle parole.

Cristianesimo

Nel mondo cristiano, le api erano spesso un simbolo di Cristo con il loro miele e pungiglione a rappresentare la sua misericordia e giustizia. L'alveare divenne una metafora della vita casta, caritatevole e regolata dalle comunità monastiche. L'errata credenza secondo cui le api (che in realtà si accoppiano in imponenti sciame volanti) si riproducono costantemente come i fiori che impollinano, le rese emblemi della Vergine Maria. L'alveare simboleggiava anche le celle dei monasteri dove i monaci vivevano e lavoravano (da Internet: www.mutatemente.it). I Vangeli testimoniano il consumo di insetti riferendosi a Giovanni Battista ("Si nutriva di locuste e miele selvatico" [Mt 2,4 Mc1,6]).

Islam

Dato che cibo e bevande sono vitali per la sopravvivenza dell'essere umano, Allah ha donato chiare indicazioni su quanto possa essere consumato (ḥalāl) e quanto debba essere considerato illecito (ḥarām).

Gli insetti, come le mosche, e parassiti, come i pidocchi, sono altrettanto proibiti. Tuttavia, esseri come le locuste possono essere considerate lecite. Nel mondo musulmano, le cavallette consumate grigliate sono spesso l'unico cibo che resta dopo una invasione ed una devastazione dei raccolti da parte delle stesse (Rosemberger, 2006 in Belluco, 2009).

Riquadro 5 – L'araldica e gli insetti

Le figure araldiche rappresentate da animali sono considerate le più nobili e hanno spesso la funzione di simboleggiare le qualità o il potere del titolare dello stemma. Sono rappresentati di norma in una loro posizione naturale e cioè passanti, rampanti, correnti, sedenti, dormienti, ecc. In araldica l'ape è assunta come simbolo di operosità, lavoro e dolcezza. In Francia simboleggia anche la speranza. Le api più note sono quelle portate dalla famiglia Barberini e quelle che ornavano il manto imperiale di Napoleone.



Particolare di finestra di Palazzo Barberini, Roma (foto di P. Cattaneo).

Talvolta sono rappresentati anche gli alveari. Simbolo di immortalità e di resurrezione, l'ape fu scelta da Napoleone in modo da collegare la nuova dinastia alle origini stesse della Francia. Le api d'oro (in realtà, cicale) furono scoperte nel 1653 a Tournai (Belgio) nella tomba di Childerico I, fondatore nel 457 della dinastia Merovingia e padre di Clodoveo I. Esse sono state considerate come il più antico emblema dei sovrani di Francia. Nell'araldica napoleonica i principi (non sovrani) portavano un capo d'azzurro seminato di api d'oro. Inoltre le api dorate si ritrovano oltre che sul mantello imperiale napoleonico, sulla bandiera del Principato dell'Isola d'Elba e sulle insegne delle città dell'impero aventi rango di *bonneville*, le quali portavano nel loro stemma un capo di rosso, caricato di tre api d'oro poste in fascia.

La farfalla, insetto gentile e grazioso, simboleggia l'uomo virtuoso che cerca il lume della virtù. È una figura abbastanza rara. Si rappresenta, abitualmente, montante, con le ali aperte e con testa diretta verso il capo dello scudo. Se le ali sono variopinte si dicono divise o screziate o marcate.

La formica simboleggia fatica instancabile, investigazione e lavoro e viene rappresentata, abitualmente, montante, con le zampe aperte e con testa diretta verso il capo dello scudo. La mosca non è molto frequente e simboleggia tenacia nella lotta e in guerra. Si rappresenta, abitualmente, montante, cioè vista dall'alto, con le ali aperte e con testa diretta verso il capo dello scudo.

Il ragno simboleggia assiduità industriosa. Frequentemente compare con la sua tela. Rappresentato, abitualmente, montante, con la testa diretta verso il capo dello scudo. Lo scorpione simboleggia l'uomo che non perdona. Fin dai Padri della Chiesa nell'iconografia medievale e rinascimentale cristiana, l'emblema dello scorpione individua spesso la religione giudaica, in termini dispregiativi. (Wikipedia – Araldica)

4 - Cos'è l'entomofagia?

L'entomofagia (dal greco ἔντομον *éntomon* che significa "insetto", e φάγειν *phagein* che vuol dire "mangiare") è il consumo umano di insetti come alimento. Uova, larve, pupe e adulti di alcune specie di insetti sono stati mangiati dagli esseri umani fin dalla preistoria e continuano ad essere un elemento della nutrizione umana in epoca contemporanea.

Per l'uomo cibarsi con gli insetti è comune in molte culture di varie parti del mondo, tra cui America sia settentrionale, che centrale e meridionale, Africa, Asia, Sudest Asiatico, Australia e Nuova Zelanda. Sono almeno 3000 i gruppi etnici conosciuti che praticano l'entomofagia. Tuttavia, in alcune società nutrirsi d'insetti è raro o addirittura è considerato tabù.

Nel mondo occidentale sviluppato ed industrializzato, mangiare insetti è raro se non appunto una recente moda, ma gli insetti rimangono un alimento popolare in molte regioni in via di sviluppo dell'America Latina, Africa, Asia e Oceania. E' noto che esistono alcune aziende (anche nel nostro Paese, vedere Capitolo 9) che da anni lavorano nel campo della produzione intensiva d'insetti ad uso alimentare animale ed, alcune di esse, anche in campo alimentare umano (in Olanda, Belgio, Danimarca) le hanno già messe sul mercato, con il beneplacito dei rispettivi governi, quale integratore delle rispettive abitudini alimentari.

Secondo Evans *et al.* (2015), che hanno condotto una disamina sulla terminologia e sul significato semantico della parola "entomofagia" nel prossimo futuro i ricercatori e gli operatori nella filiera Insetti dovranno rivedere la terminologia perché il Phylum *Insecta* è talmente vasto e diversificato e gli insetti edibili così limitati che si dovrebbe poter parlare limitatamente al tipo di insetto che si intende mangiare (ad es. imenotterofagia [mangiatori di imenotteri], mirmecofagia [mangiatori di formiche], aracnofagia [mangiatori di ragni], ecc.).

La FAO ha registrato circa 1900 specie d'insetti commestibili, mentre van Huis (2013) ne indica circa 2000 (la vastità del mondo degli Invertebrati è tale che risulta difficile valutare con esattezza il numero delle Specie, che per l'appunto variano da autore ad autore a seconda dei punti di vista). Valle asserisce che gli Insetti, i quali sono degli Invertebrati appartenenti al gruppo degli Artropodi, siano composti da 1500 Famiglie terrestri e 1 milione di specie note (Valle in Ceriani, 2015). Ancora, la FAO stima che nel 2005 siano stati 2 miliardi circa i consumatori d'insetti in tutto il mondo. La stessa FAO si è fatta paladina dell'alimentazione a base d'insetti quale soluzione all'inquinamento ambientale, alla fame, alle economie povere o in via di sviluppo, allo sfruttamento degli allevamenti intensivi (bovini, suini, polli), all'inquinamento del pianeta (aria, acqua, energia).

Quindi l'entomofagia è un regime dietetico, obbligato o facoltativo, che vede gli insetti come alimento. Dal punto di vista ecologico è un rapporto trofico di predazione, parassitismo o di parassitoidismo ed è osservabile in un gran numero di gruppi animali come insetti, uccelli, rettili, anfibi, pesci e mammiferi e di microrganismi.

E' provato che già l'uomo di Neanderthal (Cameron, 2017) prima della disponibilità di strumenti per la caccia o della capacità di allevamento, abbia trovato negli insetti una parte importante della propria dieta. Sono state rinvenute numerose prove in tal senso come la scoperta e la successiva analisi di coproliti provenienti da alcune grotte negli Stati Uniti e in Messico. I coproliti rinvenuti nelle grotte nelle montagne Ozark (Missouri, Usa) contenevano formiche, larve di coleottero, pidocchi, zecche e acari. L'evidenza suggerisce che i precursori dell'*Homo sapiens* evoluto siano stati anche entomofagi al pari di certe scimmie (uistiti, tamarini, scimpanzè). Pitture rupestri rinvenute nelle grotte di Altamira (Cantabria, Spagna settentrionale), datati 30.000 a 9.000 a.C. circa, raffigurano la raccolta degli insetti commestibili e nidi di api selvatiche, il che suggerisce forse la presenza di una società entomofaga. La raccolta d'insetti e altri piccoli animali è continuata anche successivamente all'uso di armi e

dell'allevamento. Nello Shanxi, provincia della Cina sono stati rinvenuti bozzoli di bachi da seta selvatici (*Theophilia religiosae*) datati 2.000 - 2.500 anni a.C. circa. I bozzoli presentavano grandi fori, il che ha suggerito che gli antichi cinesi si fossero nutriti delle pupe. Come già precedentemente detto dall'Evangelista Matteo, Giovanni il Battista si era nutrito di insetti e Plinio il Vecchio ci racconta che i Romani apprezzavano il cossus (larve di *Lucanus cervus*) (vedere Riquadro 1). Molte delle antiche pratiche entomofaghe sono poco mutate nel corso del tempo rispetto ad altre pratiche agricole fino a giungere allo sviluppo della moderna entomofagia tradizionale. Gli insetti, quindi, seppur ancora indicati come disgustosi nel mondo occidentale possono (potrebbero) essere non solo di grande interesse, ma rappresentare anche possibili soluzioni a molti problemi a causa della loro capacità di soddisfare due diverse esigenze:

- fonte importante di proteine e altri nutrienti;
- vantaggi ecologici ed economici.

Dal punto di vista antropologico, l'entomofagia è una pratica diffusa presso molte popolazioni del pianeta e si basa su particolari gusti o mode o sulla necessità d'integrare il fabbisogno nutritivo di proteine. L'entomofagia può sottintendere due categorie: gli insetti utilizzati come fonte di sostanze nutritive e gli insetti intesi come condimento. Inoltre, alcuni insetti vengono mangiati come larve o pupe, altri come adulti.

Molte sono ancora oggi le culture che hanno come tradizione il consumo d'insetti e una certa varietà di specie nel loro consumo. Delle specie d'insetti commestibili, il 37% viene utilizzato nel continente americano (circa 300 specie nel solo Messico), il 24% in Asia (Australia inclusa), il 38% in Africa e solo l'1% in Europa (FAO, 2013).

Tra questi si annoverano 235 tipi di farfalle e falene, 344 specie di coleotteri, 313 specie di formiche, api e vespe, 239 specie di cavallette, grilli e scarafaggi, 39 specie di termiti, così come 20 specie di libellule.

Gli insetti rappresentano un alimento importante nell' 80% dei paesi del pianeta. Il consumo di formiche tagliafoglie (*Atta laevigata*) è un piatto tradizionale (*Hormiga culona*) di alcune regioni della Colombia e nord-est del Brasile.

La raccolta viene fatta dai contadini locali che sono spesso feriti dalle formiche, dal momento che le formiche hanno forti mandibole. Vengono raccolte solo le regine, perché le altre formiche non sono considerate commestibili. Si rimuovono gambe e ali, dopo di che le formiche sono immerse in acqua salata e arrostite in pentole di ceramica.

L'esportazione di questo prodotto avviene principalmente verso il Canada, il Regno Unito e il Giappone. Le analisi condotte presso la Universidad Industrial de Santander (UIS), Spagna, sul valore nutrizionale delle formiche hanno messo in evidenza un alto livello di proteine, livelli molto bassi di grassi saturi e un alto valore nutrizionale complessivo.

In varie zone dell'Africa meridionale si trova una specie di falena, la *Gonimbrasia belina*. Il bruco (verme del mopane o mopane) prende il nome dall'albero mopane, *Colophospermum mopane*, di cui si nutre. Il suo grande bruco è fonte di cibo altamente proteico e fonte di sostentamento per milioni d'indigeni che popolano le regioni meridionali del continente africano. Lo stadio larvale del mopane è molto breve e la larva si alimenta voracemente per raggiungere le successive fasi del suo ciclo vitale, scavando, quindi, sottoterra per, infine, subire la metamorfosi.

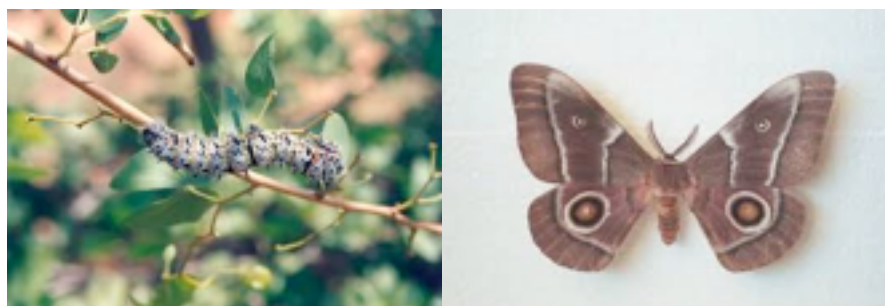


Figura n.20 - Bruco di mopane e maschio adulto di falena imperatore.

I vermi del mopane vengono raccolti a mano, generalmente questo compito è lasciato alle donne ed ai bambini. Il bruco, una volta catturato prendendolo per la parte posteriore, viene spremuto per eliminare il contenuto dell'intestino.

Tradizionalmente, i vermi del mopane sono raccolti per la sussistenza. Poiché questi bruchi commestibili sono stagionali non rappresentano una fonte di cibo tutto l'anno. Tuttavia, la raccolta del mopane è in continua evoluzione per la sua commercializzazione. Da alcuni anni la raccolta coinvolge gruppi di centinaia di persone per selezionare manualmente i bruchi dagli alberi e oltre a rappresentare una fonte alimentare i bruchi sono anche un'importante fonte di reddito per le comunità locali. Una volta selezionati, i vermi vengono insaccati, pesati, e inviati all'industria di trasformazione. I vermi del mopane essiccati possono essere consumati crudi, oppure possono essere essiccati e inscatolati con aggiunta di salsa di pomodoro o salsa di peperoncino per migliorarne il sapore.

Generalmente, la testa viene eliminata. I vermi del mopane possono essere messi a bagno per reidratarli prima di essere fritti fino a renderli croccanti oppure possono essere cucinati con cipolla, pomodori e spezie e poi serviti con pap (= polenta, in afrikaans) o sadza (= polenta, in lingua shona). La polpa del verme del mopane è di colore giallo.

Le larve di *Hypoderma tarandi* (mosca trillo delle renne), una mosca parassita della renna, facevano parte della dieta tradizionale delle tribù esquimesi dei Nunamiut. Generalmente, le larve vengono raccolte dopo la scuoiatura degli animali durante macellazione.

I Belostomatidi (cimici d'acqua giganti) sono impiegati nell'alimentazione umana in Cina, Giappone, India e in tutto il sudest asiatico, dall'Indocina all'Indonesia. Sono considerati un cibo prelibato. A Rangoon (Myanmar), gli adulti vengono catturati attirati dall'illuminazione stradale, cotti sulla brace e mangiati estraendo le parti molli interne come si fa con i crostacei.

In Laos e a Canton (Cina) si cucinano, invece, bolliti in acqua salata. L'impiego di varie specie di Belostomatidi (*Abedus*, *Belostoma* e *Lethocerus*) come cibo è noto anche presso popolazioni del Messico e del Nord America e del Congo, rispettivamente.

Alcune specie sono considerate vere e proprie leccornie ricercate sul mercato come, ad esempio, l'*axayácatl* in Messico dalle cui uova si ottiene l'*ahuautle* o caviale messicano!

La *Oecophylla smaragdina* (Fabricius, 1775) è una formica della sottofamiglia Formicinae, diffusa nella zona tropicale dell'Australia. L'areale di *O. smaragdina* si estende dall'India meridionale, attraverso il sud-est asiatico, sino all'Australia settentrionale. Sono formiche arboree che si caratterizzano per una tecnica di costruzione dei nidi molto sofisticata: le operaie formano delle lunghe catene e accostano tra di loro i lembi delle foglie, incollandoli con le secrezioni sericee prodotte dalle larve.

In alcuni paesi del sud est asiatico le larve di *Oecophylla smaragdina* sono considerate un cibo prelibato e sono usate come ingrediente per la preparazione di zuppe, insalate, snack.



Figura n.21 - *Oecophylla smaragdina* (Foto di April Nobile, 2007)

Nel particolare caso del casu marzu, prodotto alimentare della Sardegna, le larve sono accettate come alimento, non di per sé, bensì come parte di un altro alimento.

Il casu marzu (lett.: formaggio marcio) è caratterizzato dal peculiare processo di formazione: si tratta di formaggio pecorino colonizzato in maniera del tutto casuale (Maffei, 2014) dalle larve della mosca casearia (*Piophilidae casei*). Attualmente la produzione e la vendita sono vietate (**D.lgs 283/62**, Art.5). Tuttavia, è noto che alcuni lo producono e lo vendono sottobanco, a causa del numero elevato di appassionati (Maffei, 2014). Le larve della mosca casearia modificano il gusto e la tessitura del formaggio attraverso l'azione meccanica ed enzimatica (proteolisi) facendo assumere al formaggio un leggero gusto piccante e al tempo stesso dolciastro (la presenza delle larve). Il problema è rappresentato dalla mancanza di un protocollo specifico che metta i produttori nelle condizioni di produrlo legalmente (Maffei, 2014).

Lo sviluppo di modelli alimentari che includano gli insetti nella dieta umana non è solo moda o folklore o spirito di anticonformismo. Gli insetti hanno il vantaggio di convertire biomasse non edibili o di scarso valore in un alimento nutrizionale ad alto valore biologico e, quindi, molto valido. Inoltre, dedicare aree all'allevamento degli insetti può rappresentare una nuova risorsa anche per il territorio laddove l'allevamento bovino, ad esempio, non è in grado di sfruttare territori a vocazione forestale.

La raccolta d'insetti dannosi per l'agricoltura può favorire la causa antipesticidi. Il valore nutritivo degli insetti, che varia a seconda del tipo di alimentazione loro fornito, è valido anche se vengono alimentati con substrati di scarto. Gli insetti, con una dieta bilanciata, possono convertire prodotti di scarto in un alimento proteico di alta qualità. Nel 2015, Caparros Megido *et al.*, (2015) hanno pubblicato i risultati di una loro articolata indagine intitolata: "Are edible insects really green?".

Tra gli altri parametri relativi alla comparazione tra allevamento di animali zootecnicamente produttivi e allevamento di insetti, sono stati presi in considerazione insetti quali attori nella trasformazione della biomassa vegetale in biomassa animale, ovvero gli insetti hanno un velocità di conversione molto elevata, contrariamente ai mammiferi ed

agli uccelli che impiegano una grande quantità di energia e di principi nutritivi per mantenere costante la propria temperatura corporea: questo non è il caso degli insetti essendo questi ultimi dei poichilotermi!

Sebbene nella produzione industriale di proteine animali (leggi animali da carne) questo fattore sia considerato estremamente importante (Ramos-Elorduy, 1997, citato in Caparros Megido *et al.*, 2015) sono molto pochi gli studi eseguiti sulla velocità di conversione degli insetti. Nakagaki e Defoliart (1991) – sempre citati da Caparros Megido – hanno studiato la velocità di conversione alimentare (FCR) del grillo *Acheta domestica* e l'hanno confrontata con quella del pollo, del maiale, del vitello e del bovino. Essi hanno concluso che la FCR [guadagno di peso/peso del cibo ingerito X 100] determinata per *A. domestica*, che spesso viene acquistata viva o fresca congelata, era 92, due volte più alta del pollo (48), tre volte più elevata rispetto al suino (29,5), cinque volte quella del vitello (18) e sei volte più alta di quella del bovino (14,5).

Arnold van Huis (2016) sottolinea, invece, come la maggior parte degli insetti nei Paesi tropicali sia raccolta in natura e si stiano facendo sforzi per allevare in questi Paesi gli insetti. Uno dei vantaggi di favorire l'allevamento di insetti rispetto al quello del bestiame convenzionale è che esistono molte specie diverse che possono essere utilizzate. Tuttavia, ancora molti sono i nodi da sciogliere: Quali specie allevare? Quali specie si adattano maggiormente a quella popolazione? È possibile migliorare geneticamente certe caratteristiche degli insetti? Il ciclo di vita breve degli insetti offre certamente molte possibilità. Infatti, gli insetti si adattano rapidamente alle condizioni di allevamento imposte. Questo facilita l'operato delle aziende che ottimizzano il loro allevamento per averne una più alta produzione.

Nel 2013, Caparros Megido *et al.* hanno condotto una indagine sul grado di accettabilità degli insetti come alimento su un campione di

consumatori belgi di varie età e sesso: mentre tra alcuni gli insetti come cibo sembravano indurre una certa neofobia, ovvero rifiuto del cibo, altri consumatori sembravano più propensi all'”avventura”. Gli autori hanno sottolineato la necessità di maggiori approfondimenti e di informazioni rivolte ai consumatori cercando di trovare soluzioni per facilitare l'integrazione dell'entomofagia nelle abitudini alimentari e comportamentali (ad esempio, sottolineando la vicinanza sistematica nella classificazione degli animali tra insetti e crostacei).

Un'analoga ricerca sulla accettazione dei cibi a base d'insetti è stata condotta nei Paesi Bassi da House (2016) con metodiche e finalità differenti da quelle messe in atto da Caparros Megido *et al.* (vedere sopra). Le motivazioni iniziali riportate nella ricerca particolarmente articolata di House sono da ricercarsi in fattori diversi, come il prezzo, il gusto, la disponibilità e “l'adattamento” a pratiche alimentari stabilite, che influenzano il consumo ripetuto. La ricerca esistente sull'accoglienza occidentale dei consumatori da parte degli insetti come alimento è in gran parte situata all'interno della psicologia dei consumatori (o delle discipline consociate), e in linea di principio proviene dalla posizione epistemologica che predomina all'interno di quella tradizione intellettuale: cioè l'enfasi sull'individuo come il luogo del "cibo scelta", una corrispondente mancanza di enfasi sul ruolo dei fattori sociali, pratici e contestuali e l'impiego di metodi di ricerca che presuppongono che le persone abbiano atteggiamenti, valori e preferenze relativamente stabili che esercitano un'influenza notevole sul consumo alimentare in una serie di contesti.

4 - Aspetti nutrizionali degli insetti

E' fin dal 2008 che la FAO sostiene l'importanza degli insetti nell'alimentazione e ne promulga la difesa e l'introduzione nell'alimentazione umana (Durst e Shono, 2010). Non tutte le specie d'insetti sono considerate una potenziale fonte di cibo per l'uomo e quelle sulle quali sono disponibili dati scientifici mostrano una considerevole variabilità, basti considerare che la lista delle specie commestibili compilata dall'università di Wageningen ne comprende più di duemila.

Ad avvalorare ciò, sono sempre più numerosi i ricercatori che affermano come l'uomo possa benissimo nutrirsi di insetti, riducendo contemporaneamente il consumo delle carni. L'introduzione degli insetti nell'alimentazione viene sostenuta da più parti, intravedendo in questi una soluzione ai problemi ambientali causati dall'allevamento intensivo e dalla produzione e dalla distribuzione dei cibi. Moltissime specie di insetti vanno incontro al fenomeno della metamorfosi (a differenza dei mammiferi e degli uccelli), cioè attraversano diversi stadi di sviluppo, dall'uovo all'insetto adulto, o "immagine" ed ognuno di questi stadi presenta un diverso contenuto nutrizionale anche all'interno della stessa specie.

Se in Africa rappresentano una fonte proteica fondamentale, in Occidente potrebbero proporsi come componenti aggiuntivi della dieta sia come sostitutivi di altri prodotti di origine animale. Visto che la scelta di una dieta vegetariana ha la limitazione della mancanza di proteine, gli insetti potrebbero trovare il favore di chi rifiuta la carne (Belluco, 2009).

I valori nutrizionali variano tra gli autori a seconda della specie di insetto e della parte del corpo presa in considerazione; in generale si può affermare che presentano livelli minimi di colesterolo e pochissimi grassi saturi, oltre ad interessanti contenuti di calcio e di ferro. Più avanti si riportano alcune delle più note tabelle nutrizionali della bibliografia consultata.

Rumpold e Schlüter (2012) hanno condotto una indagine dettagliata sulla composizione nutrizionale e sugli aspetti della sicurezza degli insetti come alimento, prendendo in esame una vasta gamma di specie di insetti e di valori giungendo alla conclusione che gli insetti, oltre ad essere una potenziale fonte di cibo e di proteine grazie al loro elevato contenuto proteico ed energetico ed andando incontro alle esigenze di aminoacidi dell'uomo, hanno anche un alto contenuto in MUFA (acidi grassi monoinsaturi) e in PUFA (acidi grassi polinsaturi) e sono ricchi di microelementi quali rame, ferro, magnesio, manganese, fosforo, selenio zinco, oltre che di vitamine quali riboflavina, acido pantotenico, biotina ed, in alcuni casi, acido folico. Tuttavia, gli autori sottolineano che la composizione degli insetti dipende fortemente dal substrato alimentare di cui si sono alimentati e che è soggetto a notevoli opportunità di modifiche, ad esempio con l'arricchimento con certi ingredienti alimentari come gli acidi grassi della classe omega 3 DHA (acido docosaesaenoico) e EPA (acido eicosapentaenoico). Gli autori concludono che sono necessari ulteriori approfondimenti e confronti tra i valori delle proteine vegetali e altre proteine animali al fine di approfondire il loro reale valore nutrizionale e la loro sicurezza, specialmente riguardo la presenza di tossine, metalli pesanti, agenti microbici, allergeni.

Mlcek *et al.* (2014) sono concordi nel ritenere che gli insetti giochino un ruolo chiave nella dieta di molti Paesi e che il loro elevato valore nutritivo sia principalmente dovuto al loro alto contenuto in proteine, acidi grassi essenziali, vitamine, minerali ed altre sostanze bioattive. La maggior parte degli insetti possiede un'elevata capacità di conversione dei prodotti alimentari, se confrontata con quella del bestiame convenzionale. Gli insetti, tuttavia, manifestano variazioni stagionali tra le differenti popolazioni della stessa specie ed i contenuti nutrizionali possono variare anche tra le specie allevate per la vendita. Secondo questi autori, gli adulti di *T. molitor* e *Z. atratus* contengono più proteine delle rispettive forme larvali e da una metà ad un terzo del contenuto lipidico dei loro stadi larvali. Le concentrazioni di

macrominerali negli scarafaggi sono più simili a quelle, o leggermente più basse, dei valori pubblicati per i loro stadi larvali. Non solo, ma a seconda dei procedimenti di valutazione, la composizione dei potenziali nutrienti può variare.

L'analisi nutrizionale di alcuni insetti è riportata nel lavoro di EFSA (Tabella 6 allegato A - EFSA Scientific Committee, 2015).

Nowak *et al.* (2016) hanno passato in rassegna i dati sugli insetti commestibili disponibili nella letteratura scientifica, sottolineando come, spesso, la qualità dei dati non soddisfi i requisiti per una inclusione in tabelle di composizione alimentare e, di conseguenza, l'uso di quei dati per le stime di assunzione di sostanze nutritive dell'uomo sono estremamente limitate. Gli insetti commestibili sono considerati ricchi di proteine e di una varietà di micronutrienti, e sono pertanto considerati come potenziali contributi alla sicurezza alimentare. Tuttavia, gli autori sottolineano come la stima del contributo nutritivo degli insetti, quale alimento, sia limitato dalla mancanza di tabelle e dati di base per quanto concerne la composizione del cibo. Gli autori evidenziano come FAO / INFOODS raccolgano e pubblichino nel Food Composition Database for Biodiversity (BioFoodComp) dati analitici provenienti da fonti primarie con una sufficiente qualità. I dati presi in esame sono quelli provenienti da 456 alimenti a base di insetti in diverse fasi di sviluppo. Sono stati inseriti complessivamente 5734 punti dati, facendo particolare attenzione alla componente minerale ed agli elementi in traccia (34,8%), alla composizione centesimale (24,5%), agli aminoacidi (15,3%) ed alle (pro) vitamine (9,1%). La raccolta dei dati consentirà una più facile compilazione dei dati relativi agli insetti ed a migliorare le stime di assunzione di nutrienti. Gli autori sono dell'opinione che i dati aiutino i ricercatori nella compilazione delle tabelle nutrizionali degli insetti commestibili per le loro banche dati. Quindi, BioFoodComp 2.1 rappresenta, al momento, la più grande compilazione di dati analitici di questo gruppo alimentare (gli insetti) espressi sulla base del peso umido di una porzione commestibile.

Tuttavia, rispetto al numero elevato di specie d'insetti consumati in tutto il mondo, i dati analitici disponibili sono ancora pochi. Infatti, i contenuti nutrizionali degli insetti variano non solo a causa della specie e della loro fase di sviluppo, ma anche a causa della localizzazione, della stagione, dell'alimentazione, e del contenuto del loro intestino. La variazione dei contenuti nutrizionali è così ampia che sono necessari più dati per rendere maggiormente visibili le differenze. Il problema della fibra, ad esempio, necessita di una ricerca più approfondita riguardo a quali frazioni di fibra e a quali componenti aggiuntive (ad esempio, azoto) i diversi metodi analitici comprendono e se per l'alimentazione umana non sia più corretto analizzare la fibra negli insetti utilizzando il metodo Prosky e simili.

Filia (2015) nelle conclusioni della sua tesi su "Utilizzo dei grilli (*Acheta domesticus*) negli alimenti: allevamento, processo, applicazioni" sottolinea che "...vanno a concorrere sullo sviluppo e sulla maggiore sopravvivenza dei grilli il benessere alimentare, la completezza nutrizionale e l'ottimale disposizione all'interno dei contenitori (unità abitative, terriccio, acqua, fonti alimentari)".

Il che significa che anche per l'allevamento degli insetti, nel caso specifico dei grilli per la produzione di farina, debbono essere offerte dall'allevamento le migliori tutele per il benessere animale, quali fattori di maggiore crescita e produttività.

Carboidrati

L'obesità presente nei paesi occidentali è un fenomeno sempre più diffuso al punto che in alcuni Paesi è stata dichiarata "malattia sociale". L'obesità è legata ad un uso eccessivo di carboidrati; nonostante i carboidrati siano fondamentali per il corretto funzionamento del metabolismo (ad esempio, senza un sufficiente apporto di carboidrati l'organismo non è in grado di assimilare una grande quantità delle proteine introdotte con la dieta) ed una essenziale fonte di energia per organi come il cervello, se assunti in quantità eccessive i carboidrati (zuccheri) possono risultare dannosi.

Sotto questo aspetto quindi, in occidente, andrebbero privilegiati cibi a basso contenuto di carboidrati, ed una bistecca di manzo ne è praticamente priva. I dati disponibili relativi alla composizione dei carboidrati negli insetti sono scarsi. Tuttavia, uno studio dell'Università del Montana suggerisce che nel caso di alcune specie di grilli adulti il contenuto di carboidrati si aggiri intorno al 5% del peso corporeo, mentre in alcuni scarabei si limiti allo 0,2% del peso corporeo (Dunkel,1996). Gli studi futuri dovranno fornire delle risposte definitive, ma è possibile aprioristicamente affermare che gli insetti si possano considerare come alimento a basso contenuto di carboidrati.

Proteine

Se è corretto affermare che gli insetti costituiscono un'ottima fonte proteica alternativa è necessario, tuttavia, considerare la loro composizione amminoacidica in relazione ai particolari fabbisogni di popolazioni con diete poco varie, per ottimizzare il contributo che questi possono dare nel ridurre carenze importanti di amminoacidi essenziali (Belluco, 2009).

La richiesta mondiale di proteine sostenibili è in costante aumento e gli insetti rappresentano una fonte di proteine quasi inesauribile. In generale, pur con molte differenze, si può dire che questi animali sono ricchi di proteine. Un confronto più approfondito può essere fatto con altri tipi di carne che fanno parte della nostra tradizione alimentare, in particolare con quella bovina. Ad esempio, fonti FAO (2012) riportano che il contenuto proteico di una bistecca di manzo cruda varia tra il 19% e il 26% rispetto al peso. Lo stesso vale ad esempio per un pesce come lo sgombro: 16-28 g di proteine ogni 100 grammi di sgombro crudo.

Quali sono i valori della stessa quantità d'insetti, ad esempio le termiti adulte? La quantità proteica offerta da questi insetti è in linea con quelle appena considerate 13 - 28 g per 100 g di termiti crude. I grilli adulti hanno valori leggermente inferiori: 8%-25% di proteine. Queste

differenze tra le diverse specie offrono tuttavia anche molte opportunità. La ricerca di cibi con alti valori proteici potrà orientarsi ad es. verso la cavalletta verde centroamericana, *Sphenarium purpurascens*: 35% - 48% di proteine. Questa cavalletta (*chapulinas*), molto nota in Messico per via delle sue invasioni devastanti sulle colture di mais, fagioli e alfa-alfa, potrebbe dunque diventare una importante risorsa alimentare.

Il bruco del Mopane (*Gonimbrasia belina*) molto apprezzato e diffuso in Africa ha una digeribilità proteica dell'85%, un'assimilabilità del 78% ed un utilizzo netto del 67% inferiore a quello delle uova (93%) e simile a quello della soia (61%).

Lipidi

Gli insetti non sono in grado di sintetizzare gli steroli, ma nonostante ciò possono anche essere un'importante fonte di grassi alimentari.

La variabilità di specie non consente di generalizzare, infatti, si va dal 67% sul peso secco della cavalletta africana *Ruspolia differens* al 9% di un'altra cavalletta, *Zonocerus variegatus*, ma le termiti hanno un 49% di contenuto in grassi. Tuttavia, in linea generale, è la qualità dei lipidi contenuti negli insetti a fare la differenza. L'olio di insetti contiene una grande quantità di acidi grassi insaturi, i cosiddetti grassi "buoni", come acido linoleico e l'acido α -linoleico, importanti per lo sviluppo e la crescita cellulare. Presso l'Università di Wageningen (Olanda) è in corso un progetto di ricerca che riguarda l'uso degli insetti come fonte di olii destinati a scopi alimentari ed industriali: "E' importante sapere che esistono altre fonti di olio [oltre alle coltivazioni vegetali], altrettanto buone" ha dichiarato la dottoressa Daylan Tzompa-Sosa, "e ci sono delle compagnie olandesi che stanno cominciando a prendere sul serio l'estrazione di proteine [dagli insetti], se questo accadrà l'olio sarà un sottoprodotto di questa estrazione e allora, beh, faremmo bene a farne uso" (Tzompa-Sosa, 2014). Tale studio prende in esame specie più adatte ai climi temperati come la larva del tarlo della farina *Tenebrio molitor* o lo scarabeo

Alphitobius diaperinus e conferma la presenza in elevata quantità di acidi grassi insaturi negli oli estratti. Tuttavia esistono problemi nell'utilizzo in cucina: infatti, l'olio di scarafaggio, ad esempio, ha un odore "particolarmente disgustoso", motivo per cui potrebbe essere utilizzato solo nei lubrificanti o come componente delle vernici.

La straordinaria variabilità degli insetti e dei loro prodotti consente immediate soluzioni: l'olio di cavalletta o della mosca soldato *Hermetia illucens* ha un piacevole profumo fruttato! (Paoletti, 2007).

Vitamine e sali minerali

Sono microelementi che rappresentano una componente fondamentale dell'alimentazione, sebbene necessitano di essere assunti in quantità molto inferiori rispetto ai nutrienti precedentemente citati. Tra gli insetti, la variabilità in vitamine e sali minerali è particolarmente elevata sia tra le differenti specie sia all'interno dei vari stadi di metamorfosi in cui gli insetti si trovano. Sembra che anche l'assunzione degli insetti come alimento consenta lo stesso apporto in vitamine e sali minerali dei pesci di piccola taglia.

In linea generale, gli insetti sono un'eccellente fonte di ferro. Il bruco della falena, *Imbrasia belina*, abitualmente consumato dagli indigeni del Sud Africa, contiene 31 milligrammi di ferro ogni 100 g di peso secco (in un uomo di 25 anni si suggerisce una assunzione di 8 mg di Fe/giorno, mentre 100 grammi di manzo, ne apportano circa 6 mg.)

Il già citato studio dell'Università Statale del Montana indica che nelle termiti adulte il contenuto in Fe è di 35,5 mg per 100 g di sostanza secca! Un minerale la cui carenza può causare problemi non trascurabili, specialmente nei bambini e nelle donne incinte, è lo zinco: i dati disponibili non sono molti, ma gli insetti sono per lo più considerati una buona fonte di zinco. Le larve del punteruolo rosso, *Rhynchophorus ferrugineus*, ne contengono 26,5 mg/100 g sostanza secca, molto più della quantità giornaliera raccomandata che è di 11 mg, mentre 100 grammi di peso secco di manzo forniscono circa 12,5 mg di zinco. Inoltre 100 g di larve del punteruolo rosso contengono

anche una quantità tripla di vitamina E, rispetto alla dose da assumere giornalmente.

Gli insetti hanno notevoli ed interessanti contenuti di vitamine, specialmente quelle del gruppo B: nelle varie specie sono stati trovati valori di vitamine B1 e B2 fino a quaranta volte la quantità contenuta nel pane integrale, ad esempio. Cento grammi di carni di ninfe, stadio intermedio tra la larva e l'insetto adulto, del grillo *Acheta domesticus*, contengono il triplo rispetto alle quantità indicate dalle raccomandazioni più restrittive. Le larve di api del Benin sono molto ricche di vitamina D, mentre le larve di *Rhynchophorus palmarium* sono ricche di vitamine A e E.

In molte zone dell'Africa e dell'India, l'alimentazione a base di insetti va incontro alle esigenze di sali minerali e di vitamine di quelle popolazioni.

Digeribilità – Fibra

Da un punto di vista qualitativo, l'esoscheletro degli insetti è costituito in gran parte da chitina, un bopolimero molto simile alla cellulosa, a sua volta composta in massima parte da N-acetilglucosamina, uno zucchero sostituito che non si trova nelle carni degli animali da allevamento (fanno eccezione le cartilagini dei bovini) e sembra dare risultati interessanti nel trattamento delle malattie autoimmuni. Tuttavia, non è chiaro se l'organismo umano sia in grado di assimilare la chitina degli insetti: in questo caso la chitina si comporterebbe in tutto e per tutto come una fibra alimentare.

Il grado di digeribilità riguarda soprattutto le forme adulte provviste di un esoscheletro chitinoso. L'uomo è in grado di digerirlo? Alcune popolazioni subsahariane posseggono un gene che codifica un enzima con attività chitinolitica, che nelle popolazioni caucasiche è soggetto a polimorfismi inattivi. I macrofagi sembrano essere i responsabili dell'enzima (chitinasi) che consente una attività chitinolitica (Belluco, 2009). Tuttavia, questo enzima sembra essere presente con attività fortemente variabili (Belluco, 2009). Bukkens (2005) (in Belluco,

2009), stima la digeribilità della proteina, in vitro, per molte specie tra il 77,9% ed il 98,9%. L'attività della chitinasi prevale nei Paesi tropicali dove gli insetti vengono consumati regolarmente; l'attività della chitinasi è più bassa nei Paesi occidentali a causa dell'assenza di chitina nella dieta (FAO, 2013).

Gli insetti contengono una significativa quantità di fibra, determinata come fibra grezza, fibra detergente acida e fibra detergente neutra. La più comune forma di fibra negli insetti è la chitina (FAO, 2013).

E' disponibile una notevole mole di dati relativi alla fibra contenuta negli insetti e diverse sono le metodiche con le quali è stata determinata e questi dati non sono facilmente comparabili (Klunder, comunicazione personale, 2012, in FAO, 2013). Finke (2007) ha stimato che il contenuto di chitina delle specie d'insetti presenti in commercio come alimento va dai 2.7 mg ai 49.8 mg/kg (prodotto fresco) e dai 11,6 mg ai 137,2 mg/kg (sostanza secca) (FAO, 2013). La chitina è stata associata alle difese contro le infezioni parassitarie e ad alcune condizioni allergiche.

Fibra	Termiti	Cavallette	Grilli	Grano
	4,9	6,4	12,1	9.6

Tabella 5.1: Contenuto in fibra: g/100 g di sostanza secca (Bukkens, 2005, in Belluco, 2009)

Energia

Alcuni insetti consentono un considerevole apporto energetico. I grassi presenti soprattutto nelle forme oltre che quelle proteiche apportano un quantitativo energetico prezioso. Tutte le specie di insetti hanno valori energetici superiori a quello dei cibi più comuni. La FAO riporta la tabella riprodotta di seguito. Sottolinea la varietà di dati relativi all'energia espressa in kcal in 100 g di peso fresco ed il notevole apporto calorico di vari tipi di insetti. Le forme larvali sono quelle che forniscono la maggiore produzione di energia e a parità di quantità solo la carne di maiale ne produce di più (Belluco, 2009). Ramos Elorduy *et al.* (1997) hanno analizzato 178 specie di insetti

presenti nello Stato di Oaxaca, Messico ed hanno determinato che il contenuto calorico era 299-762 kcal per 100 g di sostanza secca (FAO, 2013).

Località	Nome comune	Nome scientifico	Contenuto in energia (kcal/100 g di peso fresco)
Australia	Locusta australiana della peste	<i>Chortoicetes terminifera</i>	499
Australia	Formica (tessitrice) gigante, cruda	<i>Oecophylla smaragdina</i>	1272
Canada, Quebec	Cavalletta dalle zampe rosse, intera, cruda	<i>Melanoplus femurrubrum</i>	160
Stati Uniti, Illinois	Tarma della farina, larva, cruda	<i>Tenebrio molitor</i>	206
Stati Uniti, Illinois	Larva della farina, adulta, cruda	<i>Tenebrio molitor</i>	138
Costa d'Avorio	Termite, adulta, senza ali, essiccata, farina	<i>Macrotermes subhyalinus</i>	535
Messico, Stato di Veracruz	Formica taglia foglie, adulta, cruda	<i>Atta mexicana</i>	404
Messico, Stato di Hidalgo	Formica di miele, adulta, cruda	<i>Mhyrmecocystus melliger</i>	116
Tailandia	Grilli di campo, crudi	<i>Gryllus bimaculatus</i>	120
Tailandia	Cimici d'acqua giganti, crude	<i>Lethocerus indicus</i>	165
Tailandia	Cavalletta del riso, cruda	<i>Oxya japonica</i>	149
Tailandia	Cavalletta, cruda	<i>Cryptacanthacris tatarica</i>	89
Tailandia	Baco da seta domestico, pupa, cruda	<i>Bombix mori</i>	94
Paesi Bassi	Locusta migratoria, adulta, cruda	<i>Locusta migratoria</i>	179

Tabella 5.2: Esempi di contenuto energetico delle diverse specie di insetti trattate in maniera differente a seconda del Paese.

% ss	<i>Z.morio</i>	<i>C.mellonella</i>	<i>T.molitor</i>	<i>A. domesticus</i>
Umidità	57,8	60		43,7
Proteina	44	40	57	69
Lipidi	45	54	30	21
Ceneri	2,6	3,4	5,9	8
Fibra	4,7	3,4	5,9	8

Tabella 5.3 - Composizione centesimale di alcune specie di facile reperimento in Italia. Umidità tal quale, proteine, lipidi, ceneri, fibra in % sulla sostanza secca (Giaccone, 2005 in Filia, 2015)

La variabilità e la complessità di specie offerta dal panorama nutrizionale degli insetti rende impossibile caratterizzare esaurientemente il loro valore nutritivo. È indubbio che essi rappresentino una fonte di cibo complessivamente ricca di proteine e di grassi insaturi (i cosiddetti grassi “buoni”), povera di carboidrati, con un certo contenuto vitaminico ed un ottimo contenuto di sali minerali.

Tuttavia proprio la variabilità e la complessità della Classe Insecta permette di comprendere quale possa essere l'enorme potenziale degli insetti nel combattere situazioni di carenza nutrizionale: i grilli, ad es., sono molto ricchi di calcio, ed una alimentazione a base di grilli consentirebbe di sopperire alla carenza di questo elemento senza dover ricorrere ad integratori artificiali.

Le conoscenze in materia sono ancora in buona parte da approfondire ed offrono molte opportunità di studio e di ricerca. Se l'enorme problema dei prossimi anni (come stimato dal Dossier FAO, 2013) sarà quello di sfamare un mondo sempre più affollato (9 miliardi di persone) e, quindi, sempre più affamato, è assolutamente necessario trovare risorse sostenibili e a basso impatto, come appunto l'allevamento di insetti.

Riquadro 6 - Valori nutrizionali medi di alcuni insetti



Blatta (*Blattella germanica*): Sostanza secca 38,7 %; kcal/g 6,07.
Nutrienti espressi in % sulla sostanza secca: proteine 53,9%; grassi 28,4%; ceneri-minerali 3,3%; fibre 9,4%; calcio 0,20%; fosforo 0,50%; magnesio 0,08%; sodio 0,27%; potassio 0,87%.
Oligoelementi, espressi in ppm sulla sostanza secca: Rame 14; ferro 90; zinco 57; manganese 5; selenio 0,36.



Camola della farina (*Tenebrio molitor*): Sostanza secca 37,6 %; kcal/g 6,49.
Nutrienti espressi in % sulla sostanza secca: proteine 52,7%; grassi 32,8%; ceneri-minerali 3,2%; fibre 5,7%; calcio 0,11%; fosforo 0,77%; magnesio 0,22%; sodio 0,14%; potassio 0,91%
Oligoelementi, espressi in ppm sulla sostanza secca: Rame 19, ferro 43, zinco 100, manganese 14, selenio 0,31.



Camola del miele (*Galleria mellonella*): Sostanza secca 34,1 %; kcal/g 7,06.

Nutrienti espressi in % sulla sostanza secca: proteine 42,4%; grassi 46,4%; ceneri-minerali 2,7%; fibre 4,8 %; calcio 0,11%; fosforo 0,62%; magnesio 0,11%; sodio 0,05%; potassio 0,72%.

Oligoelementi, espressi in ppm sulla sostanza secca: Rame 9; ferro 22, zinco 76, manganese 3, selenio 0,66.



Drosophila (*Drosophila melanogaster*): Sostanza secca 29,6 %; kcal/g 5,12.

Nutrienti espressi in % sulla sostanza secca: proteine 70,1; grassi 12,6%; ceneri-minerali 4,5%; fibre 27,0%; calcio 0,10%; fosforo 1,05%; magnesio 0,08%; sodio 0,42%; potassio 1,06%.



Grillo (*Acheta domestica* – *Gryllus assimilis*): Sostanza secca 31 %; kcal/g 5,43.

Nutrienti espressi in % sulla sostanza secca: proteine 64,9%; grassi 13,8%; ceneri-minerali 5,7%; fibre 9,4%; calcio 0,14%; fosforo 0,99%; magnesio 0,13%; sodio 0,49%; potassio 1,29%.

Oligoelementi, espressi in ppm sulla sostanza secca: Rame 28, ferro 58, zinco 188, manganese 31, selenio 0,58.

Larve di mosca (*Musca domestica*): Sostanza secca 31,82%;

Nutrienti espressi in % sulla sostanza secca: proteine 15,58%; grassi 7,81%; fibre 3,46%; ceneri-minerali 1,40; Calcio 874 ppm; fosforo 2405 ppm.



Piralide (*Ostrinia nubilati*): Sostanza secca 28 %; kcal/g 5,60.

Nutrienti espressi in % sulla sostanza secca: proteine 64,2%; grassi 17%; ceneri-minerali 2,6%; fibre 15,4%; calcio 0,22%; fosforo 0,67%; magnesio 0,13%; sodio 0,02%; potassio 0,05%.

Oligoelementi, espressi in ppm sulla sostanza secca: Rame 20, ferro 269, zinco 98, manganese 16, selenio 0,20.

6 - Problemi sanitari

Il **Regolamento (CE) n. 853/2004** sull'igiene degli alimenti di origine animale attualmente non prevede gli insetti tra le specie "non convenzionali" considerate. Tuttavia, uno dei capisaldi della "filosofia" e della politica della Comunità Europea è quella della salvaguardia della salute del

Consumatore, anche mediante l'applicazione del principio di precauzione, per cui qualora si ipotizzino possibili pericoli a seguito dell'introduzione di un nuovo alimento, deve essere eseguita una valutazione precedente alla commercializzazione (www.IZSalimenTO.it).

Le conoscenze attuali sui possibili rischi legati al consumo di insetti non sono ancora sufficienti a garantire pienamente il consumatore e si è soliti giustificare a priori il loro utilizzo affermando che il consumo in altri Paesi non ha mai sottolineato particolari rischi e che gli studi disponibili non hanno mai evidenziato rischi diversi da quelli dei comuni prodotti alimentari, mentre invece per tutelare la salute dei consumatori è necessario estendere la ricerca di patogeni alimentari e pericoli chimici e il controllo delle condizioni di allevamento anche agli insetti (www.izsvenezie.it).

Come per gli altri alimenti, buone pratiche di gestione dell'allevamento che escludano il contatto con insetti selvatici e che garantiscano l'utilizzo di substrati nutritivi igienicamente sicuri possono permettere di ottenere prodotti alimentari a basso rischio. Il rischio legato alla possibile contaminazione da forme patogene non rappresenterebbe, quindi, una giustificazione sufficiente per escludere tali prodotti dal mercato alimentare. Inoltre, l'applicazione di misure igieniche quali la cottura e il congelamento consentirebbero di contenere il rischio legato alla eventuale presenza di parassiti zoonosici (www.IZSalimenTo.it).

E' stato sottolineato che, dal punto di vista dei pericoli igienico-sanitari gli insetti non sono dissimili dagli altri alimenti di origine

animale (Belluco *et al.*, 2013). La corretta conservazione ed il trattamento di cottura prima del consumo sono, tuttavia, elementi in grado di tutelare il consumatore. Non esiste, quindi, la sicurezza assoluta degli insetti come categoria alimentare sebbene sia possibile consumarne alcune specie (bisogna conoscerli!), come la pupa del baco da seta e le camole della farina, senza problemi. L'accortezza sta nel cucinarli in modo adeguato, come avviene per tutti i prodotti di origine animale, poiché le procedure di cottura o di lavorazione consentono di far perdere la loro tossicità.

Le caratteristiche del substrato hanno una fondamentale importanza rispetto alla contaminazione microbiologica e chimica degli insetti; il tipo di substrato con il quale possono essere nutriti gli insetti dipende da vari fattori, tra cui la legislazione in vigore, l'applicabilità, la disponibilità e i costi (Tesi, 2016). Il **Regolamento CE n.767/2009** consente l'utilizzo di substrati composti da materiali sicuri e sani. Rifiuti, letame, alimenti contenenti carne e pesce sono categoricamente proibiti, nonostante siano molti i paesi che ne usufruiscono come alimento per gli insetti. Questo aspetto che è positivo per la capacità che tale materiale di bassa qualità venga convertito in un materiale di più alta qualità – con notevoli benefici anche ambientali – nel mondo occidentale potrebbe rappresentare un considerevole ostacolo alla produzione di alimenti a base di insetti (Tesi, 2016).

Il Comitato Scientifico dell'EFSA (EFSA Scientific Committee, 2015) ha sottolineato gli ampi margini di incertezza che gravano ancora sugli insetti come alimenti nella sua analisi su vari aspetti e rischi relativi alla produzione ed al consumo di insetti per l'alimentazione umana ed animale. Il Comitato ha preso in considerazione i rischi relativi alla salute umana che con l'ingresso degli insetti quale cibo si potrebbero presentare, in particolare i potenziali pericoli biologici (dai parassiti ai virus, dai

prioni ai funghi) e chimici (dai metalli pesanti ai pesticidi, dai farmaci veterinari agli ormoni, dagli idrocarburi aromatici policiclici ai contaminanti migranti dalle confezioni), oltre agli allergeni ed al valore nutrizionale, senza tralasciare i rischi legati al substrato di crescita degli insetti, specialmente quelli ad alto rischio microbiologico come le deiezioni animali, ed i metodi di analisi.

Per ogni aspetto affrontato, l'EFSA ha valutato anche i margini di incertezza che ancora pongono gli insetti. Per quanto concerne il consumo umano degli insetti, ha rilevato la mancanza di una raccolta di dati sistematica sul consumo di insetti nei Paesi europei. Ha sottolineato che il modello di consumo può essere stimato solo attraverso i dati di vendita del prodotto insetto e che è poco chiaro come e in che misura l'inserimento di insetti nella gastronomia e nella gamma di prodotti di fornitori di alimenti possa influenzare il modello di consumo generale nella popolazione, ma che è verosimile una rapida modifica dei modelli di consumo futuri.

Relativamente al consumo da parte dell'animale / animale da compagnia mancano informazioni consolidate relative alla grandezza e alla frequenza della gestione degli insetti per gli animali d'allevamento.

Valutazione dei rischi

I problemi sanitari che possono presentarsi con una alimentazione a base di insetti sono:

Allergie, Parassiti, Microrganismi, Prioni, Tossicità da contaminanti e propria dell'insetto.

Allergie

Le allergie (Phillips *et al.*, 1995; Di Cello *et al.*,1999; Lucas, 2001; Belluco, 2009; Ji K. *et al.*, 2009; Belluco, 2013; Belluco, 2015; Filia, 2015; Tesi, 2016; Comunicazione della commissione, 2017)

rappresentano una patologia rilevante per la salute del consumatore al punto che il **Regolamento (UE) n.1169/2011** del Parlamento europeo

e del Consiglio del 2 settembre 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 le direttive 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 e le direttive 2002/67/CE e 2008/5/CE della Commissione ed il Regolamento CE n.608/2004 della Commissione*, obbliga esplicitamente le aziende produttrici di alimenti di indicare gli ingredienti che possano eventualmente rappresentare un rischio di allergia per il consumatore (Art.9 – Elenco delle indicazioni obbligatorie e Art. 21- Etichettatura di alcune sostanze o prodotti che provocano allergie o intolleranze).

Per quanto riguarda gli insetti, le allergie possono essere da:

- contatto (studiata negli operatori di allevamenti che producono insetti: dermatite, eczema);
- puntura (veleno iniettato da api, vespe, formiche, ecc.: può dare reazioni anche mortali);
- inalazione (acari della polvere, ad esempio, *Lepidoptera*, *Othoptera*, *Coleoptera*, *Diptera*, *Ephemeroptera*, *Thichoptera*): asma rinite, congestione;
- ingestione: fenomeno scatenato dall'ingestione volontaria o meno di insetti o alimenti a base d'insetti. E' equiparata in un certo senso all'allergia alimentare da crostacei!

A proposito del tipo alimentare, la letteratura cinese in merito riporta casi dal 1980 al 2007 di shock anafilattici causati da allergie dovute al consumo di cavallette (Ji *et al.*, 2009) (grafico 6.1). Tuttavia, in Cina, l'uso alimentare degli insetti non si limita alle cavallette, ma ne comprende una vasta gamma. La pupa del baco da seta, comunemente consumata come alimento spesso fritta in olio, cotta in acqua o in polvere, è allergenica a causa della presenza della arginina chinasi ed è stato stimato che, ogni anno, in Cina oltre 1000 pazienti, tuttavia statisticamente irrilevanti, abbiano reazioni anafilattiche dopo il

consumo di pupe di baco da seta ed abbiano richiesto l'intervento del pronto soccorso (Ji *et al.*, 2008).

Nonostante siano pochi gli studi pubblicati sulle reazioni allergiche dovute all'ingestione d'insetti, in futuro sarà dato particolare rilievo a questo fenomeno poiché le differenze nelle tradizioni alimentari possono determinare anche differenze nel rischio di allergie alimentari.

Sono anche considerate causa di allergia le femmine di cocciniglia (*Dactylopius coccus* Costa / *Coccus cacti* L) utilizzate per produrre i coloranti color cremisi, come l'E 120 (acido carminico, vari tipi di carminio) e l'E 124 ovvero Ponceau 4R, rosso cocciniglia A, che trovano impiego in Occidente, come colorante alimentare in diversi prodotti alimentari e come colorante nei prodotti cosmetici come ombretto e rossetto (Di Cello *et al.*, 1999).

Inoltre, sono stati ritenuti allergenici anche il bruco, *Bruchus lentis*, insetto coleottero della Famiglia *Chrysomelidae*, un parassita delle lenticchie (anafilassi IgE - mediata ed asma) detto anche "punteruolo delle lenticchie" e il bruco *Lophocampa caryae* (Usa, Canada e Messico).

Queste allergie sono state riscontrate soprattutto nei bambini per ingestione accidentale o volontaria per curiosità. In alcuni soggetti anche il bruco del Mopane ha causato forme di tipo allergico con sintomatologia leggera. Le forme allergiche appaiono sporadiche ed è possibile che si manifestino delle cross-reattività tra alcuni insetti e altri allergeni.

Tuttavia, il rischio di allergie dovrà, in futuro, trovare maggiore attenzione non solo per poter identificare e classificare le varie allergie, ma anche per distinguere quelli che sono i sintomi di una intossicazione dai sintomi di un'allergia.

Si rileva che mancano i risultati di test umani di pre-commercializzazione e relazioni relative a fenomeni di sensibilizzazione nei lavoratori.

Parassiti

Le informazioni contenute in letteratura riguardano aree non europee (soprattutto Asia) e insetti raccolti in natura e, quindi, il rischio può essere molto diverso da quello che si potrebbe verificare con insetti allevati, con un rigido controllo delle condizioni ambientali e dei substrati applicati.

Il rischio di un'infestazione parassitaria mediante l'assunzione alimentare d'insetti è ben documentata e gli insetti rappresentano un potenziale vettore biologico, ad esempio, della tripanosomiasi. Le infestazioni parassitarie (zoonosi) sono legate a particolari aree geografiche dove il consumo alimentare d'insetti è maggiore.

Scarafaggi e scarabei possono ospitare, quali ospiti intermedi, il *Gongylonema pulchrum* (o verme gola) e trasmetterlo all'uomo dove si localizza nel sottocute delle cavità orale (*larva migrans*). Altro parassita che può infestare l'uomo è il *Pagiorchis javanensis* che non solo ha gli uccelli ed i pipistrelli come ospiti intermedi, ma anche larve d'insetti. *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica*, *Toxoplasma* spp., *Sarcocystis* spp. possono essere ospitati dagli insetti. Le mosche possono veicolare oltre ai parassiti responsabili di miasi, come descritto sopra, anche *Isospora* e *Cryptosporidium*. Le larve di zanzara sono in grado di trasmettere le metacercarie di alcuni parassiti che possono infestare animali che poi a loro volta, se mangiati, infestare l'ospite definitivo, ovvero l'uomo. Gli insetti, quindi, dovrebbero essere sempre consumati previa cottura!

Microrganismi

Gli studi che abbiano come argomento i rischi microbiologici relativi alla presenza di batteri saprofiti in una alimentazione entomofaga sono pochi e sono molto scarsi anche gli studi relativi alla contaminazione degli insetti destinati all'alimentazione animale. Le analisi effettuate in un allevamento di insetti a ciclo chiuso di *Zoophobas morio*, *Tenebrio molitor*, *Galleria mellonella* e *Acheta domesticus* hanno messo in evidenza elevate cariche microbiche totali (105 e 106 ufc/g)

e di batteri Gram-negativi (coliformi totali e fecali), mentre la popolazione Gram-positiva era in gran parte formata da *Micrococcus* spp., *Lactobacillus* spp. (105ufc/g), *Staphylococcus* spp. (circa 103 ufc/g), *Salmonella* spp. e *Listeria monocytogenes* (Giaccone, 2005). Templeton (2006) ha condotto una ricerca sulla capacità dei coleotteri polifagi, in particolare del tenebrione *Alphitobius diaperinus*, di essere serbatoio e veicolo di *Campylobacter* in un allevamento di polli da carne. Approfondire lo studio degli insetti in relazione alla loro capacità di ospitare batteri potenzialmente patogeni per l'uomo diventerà prioritario, infatti la flora intestinale degli insetti è polimorfa e gli insetti sono in grado di selezionare i patogeni che possono permanere nell'ospite. Le cariche microbiche totali e di coliformi possono essere particolarmente alte, così come quelle di altri batteri potenzialmente alteranti o patogeni. Tuttavia, laddove la tipologia di allevamento cambia (come nel caso del baco da seta) garantendo manipolazioni e standard igienici elevati, le cariche si riducono a livelli che potrebbero essere facilmente controllati da procedimenti quali la cottura.

Negli insetti le infezioni virali causano importanti cambiamenti metabolici e possono produrre sostanze tossiche per l'uomo, ma non esiste alcuna prova scientifica in tal senso. Mancano anche informazioni relative alla probabilità che virus umani come il norovirus, il rotavirus, il virus dell'epatite E ed A vengano trasferiti passivamente dall'alimento attraverso i residui dei contenuti intestinali dell'insetto.

Tossicità

È necessario prestare la massima attenzione nel selezionare gli insetti edibili poiché, attualmente, essi sono sistematicamente fatti oggetto più di distruzione (pesticidi) che di allevamento e, quindi, è necessario saper distinguere e conoscere gli insetti che si possono mangiare senza rischi.

Molti di essi posseggono proprie capacità tossiche contro la predazione o in grado di “avvertire” i nemici, ad esempio, mutando colore. Generalmente, gli insetti, che si nutrono su piante commestibili per l’uomo, sono edibili (Holt, 2007 in Belluco, 2013).

In Tailandia, si sono verificati casi d’insetti morti immessi sul mercato che hanno causato seri problemi di salute per i consumatori perché provenivano da aree dove erano stati utilizzati fitofarmaci per la salvaguardia dei raccolti (DeFoliart, 1999 in Belluco, 2013).

Locuste catturate in Kuwait, dopo l’erogazione di pesticidi per salvare le colture e la vegetazione, non contenevano livelli rilevanti di pesticidi clorurati, mentre contenevano quantità relativamente elevate di pesticidi organofosforici (sumithion e malathion) tali da essere considerate moderatamente e leggermente tossiche, rispettivamente. Questo rappresenta un significativo rischio per i consumatori di locuste (Saeed *et al.*, 1993).

Nella letteratura scientifica i dati pubblicati sui prodotti chimici pericolosi negli insetti allevati sono scarsi; i dati sull'accumulo / l'eliminazione dei contaminanti chimici dai substrati sono molto limitati;

fino ad oggi non esiste alcuna informazione sull'uso di medicinali veterinari per il trattamento di insetti da utilizzare come alimentazione e come mangimi; non è disponibile alcuna informazione sulla possibile formazione di contaminanti di processo durante la lavorazione e trasformazione degli insetti. Per quanto riguarda i metodi di lavorazione, esiste una mancanza di informazioni relative a precisi dettagli dei processi di lavorazione utilizzati.

Per quanto riguarda le ripercussioni sull’ambiente, non esiste alcuna informazione circa l'impatto ambientale dei sistemi di produzione dell’allevamento intensivo dei diversi insetti.

Oltre che per la presenza di contaminanti ambientali, trasferiti passivamente all’uomo, gli insetti possono essere tossici di per sé.

Esistono due categorie di insetti velenosi:

- criptotossici ovvero sono quegli insetti che, pur non utilizzando sostanze velenose rivolte verso l'esterno, le contengono nei loro organi e, se ingeriti, causano reazioni a livello gastrointestinale a causa della introduzione nell'organismo di sostanze tossiche;
- fanerotossici: il termine si riferisce a quegli insetti (api, formiche) che sintetizzano, conservano ed inoculano la sostanza tossica.

Negli insetti edibili inoltre, sono state riscontrate sostanze quali steroidi anabolizzanti (testosterone e diidrotosterone) soprattutto nei coleotteri della Famiglia dei Dytiscidae; cortisone; sostanze cianogenetiche in particolare negli Ordini Coleoptera e Lepidoptera. Tali sostanze sono pericolose per la loro capacità di inibire l'azione di alcuni enzimi come la succinato-deidrogenasi e l'anidrasi carbonica o il blocco della fosforilazione ossidativa (Blum,1994 in Belluco et al., 2013).

Altra sostanza nociva è il toluene presente nei coleotteri dei Generi *Stenocentrus* e *Syllitus*; tale sostanza ha azione tossica a livello del sistema nervoso centrale, dei reni e del fegato (Blum 1994, in Belluco et al., 2013).

Nel coleottero *Lytta vesicatoria*, a livello delle ovaie e delle uova. è presente la cantaridina (sostanza urticante per vescica e uretra che causa di priapismo e che se entra in circolo può essere letale).

Tuttavia, l'allevamento industriale ha anche la funzione di selezionare le specie commestibili e, quindi, deve saper riconoscere le specie pericolose e gli effetti delle sostanze tossiche che gli insetti possono produrre.

Prioni

I prioni sono isomeri di una glicoproteina espressa normalmente dagli organismi. Non sono paragonabili ad alcun microrganismo, essendo privi di acidi nucleici e quindi non sono in grado di sviluppare la relativa informazione genetica che su di essi si basa. Tuttavia, l'EFSA,

richiesta di un'opinione (EFSA Scientific Committee, 2015), ha ipotizzato tre possibili vie di contaminazione:

- 1) rischio relativo ai prioni specifici degli insetti;
- 2) rischio relativo agli insetti come vettori biologici di prioni animali e/o umani;
- 3) rischio relativo agli insetti come vettori meccanici di prioni animali e/o umani.

Mentre l'EFSA considera irrilevanti i primi due casi (i prioni non sono in grado di manifestare negli insetti la malattia e quindi non sono in grado di trasmettere la malattia ai mammiferi), nel terzo caso alcuni studi ipotizzano gli insetti come possibili vettori meccanici nel caso in cui il substrato nel quale vivono e si nutrono sia infetto, per questo la scelta di un substrato idoneo e sicuro riveste un ruolo fondamentale dato che l'infettività degli insetti dipende dall'infettività presente nel substrato (Tesi, 2016).

7 - Normativa vigente

E' interessante quanto scritto recentemente sullo stato normativo degli insetti come alimenti da Massimo Roversi (2017) su "L'Entomofago", rivista on line (www.entomofago.eu/). La premessa generale è che essendo l'entomofagia un fenomeno nuovo in Occidente, raramente è regolamentata. Le dogane e la FDA statunitense non si erano mai trovate ad avere a che fare con un prodotto confezionato contenente insetti (gli insetti si trovano solitamente nel mercato locale, senza imballaggio) e in assenza di regolamenti spesso reagiscono in maniera incoerente. Le problematiche che possono essere soggette a regolamentazione sono l'allevamento, la produzione, la commercializzazione e l'importazione/esportazione. Esistono casi in cui la commercializzazione di insetti commestibili è legale, ma l'importazione o l'esportazione non lo sono (ad es., il Belgio non accetta insetti provenienti da paesi extra-UE). Inoltre, la legislazione in materia di cibo spesso manca di standard per questo specifico settore. In particolare, gli insetti non sono inclusi nel *Codex Alimentarius*, che contiene le linee guida internazionali per la sicurezza alimentare. Gli uffici doganali spesso hanno difficoltà a trovare punti di riferimento. L'Harmonized System Codes (HS) per la nomenclatura delle merci deciso a livello internazionale dall'Organizzazione Mondiale delle Dogane non contiene alcuna definizione che si riferisca agli insetti come cibo. Tuttavia la creazione di nuovi codici può essere richiesto da uno Stato membro.

Canada

I grilli non sono stati considerati nuovi prodotti alimentari, così oggi il più grande allevatore in Nord America si trova in Canada e serve alcune start-up locali, come One Hop Kitchen. Se, tuttavia, un insetto manca di una storia di consumo sicuro, potrebbe ricadere nella categoria "nuovi prodotti alimentari" e richiedere una valutazione da parte del Bureau of Microbial Hazards e del Food Directorate.

Stati Uniti d’America

Non ci sono norme specifiche per insetti commestibili. La FDA ha reso pubblico il suo parere, che è l’attuale base giuridica per il settore. Per essere ammessi, gli insetti devono essere stati allevati per il consumo umano. I prodotti che contengono insetti devono ovviamente seguire gli standard richiesti dalla FDA compresi i test batteriologici e la certificazione GMP (Good Manufacturing Practice). L’etichetta sul prodotto deve includere il nome comune e il nome scientifico dell’insetto, riportando i potenziali rischi collegati alle allergie.

Australia e Nuova Zelanda

Le due nazioni condividono un’agenzia per il mantenimento della sicurezza alimentare, chiamata Food Standards Australia Nuova Zelanda (FSANZ). Quest’agenzia ha affrontato alcuni casi come il super mealworm (*Zophobas morio*), il grillo domestico (*Acheta domesticus*), e la falena (*Tenebrio*) prima di decidere che pur non potendo essere considerati cibo tradizionale – non sono novel foods. In particolare, non hanno incontrato problemi di sicurezza alimentare e di conseguenza non sono stati messi limiti al consumo o all’importazione.

Unione Europea

Secondo il Parlamento Europeo e l’Agenzia per la Sicurezza Alimentare (EFSA), gli insetti rientrano nella categoria dei “nuovi prodotti alimentari” e di conseguenza sono soggetti ad un lungo processo di approvazione. Quattro paesi non hanno accettato questa interpretazione ed esplicitamente permettono (e in un caso regolano) la commercializzazione e il consumo d’insetti. Questi sono Belgio, Regno Unito, Paesi Bassi e Danimarca. In alcuni altri paesi c’è un certo grado di tolleranza (Francia, per esempio). In altri, come l’Italia e la Germania, la tolleranza è pari a zero. A causa della complessità (e il costo) della procedura, nessuna start-up, a partire da gennaio 2017, ha presentato una domanda per l’approvazione di un insetto commestibile secondo le normative sui nuovi prodotti alimentari. La nuova legge entrerà in vigore il 1° gennaio 2018. I dettagli su come

presentare un dossier sono stati rilasciati nel settembre 2016 (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA), 2016). L'EFSA ha dichiarato che con la nuova legge, un dossier per l'approvazione dei grilli come alimento può essere presentato in due modi diversi. Il metodo standard (che dovrebbe necessitare di circa un anno per l'intera procedura), o quello per "alimento tradizionale proveniente da un paese terzo" (art. 14, **Reg. (UE) 2283/2015**), che dovrebbe essere più veloce (circa sei mesi).

Belgio

L'Agenzia Federale per la Sicurezza della Catena Alimentare (FASFC) ha prodotto un regolamento specifico per gli insetti commestibili (che rende il Belgio una delle nazioni più avanzate in termini di entomofagia). Il FASFC ha approvato dieci insetti: due tipi di grillo (*Acheta domesticus* e *Grylloides sigillatus*), due tipi di locuste, tre varianti di lepidotteri (verme della farina), due tipi di falene (tarma della cera maggiore e minore) e bachi da seta. Il Belgio ha regole specificamente dettagliate per l'allevamento e la vendita, e gli insetti allevati al di fuori dell'Unione europea non sono accettati.

Olanda

E' la patria di alcune aziende che allevano insetti per il consumo umano, inclusa Protifarm (e la sua controllata Kreca), e di alcune start-up attive nella commercializzazione e la produzione di insetti commestibili. La base giuridica non è chiara, e l'Ente pubblico responsabile per la sicurezza alimentare (Nvwa) ha rifiutato di commentare.

Danimarca

L'Amministrazione Alimentare e Veterinaria danese (DVFA) ritiene che l'insetto intero (compresa la farina, se proveniente da insetti interi) non rientra nella normativa UE sui novel foods. Di conseguenza, le importazioni da paesi extra-UE è teoricamente possibile.

Germania

Il controllo degli alimenti è un compito dei 16 stati federali. L'Ufficio Federale della Protezione dei Consumatori e la Sicurezza Alimentare (BVL), compie solo alcune funzioni di coordinamento. Pertanto, la posizione del BVL non è giuridicamente vincolante ed è allineata con la decisione della Commissione UE: insetti o parti d'insetti sono novel foods e non possono essere venduti in Germania fino a quando una procedura di approvazione sui nuovi prodotti alimentari sarà stata finalizzata.

Norvegia

Non è membro dell'UE, ma fa parte dello Spazio Economico Europeo (SEE) e, quindi, segue una serie di normative europee. Eppure, la loro interpretazione è che quando gli insetti sono interi, non rientrano sotto la legge sui nuovi prodotti alimentari. Prodotti trasformati contenenti insetti interi, stando alla Food Agency norvegese, seguirebbero lo stesso principio.

Regno Unito

L'Agenzia per la sicurezza alimentare (FSA) ha espresso parere favorevole alla vendita, il consumo e l'importazione d'insetti commestibili. Gli insetti sono utilizzabili, per il consumo umano e per l'uso come mangime per l'acquacoltura (ma non per l'alimentazione animale). La Gran Bretagna ritiene che gli insetti commestibili siano fuori dal contesto del Regolamento europeo sui novel food. Il futuro è incerto a causa della Brexit e della possibilità che il Regno Unito aderisca alle indicazioni UE per riallinearsi sul tema degli insetti commestibili a partire da gennaio 2018 (con l'estensione fino al 2020 per i prodotti già presenti sul mercato). Nel frattempo, la FSA ha inviato alle start-up che operano nel settore degli insetti commestibili una lettera di richiesta di informazioni, anticipando che nei prossimi anni potrebbe essere necessaria un'approvazione europea.

Svizzera

Il Consiglio Federale ha lavorato a lungo sulla legislazione riguardante gli insetti, in base alle richieste formulate da Isabelle

Chevalley, consigliere nazionale del Cantone di Vaud, che dal 2013 ha chiesto più volte al Consiglio di prendere una posizione. Nel dicembre 2016, il Consiglio Federale ha finalmente approvato una legge, entrata in vigore il 1 maggio 2017, che consente la vendita e il consumo di tre specie: grilli (*Acheta domesticus*), locusta migratoria e camola della farina. Tra i requisiti previsti, gli insetti devono essere stati allevati per il consumo umano e dopo la macellazione devono essere trattati secondo i criteri di sicurezza alimentare (alte temperature, congelamento).

Paesi non occidentali

I paesi del sud-est asiatico hanno una tradizione alimentare che comprende l'entomofagia, ma non hanno regolamenti in materia di allevamento, vendita ed esportazione. La Thailandia, il più grande allevatore al mondo di grilli, sta lavorando alla creazione di linee guida per l'allevamento. L'ACFS (Agenzia Governativa Tailandese per la Sicurezza dei Prodotti Agricoli) prevede di rilasciare la buona pratica agricola (GAP) per l'allevamento di grilli entro la fine del 2017. Una serie di linee guida preliminari per le GAP è stata resa pubblica presso l'Università di Khon Kaen.

Anche in Cina gli insetti sono un ingrediente culinario comune in molte regioni, ma non ve ne è menzione nella legislazione alimentare. Un'eccezione sono le pupe del baco da seta, che sono state incluse nel 2014 nella lista dei cibi consentiti dal Ministero della Salute. La Cina è il più grande produttore al mondo di seta e i bachi da seta sono disponibili in grandi quantità (sono esportati anche per il consumo alimentare, ad esempio in Thailandia).

Il governo della Corea del Sud ha avviato un processo di legalizzazione di alcuni insetti commestibili nel 2011. Nella lista ci sono il verme della farina, i grilli (non il solito *Acheta domesticus*, ma il *Gryllus bimaculatus*) e alcune larve. In seguito a questo processo preliminare, nel 2016, il KFDA (Korean Food and Drug Administration) ha classificato i grilli e i vermi come cibo normale,

senza restrizioni. Si prevede che altri insetti verranno aggiunti a breve all'elenco (Reverberi, 2017).

Italia

Nel nostro Paese è ancora in vigore e pienamente attivo il **Decreto legislativo n. 283/62** che modifica degli artt. 242, 243,247, 250 e 262 del T.U. delle leggi sanitarie approvato con R.D. 27 luglio 1934, n. 1265: Disciplina igienica della produzione e della vendita delle sostanze alimentari e delle bevande, che all'art. 5 - Divieti enuncia

“ È vietato impiegare nella preparazione di alimenti o bevande, vendere, detenere per vendere o somministrare come mercede ai propri dipendenti, o comunque distribuire per il consumo sostanze alimentari:

- a) private anche in parte dei propri elementi nutritivi o mescolate a sostanze di qualità inferiore o comunque trattate in modo da variarne la composizione naturale, salvo quanto disposto da leggi e regolamenti speciali;
- b) in cattivo stato di conservazione;
- c) con cariche microbiche superiori ai limiti che saranno stabiliti dal regolamento di esecuzione o da ordinanze ministeriali
- d) insudiciate, invase da parassiti, in stato di alterazione o comunque nocive, ovvero sottoposte a lavorazioni o trattamenti diretti a mascherare un preesistente stato di alterazione;
- e) [abrogata]
- f) [abrogata]
- g) con aggiunta di additivi chimici di qualsiasi natura non autorizzati con decreto del Ministro per la sanità o, nel caso che siano stati autorizzati, senza l'osservanza delle norme prescritte per il loro impiego. I decreti di autorizzazione sono soggetti a revisioni annuali;
- h) che contengano residui di prodotti, usati in agricoltura per la protezione delle piante e a difesa delle sostanze alimentari immagazzinate, tossici per l'uomo. Il Ministro per la sanità, con propria ordinanza, stabilisce per ciascun prodotto, autorizzato

all'impiego per tali scopi, i limiti di tolleranza e l'intervallo per tali scopi, i limiti di tolleranza e l'intervallo minimo che deve intercorrere tra l'ultimo trattamento e la raccolta e, per le sostanze alimentari immagazzinate tra l'ultimo trattamento e l'immissione al consumo”.

Tuttavia, il **Regolamento (CE) n. 178/2002** 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 all'Art. 2 – Definizione di «alimento» - enuncia quanto segue:

“Ai fini del presente regolamento si intende per «alimento» (o «prodotto alimentare», o «derrata alimentare») qualsiasi sostanza o prodotto trasformato, parzialmente trasformato o non trasformato, destinato ad essere ingerito, o di cui si prevede ragionevolmente che possa essere ingerito, da esseri umani. Sono comprese le bevande, le gomme da masticare e qualsiasi sostanza, compresa l'acqua, intenzionalmente incorporata negli alimenti nel corso della loro produzione, preparazione o trattamento. Esso include l'acqua nei punti in cui i valori devono essere rispettati come stabilito all'articolo 6 della direttiva 98/ 83/CE e fatti salvi i requisiti delle direttive 80/778/CEE e 98/83/CE. Non sono compresi: a) i mangimi; b) gli animali vivi, a meno che siano preparati per l'immissione sul mercato ai fini del consumo umano; c) i vegetali prima della raccolta; d) i medicinali ai sensi delle direttive del Consiglio 65/ 65/CEE (1) e 92/73/CEE (2); e) i cosmetici ai sensi della direttiva 76/768/CEE del Consiglio (3); f) il tabacco e i prodotti del tabacco ai sensi della direttiva 89/622/CEE del Consiglio (4); g) le sostanze stupefacenti o psicotrope ai sensi della convenzione unica delle Nazioni Unite sugli stupefacenti del 1961 e della convenzione delle Nazioni Unite sulle sostanze psicotrope del 1971; h) residui e contaminanti”

Dal che se ne deduce che non essendo gli insetti inclusi nell'elenco di esclusione essi possano essere considerati commestibili!

E' pur vero che il suddetto Regolamento all' Art. 7 – Principio di precauzione – indica:

“1. Qualora, in circostanze specifiche a seguito di una valutazione delle informazioni disponibili, venga individuata la possibilità di effetti dannosi per la salute, 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.

2. Le misure adottate sulla base del paragrafo 1 sono proporzionate e prevedono le sole restrizioni al commercio che siano necessarie per raggiungere il livello elevato di tutela della salute perseguito nella Comunità, tenendo conto della realizzabilità tecnica ed economica e di altri aspetti, se pertinenti. Tali misure sono riesaminate entro un periodo di tempo ragionevole a seconda della natura del rischio per la vita o per la salute individuato e del tipo di informazioni scientifiche necessarie per risolvere la situazione di incertezza scientifica e per realizzare una valutazione del rischio più esauriente.”

e che alla

SEZIONE 4 - REQUISITI GENERALI DELLA LEGISLAZIONE ALIMENTARE -

Articolo 14 -Requisiti di sicurezza degli alimenti –

chiarisce che

“1. Gli alimenti a rischio non possono essere immessi sul mercato.

2. Gli alimenti sono considerati a rischio nei casi seguenti:

- a) se sono dannosi per la salute;
- b) se sono inadatti al consumo umano.

3. Per determinare se un alimento sia a rischio occorre prendere in considerazione quanto segue:

a) le condizioni d'uso normali dell'alimento da parte del consumatore in ciascuna fase della produzione, della trasformazione e della distribuzione;

b) le informazioni messe a disposizione del consumatore, comprese le informazioni riportate sull'etichetta o altre informazioni generalmente accessibili al consumatore sul modo di evitare specifici effetti nocivi per la salute provocati da un alimento o categoria di alimenti.

4. Per determinare se un alimento sia dannoso per la salute occorre prendere in considerazione quanto segue:

a) non soltanto i probabili effetti immediati e/o a breve termine, e/o a lungo termine dell'alimento sulla salute di una persona che lo consuma, ma anche su quella dei discendenti;

b) i probabili effetti tossici cumulativi di un alimento;

c) la particolare sensibilità, sotto il profilo della salute, di una specifica categoria di consumatori, nel caso in cui l'alimento sia destinato ad essa.

5. Per determinare se un alimento sia inadatto al consumo umano, occorre prendere in considerazione se l'alimento sia inaccettabile per il consumo umano secondo l'uso previsto, in seguito a contaminazione dovuta a materiale estraneo o ad altri motivi, o in seguito a putrefazione, deterioramento o decomposizione.

6. Se un alimento a rischio fa parte di una partita, lotto o consegna di alimenti della stessa classe o descrizione, si presume che tutti gli alimenti contenuti in quella partita, lotto o consegna siano a rischio a meno che, a seguito di una valutazione approfondita, risulti infondato ritenere che il resto della partita, lotto o consegna sia a rischio.

7. Gli alimenti conformi a specifiche disposizioni comunitarie riguardanti la sicurezza alimentare sono considerati sicuri in relazione agli aspetti disciplinati dalle medesime.

8. Il fatto che un alimento sia conforme alle specifiche disposizioni ad esso applicabili non impedisce alle autorità competenti di adottare

provvedimenti appropriati per imporre restrizioni alla sua immissione sul mercato o per disporne il ritiro dal mercato qualora vi siano motivi di sospettare che, nonostante detta conformità, l'alimento è a rischio.

9. In assenza di specifiche disposizioni comunitarie, un alimento è considerato sicuro se è conforme alle specifiche disposizioni della legislazione alimentare nazionale dello Stato membro sul cui territorio è immesso sul mercato, purché tali disposizioni siano formulate e applicate nel rispetto del trattato, in particolare degli articoli 28 e 30 del medesimo.”

Quindi tale regolamento suggerisce di prendere in considerazione non solo la valutazione del rischio, ma anche le condizioni d'uso. Il che comporta una valutazione non solo da parte del consumatore, ma anche da parte degli operatori del settore di raccolta e di trasformazione.

Il **Regolamento (CE) N. 853/2004** del Parlamento europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004 *che stabilisce norme specifiche in materia d'igiene per gli alimenti di origine animale* all'Allegato I indica con precisione che cosa si debba intendere per carne e quali siano gli animali ritenuti produttori di carne: gli Insetti NON vengono menzionati.

La normativa europea, quindi, NEMMENO VIETA che gli insetti vengano utilizzati e consumati come alimento. E' del tutto evidente una carenza legislativa specifica!

Tuttavia, per la normativa relativa ai cosiddetti “novel food”, il **Regolamento (CE) 258/97** del Parlamento europeo e del Consiglio del 27 gennaio 1997 “sui nuovi prodotti e i nuovi ingredienti alimentari” all'Art 1. prevedeva:

Il presente regolamento ha per oggetto l'immissione sul mercato comunitario di nuovi prodotti e di nuovi ingredienti alimentari (novel food)

Il presente regolamento si applica all'immissione sul mercato della Comunità di prodotti e ingredienti alimentari non ancora utilizzati in misura significativa per il consumo umano nella Comunità e che rientrano in una delle seguenti categorie:

- a) prodotti e ingredienti alimentari con una struttura molecolare primaria nuova o volutamente modificata;
- b) prodotti e ingredienti alimentari costituiti o isolati a partire da microrganismi, funghi o alghe
- c) Prodotti e ingredienti alimentari costituiti da vegetali o isolati a partire da vegetali e ingredienti alimentari isolati a partire da animali, esclusi i prodotti e gli ingredienti alimentari ottenuti mediante pratiche tradizionali di moltiplicazione o di riproduzione che vantano un uso alimentare sicuro storicamente comprovato.
- d) Prodotti e ingredienti alimentari sottoposti ad un processo di produzione non generalmente utilizzato, che comporta nella composizione o nella struttura dei prodotti o degli ingredienti alimentari cambiamenti significativi di valore nutritivo, del loro metabolismo o del tenore di sostanze indesiderabili.

E all'Art. 3:

“1. I prodotti o ingredienti alimentari oggetto del presente regolamento NON devono:

- presentare rischi per il consumatore
- indurre in errore il consumatore
- differire dagli altri prodotti o ingredienti alimentari alla cui sostituzione essi sono destinati, al punto che il loro consumo normale possa comportare svantaggi per il consumatore sotto il profilo nutrizionale.”

Il **Regolamento (CE) 258/97** è stato recentemente abrogato (vedere oltre).

Gli insetti rientrano, quindi, nella definizione di “novel food”: cioè come tutti quei prodotti e sostanze alimentari per i quali non è dimostrabile un consumo significativo all'interno dell'Unione

europea. Tuttavia, alcuni stati membri dell'UE hanno interpretato arbitrariamente tale Regolamento, escludendo dalla definizione di “novel food” gli insetti ed ammettendone, dopo alcune valutazioni del rischio, la distribuzione nel loro territorio. Olanda e Belgio e Danimarca sono gli Stati membri dove i prodotti a base di insetto sono già in vendita nei supermercati. Un primo assaggio di insetti è già stato fatto anche in Italia. L'Expo di Milano (2015) ne è stata la vetrina espositiva e nel padiglione belga si sono potuti degustare, oltre alla birra caratteristica, anche prodotti a base di insetti. Inoltre, Sophie e Géraldine Goffard hanno portato in Italia pasta fresca e paté a base di *Tenebrio molitor* (tarma della farina).

La compagnia belga Green Kow è stata la prima in Europa ad offrire prodotti contenenti insetti da distribuire nei negozi. 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 abituale pratica negli Stati Uniti, dove diverse startup hanno investito in questo settore producendo cioccolato e farine, spesso con attività di e-commerce. Nell' America Centrale ed in Messico, gli insetti sono parte della dieta locale, mentre nell'area del Sud-Est asiatico, come si è potuto notare, cibarsi di insetti è quotidianamente normale e in molte zone del continente africano gli insetti sono il cibo della sopravvivenza.

Quindi, non solo la carenza normativa consente la commercializzazione degli insetti, ma quelli con i quali è necessario fare i conti sono i pregiudizi culturali prima ancora di varare norme specifiche. In Olanda è stata fatta una ricerca di mercato sul pregiudizio che caratterizza il consumatore europeo nei confronti degli insetti. Da tale studio sono emerse le due componenti più importanti da superare per il consumatore medio: tabù e disgusto. Ma anche il fattore comunicativo è risultato essere di fondamentale importanza nella considerazione degli insetti come alimento (House, 2016), come anche precedentemente evidenziato da un'indagine similare condotta in Belgio (Caparros Megido, 2013) e già discussa nel Capitolo 4.

Di seguito si è ritenuto opportuno riportare il parere dell'EFSA (EFSA Scientific Committee, 2015) comparso sul Bollettino di Sicurezza Alimentare N. 9/15 della Federsviluppo Associazione Regionale del Piemonte su “Insetti come alimenti o mangimi: che rischi si corrono?”

Vi è un interesse crescente per i potenziali benefici derivanti dall'impiego degli insetti per l'alimentazione umana e animale, ma quali sarebbero i rischi connessi alla produzione, alla trasformazione e al consumo di questa fonte alternativa di proteine?

L'EFSA ha affrontato la questione utilizzando un profilo di rischio che individua i potenziali rischi biologici e chimici, ma anche l'allergenicità e i pericoli ambientali connessi all'uso di insetti allevati per l'alimentazione umana e animale. Nel parere scientifico si fa anche un confronto tra tali potenziali pericoli e quelli associati alle tradizionali fonti di proteine animali. L'eventuale presenza di pericoli biologici e chimici nei prodotti alimentari e nei mangimi derivati da insetti dipenderebbe dai metodi di produzione, da ciò con cui gli insetti vengono nutriti (il cosiddetto “substrato”), dalla fase del ciclo di vita al quale gli insetti vengono prelevati, dalla specie di insetti, nonché dai metodi utilizzati per la loro successiva trasformazione, affermano gli esperti scientifici dell'EFSA. L'EFSA ha concluso che quando gli insetti non trasformati vengono nutriti con sostanze per mangimi attualmente autorizzate, la potenziale insorgenza di rischi microbiologici dovrebbe essere simile a quella associata ad altre fonti di proteine non trasformate. Quanto al trasferimento di contaminanti chimici da diversi tipi di substrato agli insetti stessi sono disponibili solo dati limitati. Si suppone che la probabilità di comparsa di prioni – proteine anormali che possono causare malattie come l'encefalopatia spongiforme bovina (BSE) nel bestiame e la malattia di Creutzfeldt Jakob nell'uomo – sia uguale o inferiore se il substrato non comprende proteine ricavate da esseri umani (deiezioni) o da ruminanti. Il parere scientifico prende in considerazione anche gli eventuali pericoli associati ad altri tipi di substrato, come i rifiuti di

cucina e il letame. Il rischio ambientale derivante dall'allevamento di insetti è considerato paragonabile a quello da altri sistemi di produzione animale (Oonincx, 2010). Andrebbero comunque applicate le attuali norme di gestione dei rifiuti per smaltire le scorie derivanti dall'allevamento di insetti. Il parere dell'EFSA si basa su dati desunti da letteratura scientifica rivista tra pari, su valutazioni effettuate dagli Stati membri e su informazioni fornite da parti interessate. Note informative: Gli insetti rappresentano un settore alimentare di nicchia in Europa, e numerosi Stati membri ne hanno segnalato un consumo umano occasionale. Tuttavia l'uso di insetti come fonte di alimenti e mangimi ha, potenzialmente, importanti benefici per l'ambiente, l'economia e la sicurezza della disponibilità alimentare (FAO, 2013). Le specie di insetti segnalate per avere il maggior potenziale come alimento o mangime nell'Unione europea sono mosche, vermi, grilli e bachi da seta. Alcuni enti – tra cui l'Organizzazione per l'alimentazione e l'agricoltura delle Nazioni Unite (FAO) – hanno studiato la possibilità di utilizzare gli insetti come alimenti e mangimi, e tre Stati membri dell'UE – Belgio, Francia e Paesi Bassi – hanno eseguito la valutazione dei rischi connessi all'impiego degli insetti come alimento o mangime. La Commissione europea sta attualmente cofinanziando un progetto di ricerca per esplorare la fattibilità di impiegare proteine ricavate da insetti per i mangimi.

Con la promulgazione del **Regolamento (UE) n.2283/2015** che ha abrogato il **Regolamento (CE) n. 258/1997**, il Parlamento ha preso in considerazione lo sviluppo di politiche in materia di nuovi prodotti alimentari e mangimi che rispecchino le potenzialità insite nell'impiego di insetti come alimenti o mangimi. Il parere scientifico dell'EFSA è stato richiesto a supporto di tale scenario (vedere sopra e Capitolo 9).

Il 5 febbraio 2016 a Brescia presso la Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche si è tenuto il Convegno: Edible Insects – technical- scientific and regulatory aspects a cui hanno partecipato

un centinaio di veterinari interessati all'argomento ed alle sue problematiche. I relatori, provenienti sia dal mondo accademico che istituzionale, si sono succeduti affrontando vari argomenti, quali:

Il quadro normativo internazionale e nazionale per includere gli insetti nella catena alimentare;

La valutazione del rischio dell'utilizzo degli insetti come alimento e mangime;

Questioni di sicurezza e di qualità associate agli insetti utilizzati per l'alimentazione umana e animale;

Valutazione dell'impatto ambientale della produzione di insetti;

Allevamento degli insetti: punti chiave di un sistema di produzione;

Stato attuale sull'uso degli insetti come alimento per animali in Italia;

Insetti come potenziale ingrediente della dieta pratica nell'industria dell'acquacoltura;

L'utilizzo di insetti come mangimi per la produzione di polli da carne.

La qualità e la sicurezza alimentare (sia umana che animale), la mancanza di una normativa specifica e la necessità di studi approfonditi su alcuni aspetti microbiologici e tossicologici sono gli argomenti che hanno catalizzato il convegno che ha voluto fare il punto sullo stato dell'arte di una problematica che diverrà sempre più importante in un futuro molto prossimo, e sui vantaggi e svantaggi della ricerca di nuove fonti proteiche, nonostante, come detto precedentemente, manchi una normativa specifica.

Tuttavia, sia il **Regolamento (UE) N. 142/2011** (vedere oltre) che il **Regolamento (UE) N. 51/2013** e il **Regolamento (UE) N. 56/2013** oltre al **Regolamento (CE) n. 1069/2009**, forniscono al veterinario gli strumenti per il controllo degli allevamenti che utilizzano gli insetti per la produzione di mangimi per animali, il che consente di tenere in considerazione la Opinione dell'EFSA sopracitata e le condizioni relative ai punti 1 e 2 del Dossier FAO (vedere Capitolo 3).

Inoltre, la proposta della Commissione, recentemente approvata dal Parlamento europeo, di consentire l'uso degli insetti per la produzione

di mangimi per l'alimentazione animale va in questa direzione. Anche il mondo della ricerca è al lavoro per concretizzare e cercare di dare risposte ai molti quesiti e problematiche che l'utilizzo degli Insetti nell'alimentazione sia degli animali che dell'uomo comporta.

Di seguito si riporta un estratto del **Reg 142/2011**:

Art. 1- Oggetto

“Il presente regolamento stabilisce norme sanitarie e di polizia sanitaria relative ai sottoprodotti di origine animale e ai prodotti derivati, al fine di evitare o ridurre al minimo i rischi per la salute pubblica e degli animali derivanti da tali prodotti, nonché, in particolare, di tutelare la sicurezza della catena alimentare e dei mangimi.”

-omissis-

Allegato X

Materie prime per mangimi

- omissis -

CAPO II

PRESCRIZIONI SPECIFICHE PER LE PROTEINE ANIMALI TRASFORMATE E ALTRI PRODOTTI DERIVATI

Sezione 1

Prescrizioni specifiche applicabili alle proteine animali trasformate

A. Materie prime

1. Solo i sottoprodotti di origine animale che sono materiali di categoria 3 o prodotti derivati da tali sottoprodotti di origine animale, diversi dai materiali di categoria 3 di cui all'articolo 10, lettere n), o) e p), del **Regolamento (CE) n. 1069/2009**, possono essere utilizzati per la produzione di proteine animali trasformate.

2. Le proteine animali trasformate derivate da insetti d'allevamento, destinate alla produzione di mangimi per animali d'allevamento diversi dagli animali da pelliccia, possono essere ottenute solo dalle seguenti specie di insetti:

- i) mosca soldato nera (*Hermetia illucens*) e mosca comune (*Musca domestica*),
- ii) tenebrione mugnaio (*Tenebrio molitor*) e alfitobio (*Alphitobius diaperinus*),
- iii) grillo domestico (*Acheta domesticus*), grillo tropicale (*Grylloides sigillatus*) e grillo silente (*Gryllus assimilis*).

B. Norme di trasformazione

- omissis -

2. Le proteine animali trasformate non derivanti da mammiferi, ad esclusione delle farine di pesce, vengono sottoposte ad uno qualsiasi dei metodi di trasformazione da 1 a 5 o 7 di cui all'allegato IV, capo III.

- omissis -

C. Immagazzinaggio

1. Le proteine animali trasformate sono imballate e immagazzinate in sacchi nuovi o sterilizzati, oppure in silos adeguatamente costruiti.

Vengono adottate le misure necessarie per ridurre al minimo la condensa all'interno di silos, nastri trasportatori o elevatori.

2. All'interno di silos, nastri trasportatori ed elevatori, i prodotti sono protetti da ogni contaminazione accidentale.

3. Le attrezzature per la manipolazione delle proteine animali trasformate vengono mantenute pulite e asciutte; occorre inoltre predisporre punti di ispezione adeguati che consentano di verificarne lo stato di pulizia.

Tutte le strutture di immagazzinaggio vengono svuotate e pulite regolarmente, nella misura necessaria per prevenire la contaminazione.

4. Le proteine animali trasformate vengono protette dall'umidità.

Nelle zone adibite all'immagazzinaggio occorre pertanto impedire le perdite d'acqua e la formazione di condensa.

Allegato XIV

Importazione, esportazione e transito

CAPO I

P R E S C R I Z I O N I S P E C I F I C H E A P P L I C A B I L I
A L L ' I M P O R T A Z I O N E E A L T R A N S I T O N E L L ' U N I O N E D I
M A T E R I A L I D I C A T E G O R I A 3 E D I P R O D O T T I D E R I V A T I
D E S T I N A T I A U S I N E L L A C A T E N A D E I M A N G I M I D I V E R S I
D A G L I A L I M E N T I P E R A N I M A L I D A C O M P A G N I A O D A
P E L L I C C I A

- omissis -

Sezione 2

Importazioni di proteine animali trasformate, comprese le miscele e i prodotti diversi da alimenti per animali domestici contenenti tali proteine, e i mangimi composti contenenti tali proteine come definiti all'articolo 3, punto 2, lettera h), del [Regolamento \(CE\) n. 767/2009](#)

Le seguenti prescrizioni si applicano alle importazioni di proteine animali trasformate.

1. Prima che le partite siano autorizzate a circolare liberamente all'interno dell'Unione, l'autorità competente sottopone a campionamento le importazioni di partite di proteine animali trasformate al posto d'ispezione frontaliere per garantirne la conformità alle prescrizioni generali di cui all'Allegato X, Capo I.

L'autorità competente:

- a) sottopone a campionamento ciascuna partita di prodotti trasportati alla rinfusa;
- b) effettua un campionamento casuale delle partite di prodotti imballati nell'impianto di fabbricazione di origine.

2. In deroga al punto 1, quando sei test consecutivi su partite spedite alla rinfusa da un paese terzo risultano negativi, l'autorità competente del posto frontaliere d'ispezione può effettuare un campionamento casuale sulle successive partite spedite alla rinfusa da tale paese terzo.

Se uno dei campionamenti casuali risulta positivo, l'autorità competente che ha effettuato il campionamento informa l'autorità competente del paese terzo d'origine affinché prenda le misure appropriate per rimediare alla situazione.

L'autorità competente del paese terzo d'origine comunica le misure prese all'autorità competente che ha effettuato il campionamento.

In caso di un nuovo risultato positivo di una partita proveniente dallo stesso paese, l'autorità competente del posto d'ispezione frontaliere sottopone a campionamento ciascuna partita della stessa origine fino a quando sei test consecutivi non si rivelano negativi.

3. Le autorità competenti conservano per almeno tre anni un registro dei risultati dei controlli effettuati sulle partite che sono state oggetto di campionamento.

4. Se una partita importata nell'Unione risulta positiva per la salmonella o se non risulta conforme alle norme microbiologiche relative alle enterobacteriaceae di cui all'Allegato X, Capo I:

a) è trattata conformemente alla procedura di cui all'Articolo 17, Paragrafo 2, Lettera a), della direttiva 97/78/CE; oppure

b) è sottoposta a nuovo trattamento presso un impianto di trasformazione o è decontaminata per mezzo di trattamenti autorizzati dall'autorità competente. La partita non viene rimessa in circolazione finché non sia stata trattata e analizzata dall'autorità competente per accertare l'assenza di salmonella o enterobacteriaceae, secondo il caso, conformemente all'Allegato X, Capo I, e sempre che il risultato delle prove sia negativo.

5. Le proteine animali trasformate ottenute da insetti d'allevamento possono essere importate nell'Unione a condizione che siano state prodotte conformemente alle seguenti condizioni:

a) gli insetti appartengono a una delle seguenti specie:

- mosca soldato nera (*Hermetia illucens*) e mosca comune (*Musca domestica*),

- tenebrione mugnaio (*Tenebrio molitor*) e alfitobio (*Alphitobius diaperinus*),

- grillo domestico (*Acheta domesticus*), grillo tropicale (*Grylloides sigillatus*) e grillo silente (*Gryllus assimilis*);

b) Il substrato per l'alimentazione degli insetti può contenere solo prodotti di origine non animale o i seguenti prodotti di origine animale ottenuti da materiali di categoria 3:

- farine di pesce,
- prodotti sanguigni da non ruminanti,
- fosfato dicalcico e fosfato tricalcico di origine animale,
- proteine idrolizzate derivate da non ruminanti,
- proteine idrolizzate derivate da pelli di ruminanti,
- gelatina e collagene derivati da non ruminanti,
- uova e prodotti a base di uova,
- latte, prodotti a base di latte, prodotti derivati dal latte e colostro,
- miele,
- grassi fusi;

c) il substrato per l'alimentazione degli insetti e gli insetti o le loro larve non sono stati in contatto con materiali di origine animale diversi da quelli riportati alla lettera b) e il substrato non conteneva stallatico, rifiuti di cucina e ristorazione o altri rifiuti.

Il recente **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* dopo 42 Considerando, all'Articolo 3 – Definizioni- al punto 2 recita:

«nuovo alimento»: qualunque alimento non utilizzato in misura significativa per il consumo umano nell'Unione prima del 15 maggio 1997, a prescindere dalla data di adesione all'Unione degli Stati membri, che rientra in almeno una delle seguenti categorie:

I) alimenti con una struttura molecolare nuova o volutamente modificata che non era utilizzata come alimento o in un alimento nell'Unione prima del 15 maggio 1997

II) alimenti costituiti, isolati o prodotti da microorganismi, funghi o alghe;

III) alimenti costituiti, isolati o prodotti da materiali di origine minerale;

- omissis -

IV) alimenti costituiti, isolati od ottenuti a partire da animali o da parti dei medesimi, ad eccezione degli animali ottenuti mediante pratiche tradizionali di riproduzione utilizzate per la produzione alimentare nell'Unione prima del 15 maggio 1997 qualora tali alimenti ottenuti da detti animali vantino una storia di uso sicuro come alimento nell'Unione;

- omissis -

VII) gli alimenti risultanti da un nuovo processo di produzione non usato per la produzione di alimenti nell'Unione prima del 15 maggio 1997, che comporti cambiamenti significativi nella composizione o nella struttura dell'alimento che incidono sul suo valore nutritivo, sul metabolismo o sul tenore di sostanze indesiderabili.

8 - I “media” e gli insetti

Ancor prima dell’EXPO milanese (maggio-ottobre 2015), i “media” si sono “buttati sulla notizia”, quasi fosse un clamoroso “scoop”: sia la stampa italiana che quella estera hanno dato grande risalto alla partecipazione degli Insetti come alimento.

Sui giornali, su riviste più o meno specializzate, ma di grande tiratura, sulle reti televisive nazionali, in quella vetrina sul mondo che è Internet sono comparsi articoli, interviste, video sull’argomento del momento che se non ribrezzo, quantomeno suscitava curiosità, lasciando ai più temerari intervistati descrivere cose provassero ad assaggiare insetti caramellati, fritti od alla grappa.

Il fatto che i mezzi di comunicazione ne abbiano dato (e ne diano) ampio risalto è sicuramente un fatto positivo, tuttavia la notizia che deve essere fatta conoscere e circolare lo deve essere anche in termini di correttezza scientifica anche se alla portata di tutti.

Di seguito si riportano alcuni lanci di agenzia o interviste o articoli sull’argomento comparsi su vari siti Internet sia nazionali che esteri sull’argomento Insetti.

Da L’Huffingtonpost, 20 settembre 2012

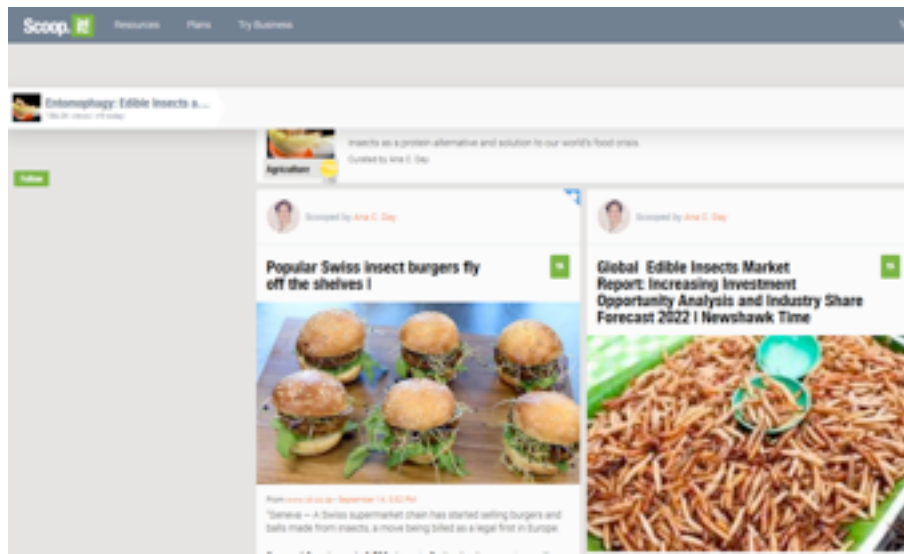
http://www.huffingtonpost.it/2012/09/20/mangiare-cavallette-a-bruxelles_n_1899743.html



Da Scoop.it!

<https://www.scoop.it/t/entomophagy-edible-insects-and-the-future-of-food>

Sito specializzato e ricchissimo a cura di Ana C. Day



Da amazon.com

<https://www.amazon.com/Edible-Adventure-Eating-Insects-Planet/dp/B01L9FR8B8>



Edible: An Adventure into the World of Eating Insects and the Last Great Hope to Save the Planet Hardcover

★★★★★ 67 customer reviews

See all 11 formats and editions

Kindle

\$6.11

Hardcover

from \$919.99

MP3 CD

\$6.15

Read with Our Free App

1 Used from \$919.99

1 New from \$6.15

insects. They're what's for dinner. Can you imagine a world in which that simple statement is not only true but in fact an unremarkable part of daily life? Daniela Martin, entomophagist and blogger, can.

Da Il fatto alimentare, 28 maggio 2013

<http://www.ilfattoalimentare.it/insetti-nel-piatto-valutazione-rischio-carn.html>

The screenshot shows the top of a web page. On the left is the logo for 'GRANAROLO 60°'. To its right is the logo for 'il fatto alimentare', which features a red apple icon. Below these logos is a dark navigation bar with a home icon and menu items: 'Sicurezza Alimentare', 'Etichette & Prodotti', 'Pubblicità & Bufale', 'Nutrizione' (highlighted in red), 'Planeta', and 'Re'. Below the navigation bar is a breadcrumb trail: 'Home / Nutrizione /'. The main heading of the article is 'Arrivano gli insetti nel piatto degli europei! La valutazione del rischio dell'Istituto Zooprofilattico delle Venezie'. Below the heading, it says 'Roberto La Pira' and '28 maggio 2013'. There is a note that 'Comments disabled' and a view count of '3,568 Visto'.

Da sivempveneto.it, 31 agosto 2013

<http://www.sivempveneto.it/un-insetto-ci-sfamera-la-carne-non-basta-per-tutti-e-il-pesce-e-sempre-meno-e-questo-il-cibo-del-futuro/>

The screenshot shows the top of a web page. The header includes the logo for 'SIVeMP Veneto SINDACATO ITALIANO VETERINARI MEDICINA PUBBLICA' and a navigation menu with 'HOME', 'CHI SIAMO', 'ATTIVITÀ SINDACALE', 'FORMAZIONE', and 'LEG'. Below the header is a blue bar with the date 'Venerdì 31 Nov 2017 - 08:36:16' and a 'BREAKING NEWS' section with the text 'Occupazione, a settembre non decolla. E le assunzioni «stabili» si'. Below this is a large banner with the SIVeMP Veneto logo and the article title 'Un insetto ci sfamerà. La carne non basta per tutti e il pesce è sempre meno. E' questo il cibo del futuro?'. At the bottom of the banner, it says 'NOTIZIE 31/08/2013 - 74 VISUALIZZAZIONI'.

Da vox.com, 17 febbraio 2015

<https://www.vox.com/2014/4/30/5664782/insects>

6 reasons you should consider eating insects

Updated by Joseph Stromberg | Feb 17, 2015, 10:41am EST

Da Iodonna, 23 febbraio 2015

<http://www.iodonna.it/attualita/primo-piano/2015/entomofagia-insetti-cibo-italia-50271317121.shtml>

>HOME | Attualità > IN PRIMO PIANO | Mangiare insetti: nel 2050 sarà normale e sano

a d i       

Stai pensando... A UN MONDO MIGLIORE?

ALIMENTAZIONE ALTERNATIVA lo giurdo

Mangiare insetti: nel 2050 sarà normale e sano

Secondo la Fao entro la metà del secolo quasi nove miliardi di persone mangeranno insetti. A Londra alcuni ristoranti hanno iniziato a importare ricette e prodotti. Con successo. Nel resto d'Europa però è vietato

Caterina Belloni - 23 febbraio 2015

Il cibo di strada al mercato di Yangon in Birmania
Il cibo di strada al mercato di Yangon in Birmania



TAG: insetti da mangiare, Expo2015, Fao

Da wired.it 24 febbraio 2015

<https://www.wired.it/lifestyle/food/2015/02/24/barretta-insetti/>



Da ilsole24ore, 10 settembre 2015

<http://www.ilsole24ore.com/art/impresa-e-territori/2013-09-25/lindustria-insetti-tavola-largo-093015.shtml?uuid=AbEyPWbI>



Da Il fatto alimentare, 13 gennaio 2016

<http://www.ilfattoalimentare.it/insetti-izsve-2016.html>



Da notizie.tiscali del 16 marzo 2016

<http://notizie.tiscali.it/feeds/start-up-allevamento-grilli/>



Redazione Tiscali

Negli Usa ed in alcuni stati europei si registra un vero e proprio boom di alimenti a base di farina di cavallette, dalle barrette energetiche all'alta cucina. In attesa del via libera alla commercializzazione in Italia, Vittorio Friz, un ex manager del settore alimentare, ha lanciato nel suo piccolo maso a Garniga Terme, sul Monte Bondone, il primo allevamento di grilli nel nostro Paese. La sua start-up "Insecta" collabora con la **Libera università di Bolzano**, ha ricevuto un finanziamento per l'innovazione della Provincia autonoma e sta partecipando a un bando europeo.

Le proprietà nutritive degli insetti sono ormai fuori discussione

"Si tratta di un alimento eccezionale - spiega Friz -. La carne ha solo un quarto delle proteine dei grilli. Le proteine degli insetti hanno un alto valore biologico e un'altissima digeribilità. L'allevamento di grilli ha bisogno di poca acqua, poco spazio e inoltre non produce Co2".

Da Radio24, 1.11.2016

<http://www.radio24.ilsole24ore.com/programma/smart-city/trasmmissione-novembre-2016-210445-gSLA9iRm4B>



MANCA LA NORMA E LA START UP SE NE VA

00:00 | 06:00 Volume

RATING: ★ ★ ★ ★ ★ 01/11/2016

Manca la norma e la start up se ne va



Che gli insetti rappresentino una fonte di proteine nobili a bassissimo impatto ambientale (un terzo o un quarto rispetto alle altre fonti di proteine) è un fatto ormai noto, così come è noto che siano nati diversi progetti, anche in Italia, volti a sviluppare l'allevamento di insetti per la produzione, prima di tutto, di mangimi per allevamenti di pesce e di pollame, e un domani anche di alimenti per l'uomo; un domani molto vicino: l'anno prossimo, infatti, l'Europa emanerà le prime direttive volte a regolamentare i mangimi animali e nel 2018 darà il via libera anche ai manicaretti a base di grilli e altri 8 insetti commestibili. Molti paesi, nel frattempo, hanno deciso di legiferare con anticipo in modo che le imprese impegnate a sviluppare questo business possano godere di un quadro normativo che lo consenta. Mentre in questa puntata intervistiamo il fondatore di una start-up, Italbugs che, per l'assenza di questo quadro, sta lasciando l'Italia.

Con Marco Ceriani, fondatore Italbugs.

TAGS: Italbugs | Marco Ceriani | Italia | Insetto | Start up

Da Il fatto alimentare, 25 maggio 2017

<http://www.ilfattoalimentare.it/insetti-da-mangiare.html>

The screenshot shows the top part of the website 'il fatto alimentare'. At the top left, there are links for 'Contatti' and 'Chi siamo'. Below this is a logo celebrating '50 anni 1967-2017' with a 'granero' (granary) icon. The main logo 'il fatto alimentare' features a red apple with the word 'fatto' inside. A dark navigation bar contains a home icon and menu items: 'Sicurezza Alimentare', 'Etichette & Prodotti', 'Pubblicità & Bufale', 'Nutrizione', and 'Planeta' (highlighted in red). Below the navigation bar is a breadcrumb trail 'Home / Planeta /'. The main article header reads 'Mangiare insetti: presto sarà una realtà anche in Italia. Quali sono i rischi e le qualità di questi "nuovi" alimenti?' followed by author 'Valeria Balboni', date '25 maggio 2017', category 'Planeta', 'Commenti', and '9,484 Voto'.

Da wired.it del 14 luglio 2017

<https://www.wired.it/lifestyle/food/2017/07/14/insetti-commestibili-italia/>

The screenshot shows the Wired.it website interface. The top navigation bar includes the 'WIRED IT' logo, 'Sezioni', 'Wired Next Fest', 'Gallery', and 'Video'. Below this is a 'HOT TOPIC' section with various trending topics. The main article is titled 'Insetti in tavola, via libera UE: e gli italiani sono pronti a mangiarli' by Luca Barlesi, dated 14 LUG 2017. The article text states: 'Dall'anno prossimo parte il libero commercio in Europa. Il 47% degli intervistati di un sondaggio è favorevole. E il 28% è pronto a consumarli'. Social media sharing icons for Facebook and Twitter are visible at the bottom of the article.

Da sky TG24, 21 ottobre 2017

<http://tg24.sky.it/cronaca/2017/10/21/insetti-da-mangiare-italia-2018.html>

sky **TG24** HD HOME VIDEO CRONACA POLITICA ECONOMIA MONDO SPETTACOLO METEOROLOGIA

ATTENTATO NEW YORK RUSSAGATE

CRONACA 21 ottobre 2017

Insetti a tavola in Italia a partire dal 2018



La Coldiretti ha annunciato l'entrata in vigore del regolamento Ue per la produzione e la vendita. Ma il 54% degli italiani è contrario e pensa che "sono estranei alla cultura nazionale". Tensioni sul tema anche tra il ministro Martina e il leader della Lega Salvini

Da Il fatto alimentare, archivi

<http://www.ilfattoalimentare.it/tag/mangiare-insetti>

Contatti Chi siamo

50 granoro 1967 / 2017

il fatto alimentare

Home /

Archivio dei Tag: mangiare insetti

Arriva al cinema "Bugs", il documentario sugli insetti per sfamare il pianeta. Il viaggio intorno al mondo di chef e ricercatori danesi

Redazione Il Fatto Alimentare
19 maggio 2017
1 Commenti 3,176 Visualizzazioni

La Svizzera dal 1° maggio 2017 autorizza tre specie di insetti a uso alimentare (larve della farina, grillo domestico e locusta migratoria)

Beniamino Bonardi 20 dicembre 2016
6 Commenti 4,566 Visualizzazioni

Da Agenpress.it, 16 agosto 2017

<https://www.agenpress.it/notizie/2017/08/16/svizzera-insetti-mangiare-vendita-dalla-settimana-prossima-alla-coop/>



“

Da huffingtonpost.it, 21 ottobre 2017

http://www.huffingtonpost.it/2017/10/21/dal-primo-gennaio-arrivano-gli-insetti-a-tavola-ma-gli-italiani-sono-contrari_a_23251041/



L'ENTOMOFAGO **21b** 21BITES: 21ST CENTURY

HOME L'ENTOMOFAGO CONTATTI

CONVEGNO SUGLI INSETTI COMMESTIBILI

Nell'ambito della Giornata Mondiale dell'Alimentazione, la Società Umanitaria di Milano ha organizzato il Convegno "Tutto quello che avreste voluto sapere e non avete mai osato chiedere sugli insetti commestibili".
L'evento si terrà il 16 Ottobre nella sede di Società Umanitaria.

GIORNATA MONDIALE DELL'ALIMENTAZIONE 2017



CONVEGNO INSETTI COMMESTIBILI

**TUTTO QUELLO CHE AVRETE VOLUTO SAPERE
E NON AVETE MAI OSATO CHIEDERE
SUGLI INSETTI COMMESTIBILI**

16 OTTOBRE 2017 | ORE 15.00 - 18.00
SOCIETA' UMANITARIA - VIA SAN BARNABA 48 - MILANO

Da Libero, 22 ottobre 2017

<https://www.pressreader.com/italy/libero/20171022/281921658287832>



9 - Le aziende che producono

Quale premessa a questo Capitolo, che rappresenta le possibilità future di aziende in grado di produrre insetti sia per alimentazione umana che animale si riportano di seguito integralmente nella traduzione italiana i quesiti posti al Gruppo di Lavoro del Comitato Scientifico dell'EFSA (vedere anche Capitolo 5) su Rischi di sicurezza derivanti dalla produzione e dal consumo di insetti come alimenti e mangimi (19 febbraio 2015, Bruxelles, Belgio) e le relative risposte.

1. Quali sono le principali specie d'insetti utilizzate per la produzione di alimenti e mangimi?

Le principali specie di insetti commerciali sono la camola della farina (*Tenebrio molitor*), il coleottero minore (*Alphitobus diaperinus*), il grillo domestico (*Acheta domesticus*), il grillo da campo (*Gryllus bimaculatus*), la mosca soldato nera (*Hermetia illucens*), la locusta (*Locusta migratoria*), il baco da seta (*Bombyx mori*), scarafaggio scuro o superverme (*Zophobas morio*), mosca comune (*Musca domestica*), ortotteri (gruppo *Orthoptera*, come *Oxya* spp., *Melanoplus* spp; *Hieroglyphus* spp.; *Acridia* spp.), punteruolo rosso delle palme (*Rhynchophorus ferrugineus* Olivier) e moscone azzurro della carne (*Chrysomya chloropyga*).

L'elenco di cui sopra non è esclusivo; altre specie sono o possono essere utilizzate come alimenti e mangimi. Tutte queste specie possono essere teoricamente utilizzate per la produzione di alimenti e mangimi, ma per motivi pratici quali la nutrizione, il tipo di substrato disponibile per allevare gli insetti, l'economicità, i cicli di vita e l'accettazione da parte del consumatore sono alcune delle specie più probabili da utilizzare come alimento e /o mangime.

2.a. Questi substrati sono attualmente utilizzati e quali sono quelli che hanno il maggior potenziale per essere utilizzati come mangimi per la produzione di insetti?

I substrati attualmente utilizzati sono quelli consentiti dalla legislazione di ciascun paese. In generale, i seguenti substrati vengono utilizzati in diversi Paesi o potenzialmente potranno essere utilizzati in futuro in altri Paesi (a seconda dei criteri descritti nella domanda 2b di seguito):

Materiali vegetali esclusivamente tracciati, come i prodotti pre-consumatori (ad es. residui di verdura, residui di frutta), crusca di frumento, crusca di paglia, erba e residui della birrificazione a base di cereali, fieno e segatura proveniente da piante.

Rifiuti post-consumatori, compresi i rifiuti organici di cucina e rifiuti organici di catering. Va notato che questo materiale non è conforme agli standard di rintracciabilità e pertanto non ne è consentito l'utilizzo da parte dei produttori europei di insetti. Tale materiale può contenere anche sostanze indesiderabili.

Mangimi commerciali, ad es. mangime di pollo, mangime di grilli.

Letame animale; tuttavia, questo non è attualmente consentito né utilizzato nell'UE; I produttori di insetti IPIFF non intendono prendere in considerazione l'uso di letame come substrato per l'allevamento degli insetti.

Dal cibo, cioè cibo approvato per il consumo umano, ma oltre la data di scadenza. Secondo l'attuale legislazione UE, questi prodotti non devono contenere carni e pesci o residui di materiale da imballaggio per essere utilizzati come mangimi (tranne la farina di pesce). Tuttavia, l'uso di prodotti alimentari precedenti con residui di imballaggio (come vetro, carta, legno, plastica e bio-plastica) può essere un'alternativa per il futuro, tuttavia, devono essere valutati i rischi a cui gli insetti vanno incontro quando consumano l'imballaggio o i rischi derivanti dai componenti dell'imballaggio, colle, inchiostri, ecc.) che possono essere migrati nel substrato.

2.b. Quali sono i criteri per la selezione dei substrati? Quali sono le proprietà dei substrati?

Legislazione che consente e vieta alcuni substrati per l'allevamento di insetti; come es.: i produttori di insetti IPIFF utilizzano solo materiali

vegetali tracciabili pre-consumatore come substrato per gli insetti. Si tratta di una pratica che si prevede di seguire in breve tempo. A medio termine, possono essere considerati prodotti alimentari pre-consumatori (compresi carne e pesce).

Le specie di insetti che saranno utilizzate. I substrati devono essere: nutrienti per queste specie specifiche per garantire la velocità di crescita e di aumento di peso. Inoltre, il profilo degli acidi grassi degli insetti può essere controllato attraverso la composizione del substrato; facile da rimuovere durante la raccolta degli insetti; e ciò che gli insetti preferiscono normalmente.

Facilità di disponibilità e di elaborazione.

Costo ragionevole.

Percezione degli allevatori.

2.c. Quale tipo di procedimenti devono subire questi substrati prima del loro impiego?

La crusca di grano, la pula e la polvere di fieno, nonché il mangime di pollo, possono essere utilizzati direttamente.

I prodotti alimentari precedenti possono passare le fasi di macinazione e di un possibile sezionamento per ridurre la dimensione o la rimozione parziale dell'imballaggio.

I rifiuti di cucina sono soggetti a macinazione e, talvolta, a riscaldamento a 60-100 ° C.

Le verdure a foglia e i frutti non vengono trattati termicamente e possono passare le fasi di lavaggio, taglio e setacciatura.

Il letame animale può essere trattato a caldo o lasciato fermentare naturalmente (composto). Possono essere utilizzati ceppi non-patogeni di microrganismi per ridurre il carico di patogeni potenziali prima del riscaldamento o della fermentazione.

3. Quali sono le pratiche di raccolta?

Vengono utilizzati diversi metodi di raccolta per isolare o raccogliere gli insetti come bersaglio dai substrati. Ad esempio, le larve di mosca soldato nera e le camole della farina possono essere raccolte mediante

setacciatura; gli adulti di cavallette vengono catturate mediante reti per la raccolta d'insetti; le larve della mosca domestica possono essere isolate dai substrati abbassando la concentrazione di ossigeno in un contenitore chiuso.

Le larve di mosca del genere Diptera possono essere separate dal substrato permettendo alle larve di pupa che li stimolano a lasciare il substrato. Le fasi pre-pupale o pupale hanno un contenuto di chitina superiore e la raccolta precoce, separando le larve dal substrato, viene praticata per una migliore composizione nutrizionale.

4. Quali sono i prodotti (insetti interi e prodotti trasformati) già disponibili sul mercato e quali quelli che saranno disponibili in futuro?

I prodotti comprendono insetti interi e prodotti come proteine, proteine idrolizzate, grassi purificati (cioè, privi di proteine), chitina e suoi derivati, come il chitosan e la glucosamina. Questi prodotti potrebbero essere utilizzati come cibo, mangimi e alimenti per animali da compagnia o, in caso della chitina in prodotti farmaceutici, per scopi medici (ad es., polimeri biocompatibili, fili chirurgici, capsule medicinali), cosmetici, rivestimenti industriali e agricoli, ma anche come nutrizione (diete complementari). I rifiuti agricoli di insetti possono essere usati come fertilizzanti. L'allevamento (come gli insetti di vita adulta o come le uova) è un altro prodotto agricolo.

Nel caso delle locuste intere e delle cavallette come alimento, l'etichettatura può suggerire la rimozione di ali e gambe prima del consumo.

5. Quali sono gli attuali volumi e quelli previsti all'interno della e fuori dall' Europa?

I volumi sono limitati al momento in quanto questa è una nuova area e ci sono blocchi legislativi sulla produzione e sull'uso degli insetti come cibo e mangimi. Tuttavia, la produzione dovrebbe aumentare a causa della conoscenza raccolta e degli investimenti in nuovi piani di

produzione. Inoltre, l'aumento del prezzo della farina di pesce e della farina di soia rende la proteina degli insetti una potenziale soluzione alternativa per l'industria dei mangimi. Gli esperti prevedono che entro 10 anni la produzione può essere aumentata fino a 500 000 tonnellate di proteine di insetti all'anno.

Seguono alcuni numeri concreti:

- Secondo Venik, l'attuale produzione annuale di insetti come alimento in Olanda è di circa 15 tonnellate di peso vivo di insetto.
- Il membro di IPIFF, Protix, sta aumentando la produzione su scala industriale per fornire mercati consentiti con farina di proteine di insetti ed olio di insetti (1 000 tonnellate all'anno entro la seconda metà del 2015).
- Il membro dell'IPIFF, Ynsect, sta attualmente producendo circa 1 000 Kg al mese di farina di proteine di insetti (oltre a prodotti derivanti dal petrolio e dalla chitina) ed attualmente sta costruendo un impianto completamente automatizzato per aumentare la produzione a più di 30 tonnellate al giorno di farina di proteine di insetti.
- In Sudafrica, l'Agriprotein nel 2014 prodotto da 200-300 Kg al giorno di prodotti a base di insetti, mentre nella seconda metà del 2015, grazie ad un nuovo investimento, potranno processare 100 tonnellate di rifiuti al giorno per produrre sette tonnellate di prodotti a base di insetti.
- La Thailandia ha una produzione di insetti stimata attorno alle 7 500 tonnellate di grilli all'anno e la produzione dovrebbe aumentare.

6. Come valuta (la Commissione) gli aspetti della sicurezza (ad es., l'uso di antibiotici e pesticidi lungo la catena produttiva, la presenza di agenti patogeni) relativi ai: substrati; gli insetti e prodotti?

Diversi produttori dell'UE hanno analizzato le proteine, derivate da insetti alimentati solo su substrato vegetale, per le sostanze chimiche indesiderate e per i pericoli biologici. I risultati del laboratorio sono stati forniti a questo gruppo di lavoro.

7. Esistono dati sulla sicurezza degli insetti commestibili (ad es. residui chimici, dati su microrganismi patogeni, antinutrienti [= sostanze che ostacolano la digestione e l'assorbimento dei nutrienti], chitina)?

I produttori utilizzano l'approccio HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points) per eliminare i rischi (biologici e chimici) o ridurli a livelli accettabili. Questi approcci sono specifici della società sulla base delle rispettive tecniche di allevamento e di produzione seguite.

I produttori sono conformi alle normative vigenti in materia di sicurezza alimentare e degli alimenti, nonché con sistemi di qualità come il GMP.

Prima che i produttori possano mettere i loro prodotti sul mercato come alimenti e mangimi, sono tenuti ad eseguire test per agenti patogeni e per limiti massimi di antibiotici, pesticidi e altri contaminanti.

L'igiene dell'azienda agricola è importante, quindi, l'acqua potabile viene utilizzata in tutta la produzione e l'attrezzatura viene disinfettata con prodotti approvati tra lotta agli insetti.

8. Quali sono i processi produttivi più comuni (ad es., pratiche di uccisione, trattamenti termici, intervalli di tempo, solventi per l'estrazione del grasso)?

I processi utilizzati dipendono dalla specie e dal produttore. Alcuni esempi seguono:

Le camole della farina, le cavallette ed i grilli possono essere sottoposti ad un'alimentazione specifica per pulire l'intestino prima della raccolta. Le camole della farina possono essere lasciati 12-24 ore dopo la separazione dal substrato per vuotare l'intestino prima di congelarle per ucciderle. Gli insetti possono anche essere uccisi con acqua calda o vapore. Nel caso in cui il trattamento termico non sia sufficiente per uccidere tutti gli agenti patogeni, l'etichettatura può informare il consumatore di cucinarli prima del consumo.

Per la mosca soldato nera, le larve vengono raccolte mediante separazione meccanica prima della fase pupale; lavate, macinate e riscaldate fino a 95 ° C per 5-10 min. Tale trattamento termico è sufficiente per ottenere i criteri microbiologici fissati dal metodo di trattamento 7 del **Regolamento (UE) n. 142/2011** della Commissione, Allegato IV, Capitolo II, Punto G.

La produzione di grilli per la produzione di alimenti in Thailandia prevede l'alimentazione vegetale con la più comune zucca durante l'ultima settimana di produzione, il raffreddamento sul ghiaccio dopo la raccolta, quindi la bollitura per 5-10 minuti, il raffreddamento mediante lavaggio in acqua fredda e l'imballaggio in sacchetti di plastica.

9. Quali sono le pratiche di stoccaggio e distribuzione?

La conservazione e la distribuzione dei prodotti a base di insetti dipendono dal produttore e dalle caratteristiche del prodotto. Come altri prodotti alimentari e mangimi possono essere conservati e distribuiti a temperatura ambiente, refrigerati o congelati. Possono essere pastorizzati, liofilizzati o sterilizzati.

I ricercatori dell'Università di Khon Kaen (Thailandia) hanno segnalato che i test microbiologici hanno dimostrato che la shelf-life dei grilli bolliti per 10 minuti e, quindi, confezionati con aria e mantenuta a 0 ° C è stata di 30 giorni. La durata di conservazione è stata estesa oltre 30 giorni quando i grilli sono stati imballati sotto vuoto (a 0 ° C).

10. Esistono manuali di buone pratiche di produzione (GMP) e di trattamento degli insetti?

Non esistono manuali specifici di GMP pubblicati per la produzione e il trattamento degli insetti, ma gli allevatori lavorano secondo le norme HACCP e GMP +, nonché sulla legislazione nazionale sulla sicurezza alimentare e alimentare.

11. Esistono dati sul consumo [di insetti] (come alimenti e mangimi, compresa l'acquacoltura)?

Secondo gli esperti presenti a questa riunione, non esistono dati sul consumo. Gli insetti e i loro prodotti non sono inclusi nelle nomenclature delle materie prime di produzione utilizzate dalle organizzazioni internazionali quali FAOSTAT e Eurostat.

12. Esistono dati sulle allergie relative agli insetti?

La arginina chinasi isolata da *Locusta migratoria manilensis* è stata segnalata causare reazioni allergiche in alcune persone sensibili.

Gli individui sensibili ai crostacei possono essere allergici agli insetti o ai loro prodotti. A causa della reattività trasversale con la tropomiosina e la arginina chinasi presente negli acari e nei crostacei, si possono verificare reazioni allergiche dopo il consumo di proteine derivate da alcuni insetti in individui sensibili.

Una relazione sugli allergeni nell'uomo sarà pubblicata nei Paesi Bassi, mentre non esistono segnalazioni per reazioni allergiche negli animali.

Alcuni prodotti sono etichettati con consigli per gli allergeni.

13. Qual è il destino dei rifiuti da allevamento degli insetti (ad es., è utilizzato come concime su terreni seminativi)?

I rifiuti provenienti dagli allevamenti d'insetti possono essere utilizzati come concime e condizionatori del suolo. Può anche essere usato come substrato per l'allevamento di altri insetti, lombrichi, nematodi e altre specie.

14. Come giudica [la Commissione] le conseguenze ambientali della produzione e della lavorazione ad es. l'utilizzo dei materiali residui e dei sottoprodotti?

In termini generali, la produzione e la lavorazione degli insetti sono ecologiche, in quanto posseggono la possibilità e la capacità di trasformare i rifiuti o i flussi laterali dei sistemi della produzione

agricola, ortofrutticola, forestale, della distribuzione di alimenti/mangimi e di produzione alimenti e mangimi per animali/pesci. I rifiuti dell'agricoltura possono essere utilizzati come fertilizzanti. Inoltre, la produzione di insetti produce meno gas a effetto serra rispetto ad altri sistemi produttivi (vedere Tesi PhD di Onnincx, 2015 "Misurazione delle emissioni di gas serra di diversi insetti"). Gli odori derivanti dal processo di produzione vengono gestiti in modo tale da essere ridotti al minimo.

Tuttavia si deve ricordare che la produzione primaria è caratterizzata da “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” (**Reg. (CE) 178/2002**, Art. 3); che il controllo di filiera avviene mantenendo un elevato standard igienico degli alimenti tenendo sotto controllo tutto il processo produttivo dalla produzione primaria fino a tutte le fasi della produzione; che l'allevatore ha l'obbligo di applicare le Buone Pratiche di Allevamento (All.1 **Reg. (CE) 852/2004**) e di rispettare le norme relative alla rintracciabilità (**Reg. (CE) 178/2002**).

Gli obblighi relativi all'industria che lavora gli insetti sono invece relativi all'ottenimento del riconoscimento CE (**Reg. (CE) 853/2004**) / registrazione (**Reg. (CE) 852/2004**); del rispetto dei requisiti igienico-sanitari previsti (All. II **Reg. (CE) 852/2004**), della messa in atto dei principi della metodica HACCP (Art. 5 **Reg. (CE) 852/2004**) e del sistema di rintracciabilità (**Reg. (CE) 178/2002**). Per quanto concerne l'etichettatura si devono attenere al **Reg. (CE) 1169/2011** (Di Giacomo, 2015).

È imperativo, quindi, che le aziende che producono od abbiano in animo di produrre mangimi od alimenti a base d'insetti come materia prima abbiano ben presente non solo la normativa vigente, ma anche e soprattutto:

Sicurezza degli allevamenti

La concentrazione di animali in ambienti ristretti sicuramente pone alcune criticità igienico-sanitarie. 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. La gestione del sistema di biosicurezza degli allevamenti di insetti è un aspetto problematico sia dell'allevamento intensivo che estensivo. Infatti esistono agenti patogeni che sono in grado di decimare – se non annientare – le popolazioni di insetti dell'allevamento con importanti perdite economiche.

Il ricorso ad antibiotici può causare residui e un aumento del livello di antibiotico-resistenza.

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.

Nel caso degli insetti, inoltre, sono necessari grandi numeri per raggiungere volumi di produzione “interessanti” per il settore alimentare.

Come vengono gestite queste problematiche? Nella recente Opinion EFSA (vedere Capitolo 7) si sottolinea come in certi casi, anche negli allevamenti di insetti, si debba fare 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 assimilabili a quanto avviene in acquacoltura (ad es., allevamento di salmoni) o negli allevamenti di pollame (ad es., broiler), con il rischio di alta dispersione dei principi attivi.

Per far fronte a questi possibili scenari di rischio andrebbe sviluppata una normativa adeguata, simile a quella esistente per gli altri animali allevati (vedere Capitolo 7), che al momento non esiste. Senza per

altro dimenticare le problematiche, ancora inesplorate, relative al benessere degli insetti (!).

Ambiente e sostenibilità (vedi anche appendice B EFSA 2015)

Nell' Appendice B del Gruppo di lavoro EFSA (Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed – October 2015) vengono prese in esame le valutazioni del rischio a livello degli stati membri.

I punti focali dell'EFSA degli Stati membri e dei paesi dell'EFTA sono stati invitati a condividere valutazioni di rischio esistenti e in corso sulla sicurezza degli insetti come cibo e mangimi eseguiti nel loro paese. Quattro paesi (Belgio, Francia, Islanda e Paesi Bassi) hanno risposto di aver eseguito valutazioni di rischio relative agli insetti come cibo o mangimi.

Belgio

Nel settembre 2014 è stato pubblicato un consiglio comune del Comitato Scientifico dell'Agenzia federale per la sicurezza della catena alimentare (FASFC) e del Consiglio Superiore della Sanità (SHC) sugli aspetti della sicurezza alimentare degli insetti destinati al consumo umano (FASFC, 2014). Secondo il parere, vengono valutati i rischi potenziali microbiologici, chimici, fisici e parassitologici associati al consumo di insetti. La valutazione riguarda esclusivamente gli insetti destinati al consumo umano, gli insetti che vengono consumati nel loro complesso o come una "preparazione dell'intero insetto" (ad es. la macinazione di vermi interi) e gli insetti che vengono allevati in condizioni standardizzate. Pertanto, non vengono considerati gli aspetti di sicurezza degli insetti allevati, il consumo umano delle frazioni di insetti (preparazioni proteiche o altri estratti ottenuti da insetti) e gli insetti raccolti in natura.

Francia

ANSES ha effettuato una revisione scientifica e normativa della letteratura sui rischi associati al consumo d'insetti e prodotti derivati

negli alimenti e nei mangimi. In seguito ANSES nel giugno 2014 ha lanciato una richiesta interna per elaborare un parere sui rischi per la salute legati all'uso di insetti per alimenti e mangimi. L'opinione comprende i rischi biologici, fisici, chimici e allergici da parte della produzione e del consumo di insetti (ANSES, 2015).

Islanda

Le autorità hanno effettuato una valutazione del rischio ambientale per la mosca soldato nera che è stata importata per scopi di ricerca in Islanda. È stato suggerito che la mosca non costituisca una minaccia per la fauna degli insetti locali perché è una specie tropicale e le popolazioni selvatiche sono altamente improbabili, a causa del clima freddo del paese.

Olanda

NVWA ha pubblicato un parere sui "rischi associati al consumo di insetti allevati in massa" (NVWA, 2014). La valutazione comprende i rischi chimici, microbiologici e parassitologici derivanti dal consumo di insetti trattati termicamente e non trattati con calore.

I seguenti paesi hanno risposto che non hanno effettuato una valutazione dei rischi sugli insetti: Austria, Bulgaria, Croazia, Cipro, Repubblica Ceca, Estonia, Finlandia, Grecia, Lettonia, Lituania, Lussemburgo, Norvegia, Polonia, Portogallo, Ungheria, Repubblica Slovacca, Slovenia, Svizzera e Regno Unito.

E' singolare notare che l'Italia non era nemmeno inserita nell'elenco dei Paesi che non hanno effettuato alcuna valutazione!

Per quanto riguarda l'impatto ambientale di eventuali residui d'allevamento e sottoprodotti di lavorazione l'esperienza è ancora alquanto limitata a causa della scarsa conoscenza in campo ecologico di questo problema.

Le specie da allevare, tuttavia, devono essere individuate con attenzione tenendo presente anche la possibilità di fughe dall'allevamento e la possibilità di alterare gli equilibri ecologici.

Sembra che le deiezioni possano essere utilizzate come compost e andare incontro, quindi, a un facile smaltimento; è difficile che presentino gli stessi problemi dell'allevamento bovino.

La sostenibilità della produzione di insetti sembra essere il punto di forza di questo settore. La necessità di diversificare la dieta e di ridurre il consumo di carni è nota e risponde a ragioni di aumentata domanda, di impatto ambientale ed etiche.

Il bisogno c'è, le ragioni anche: mancano le autorizzazioni legislative.

Prima ancora che venisse lanciata la notizia dell'inizio di attività di una start up che alleva grilli (vedere sopra) grazie alle sovvenzioni regionali ed europee, nel nostro Paese esistevano già Aziende che producevano insetti. Se ne citano alcune, tratte dai loro profili Internet.

La MICROVITA (Bologna) alleva insetti da oltre vent'anni per le più diverse tipologie di mercato. E' in grado di fornire insetti per agricoltura e zootecnia, pesca e zoofilia; quest'ultimo settore riguarda tutti quegli insetti utilizzati come alimenti vivi per sauri, rettili, ragni, pesci e uccelli. Gli insetti allevati e commercializzati dalla MICROVITA sono: grilli, cavallette, camole del miele, camole della farina, larve di coleottero Kaimano, blatte, formicine, mosca memè. Il loro sito Internet riporta anche i prezzi per le varie pezzature di insetto.

L'ITALBUGS è attiva dal 2006; ha sede nel Parco Tecnologico Padano di Lodi. Dal sito www.italbugs.com:

“Perché mangiare insetti”?

<< Siamo dei ricercatori e dei gourmet, esperti di web, nutrizione e nuove tendenze. Abbiamo incontrato la Bugs Kulture in Thailandia, in

Cina, a Hong Kong ma anche in Francia e in Italia.

Siamo convinti che mangeremo insetti nel prossimo futuro perché lo abbiamo fatto, lo facciamo e lo faremo sempre più. Ecco qualche perché:

perché la FAO stima che entro il 2050 la produzione mondiale di cibo dovrà aumentare di almeno il 70%

perché entro il 2030 si consumeranno almeno 39 milioni di tonnellate di carne e non abbiamo spazio sufficiente per tutti questi pascoli o allevamenti

perché gli insetti erano già il cibo del nostro passato come testimonia la Bibbia e le usanze degli antichi romani

perché sono ecologici (meno consumo di acqua, terreno ed emissioni di gas serra)

perché 1 kg di cavallette ha le stesse calorie di 10 hot dogs o, se preferite, di 6 Big Mac

perché sono già presenti nel nostro cibo quotidiano (nel cioccolato, nella frutta, nelle salse di pomodoro...)

perché apportano fino all' 80% di proteine biodisponibili, oltre a minerali, grassi essenziali e fibra

perché gli insetti fanno parte oggi della dieta di almeno 2 miliardi di persone

perché gli insetti non sono affatto disgustosi, o per lo meno, non più delle lumache, delle interiora degli animali e dei crostacei di cui sono parenti neppure troppo lontani

perché sono molto buoni!>>

Il 14-17 maggio 2014 ITALBUGS ha partecipato alla “Conference Insects to feed the World” tenutasi a Ede (Paesi Bassi), voluta dalla FAO e dall’Università di Wageningen, la prima grande conferenza internazionale che ha riunito entomologi, imprenditori, nutrizionisti, cuochi, psicologi e funzionari governativi al fine di discutere dell’inserimento degli insetti come alimenti e mangimi, in particolare in Occidente.

L'Azienda MICRONUTRIS (2011) ha sede a Tolosa (Fr): è la prima azienda europea a produrre insetti da destinare al campo alimentare. L'allevamento è di grilli e vermi in genere e sulla loro home page viene sottolineato come gli insetti vengano nutriti con frutta, verdura e farina di frumento e orzo.

La BIOPLANET (Cesena), invece, è specializzata nell'allevamento di insetti a difesa delle coltivazioni, quindi insetti e acari utili, impollinatori, micorrize, trappole e feromoni, ecc..

Altra Azienda è la SMART BUGS (Ponzano Veneto, TV) che alleva bachi da seta (*Bombyx mori*), farfalle (*Pieris* sp., *Vanessa* sp., *Papilio* sp.), mosche soldato (*Hermetia illucens*), grilli (*Acheta domesticus*), camole della farina (*Tenebrio molitor*, *Zophobas morio*). La loro home page recita:

- “1) Rimuovono le sostanze in decomposizione;
- 2) Garantiscono l'impollinazione delle colture;
- 3) Predano altri insetti dannosi;
- 4) Sono alla base della catena alimentare di molti animali compreso l'uomo;

Ecco perché la nostra azienda punta agli insetti non tanto come nemici da combattere, ma come risorsa da utilizzare in modo intelligente in ambito zootecnico, ecologico e perfino alimentare. Oltre ad allevare insetti, collaboriamo per attività didattiche con le scuole e con altre istituzioni per attività di ricerca.”

L'azienda CrickeEAT ha utilizzato la farina di grillo (*Acheta domesticus*) per la produzione di pane, prodotti da forno, ravioli presentati alla VII edizione del concorso Ecotrophelia Italia nell'ambito di Expo2015. Nelle conclusioni della sua tesi Filia (2016) sostiene che “...il prodotto farina di grillo potrebbe essere un buon sostituto a livello nutrizionale delle fonti proteiche animali a cui siamo normalmente abituati; un prodotto che addizionato in basse percentuali a diversi alimenti è in grado di aumentarne il valore

nutrizionale, in particolar modo quello proteico, permettendo loro, inoltre, grazie alla buona capacità di assorbire l'acqua, di conferire corpo a diversi impasti”.

Insetticommestibili.it

Sul sito l'Azienda agricola “Insetti commestibili” di Monselice (PD) dei gemelli Antonio e Giovanni Bozzaotra di Pordenone si presenta come azienda che fornisce prodotti originali per eventi a tema. E' un negozio di souvenir insoliti, gestito da un team di professionisti. Propone un servizio clienti prioritario e si impegna a rispondere a tutte le richieste dei clienti in meno di 24 ore di tempo. Il sito propone una vasta gamma di prodotti a base di insetti allevati e prodotti in azienda: dalla farina di grillo ai bachi da seta, dalla grappa allo scorpione alle barrette proteiche, dai prodotti cosmetici ai gadget. L'azienda ha numerose pagine web oltre a filmati (youtube) con i quali illustra la sua attività produttiva. Ogni prodotto è presentato con una breve didascalia, l'immagine ed il relativo prezzo di vendita.

Quindi, in Italia non esistono solo aziende che producono fatturato, economia e lavoro con l'allevamento diversificato degli insetti, ma vengono anche organizzati eventi enogastroentomofagi un po' dappertutto: la vetrina di Internet ne è la testimonianza più completa come lo sono le vendite on line o i mercati e i negozi di prodotti etnici (o novel food) sparsi in tutta la Penisola!

L'autore ha voluto inserire questo capitolo raccogliendo alcune esempi di notizie comparse sui mezzi di informazione per sottolineare l'importanza della stampa nella divulgazione di informazioni che dovrebbero essere sempre frutto di approfondite indagini di cronaca e di correttezza scientifica in quanto capace di arrivare a vasti strati della comunità per far conoscere un problema. Ha volutamente ommesso i commenti poiché essi sono frutto di interpretazioni personali.

Tutti i “pezzi” inseriti nel Capitolo 9 sono reperibili su Internet.

10 - Considerazioni e conclusioni

L'Expo di Milano (2015) è stato sicuramente un palcoscenico di risonanza e visibilità mondiale anche per i cibi alternativi come gli insetti.

L'interesse riscosso dagli insetti nel settore dell'hobbistica in quanto soggetti ricercati sia per l'allestimento delle collezioni entomologiche o come alimento per sauri e rettili in cattività, sia per la fotografia naturalistica, è di importanza marginale e locale, ma solo in apparenza.

Infatti, l'uso degli insetti nell'alimentazione umana, presso varie popolazioni nell' America centrale, in Africa e in Asia. È stato accertato che il numero di specie sfruttate come cibo dall'Uomo ammonta ad oltre 1900. Tuttavia, l'aspetto più importante, a cui la stessa Fao dedica una particolare attenzione, è la potenziale risorsa alimentare che gli insetti possono rappresentare per arginare il problema della sottoalimentazione, per l'alto valore nutritivo, superiore a quello della carne e del pesce: i bruchi essiccati contengono, infatti, oltre il 50% in proteine, il 17% in glucidi e il 15% in lipidi.

Secondo la FAO, che dal 2008 finanzia programmi di sensibilizzazione e avviamento al consumo alimentare di insetti, già circa due miliardi di persone si nutrono di quelle 1.900 e più specie commestibili.

L'Unione Europea nel 2011 ha contribuito al finanziamento di una ricerca della UK Food Standard Agency, l'agenzia britannica per la sicurezza alimentare, sulle proprietà nutritive degli insetti. Inoltre, ha stanziato 3,3 milioni € per un progetto di campagna volta a familiarizzare la gente all'idea di nutrirsi di insetti.

Nel campo scientifico sussiste un notevole fermento di ricerca continuo e quello degli Insetti sembra un'area la cui esplorazione ha messo in campo cospicue risorse umane e finanziarie.

La raccolta di dati, gli aspetti igienico-sanitari, oltre a quelli nutrizionali, normativi ed ecocompatibili e la valutazione dei rischi sono ancora problemi notevoli da studiare e risolvere prima che gli Insetti vengano allevati su scala industriale.

< Inoltre, sono necessarie ricerche approfondite per investigare la sostenibilità e quantificare l'impatto ambientale di raccolta ed allevamento di insetti a confronto con altre pratiche già note come l'allevamento tradizionale per aiutare i consumatori a capire il reale impatto e costo delle nostre scelte alimentari e le loro conseguenze socioeconomiche ed ambientali..... I legislatori dovrebbero cominciare a includere gli insetti come possibile food e feed per migliorare la policy nazionale esistente> (Maffei, 2014).

Il nuovo **Regolamento (UE) n. 2015/2283** è un primo passo in questa direzione!

L'autore condivide pienamente le conclusioni della tesi "Insetti come alimento del futuro, sostenibilità, e sicurezza alimentare: i risultati di una nostra indagine microbiologica" di Chiara Tesi (2016) della Università degli Studi di Firenze – Scuola di Scienze della Salute Umana – Corso di laurea in Tecniche della Prevenzione nell'Ambiente e nei Luoghi di Lavoro:

“Per questi motivi la ricerca di nuove fonti, che potessero essere molto più ecosostenibili, si è resa necessaria non solo nei paesi dove il cibo non sempre è sufficiente per l'intera popolazione, ma anche nel mondo industrializzato. In questo senso gli insetti rappresentano una valida alternativa da non sottovalutare e da studiare per cercare di capire come sfruttare al meglio le loro potenzialità.

Gli aspetti positivi che possiedono gli insetti possono essere sintetizzati nell'elenco che segue:

Sono una grande fonte di proteine;

Riescono a trasformare il substrato composto da rifiuti organici in proteine di alta qualità, necessitano di molta meno acqua e molto meno terreno per essere allevati, producono molto meno gas serra

rispetto al bestiame convenzionale, presentano un'alta efficienza di conversione nutrizionale.

Inoltre gli insetti potrebbero rappresentare una valida alternativa ai mangimi tradizionali utilizzati fino ad oggi”.

Tuttavia, sarà una realtà con la quale ci si dovrà prima o poi confrontare e volendo essere ottimisti e positivi per un futuro che appare anche ai giovani più o meno incerto e/o difficile: anche il giovane veterinario neolaureato o no lungimirante, che guarda avanti, che guarda oltre, potrebbe avere d'innanzi a sé aree di lavoro interessanti sia dal punto di vista professionale che economico.

Bibliografia

1. 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.
2. Baccetti B, Barbagallo S, Süss L., Tremblay E. (2000): Manuale di zoologia agraria – Antonio Delfino Editore, Roma.
3. Banjio A.D., Lawal O.A., Songonuga E.A. (2006): The nutritional value of fourteen species of edible insects in southwestern Nigeria - African Journal of Biotechnology Vol. 5 (3), pp. 298-301, 2 February.
4. Belluco S. (2009): Insetti per uso alimentare umano- Aspetti nutrizionali e igienico-sanitari – Tesi di laurea AA. 2008-2009 Università degli Studi di Padova – Facoltà di Medicina Veterinaria – Corso di laurea specialistica a ciclo unico in Medicina Veterinaria.
5. Belluco S., Losasso C., Maggioletti M., Alonzi C.C., Paoletti M.G., Ricci A. (2013): Edible Insects in Food Safety and Nutritional Perspective: A Critical Review in Comprehensive Reviews - Food Science and Food Safety vol. 12, pp. 296-313.
6. Belluco S., Mantovani A., Ricci A. (2015): Il consumo di insetti dal punto di vista della sicurezza alimentare: inquadramento normativo e valutazione dei rischi - Atti Accademia Nazionale Italiana di Entomologia Anno LXIII, 65-72.
7. Belluco S., Losasso C., Maggioletti M., Alonzi C., Ricci A., Paoletti M.G. (2015): Edible insects: a food security solution or a food safety concern? – Animal Frontiers, vol.5, n.2.
8. Blesio P. (1976): Guardiano gli insetti – Editrice La Scuola.
9. Bonora G. (2016): I novel food nel Reg(UE) n.2015/2283 e gli insetti: una possibile rivoluzione dei costumi alimentari – Rivista di diritto alimentare, Anno X, n.1, gennaio-marzo.
10. Borgohain M., Borkotoki A., Mahanta R. (2014): Total Lipid, Triglyceride and Cholesterol Contents in “*Oecophylla Smaragdina*, Fabricius” Consumed in Upper Assam of North East India -

International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 4, Issue 7, July (299–303).

11. Bukkens S. (2005): Insects in the human diet: nutritional aspects, Ecology of Food and Nutrition, pp. 545–577, In: Paoletti, M.G. (2015), editor, Ecological implications of minilivestock: role of rodents, frogs, snails and insects for sustainable development. Science publisher, Enfield NH.
12. Cameron C. (2016): L'ultima dei neanderthaliani - Ed. SEM.
13. Caparros Megido R., Sablon L., Geuens M., Brotaix Y., Alabi T., Blecker C., Drugmand D., Haubruge E., Francis F. (2014): Edible insects acceptance by Belgian consumers: promising attitude for entomophagy development – Journal of sensory Studies, 29, 14-20.
14. Caparros Megido R., Alabi T., Haubruge E., Francis F. (2015): Are edible insects really green? – Food Science and Law n.3.
15. Casali E. (2016): Novel food, il cibo del futuro: alghe, meduse e insetti – www.agraria.org N. 226.
16. Ceriani M. (2015): Si fa presto a dire insetto- La nuova era del cibo- Ed. geWare.
17. Charlton A.J. (ProteInsect) (2016): Safety and quality issues associated with insects as human food and animal feed – Convegno: “Edible insects: technical – scientific and regulatory aspects”, Brescia, 5 febbraio – Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche.
18. Chen X., Feng Y., ZY Chenet ZY. (2009): Common edible insects and their utilization in China - Entomological Research 39.
19. Cicero C. (2014): Insetti come mangime - VII Convegno Nazionale degli Istituti Zooprofilattici Sperimentali sull'alimentazione animale “Le fonti proteiche per l'alimentazione animale” – Torino, 29 maggio.
20. Cochrum E.L. & McCauley W. (1970): Zoologia – Ed. Piccin,
21. Convegno (2016): Edible insects: technical-scientific and regulatory aspects – Fondazioni Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche - Brescia, 5 febbraio.
22. Coon C.S. (1949): Storia dell'uomo, Ed.Garzanti.

23. D'Ancona U. (1965): Trattato di Zoologia, Ed Utet.
24. DeFoliart G. R. (1999): Insetti come cibo: perché l'atteggiamento occidentale è importante – Annu Rev Entomol 44(1):21-50.
25. DeFilippo F. (2016): Insects farming: key points of a production system - Convegno: “Edible insects: technical – scientific and regulatory aspects”, Brescia 5 febbraio –Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche.
26. DiCello MC, Myc A, Baker JR Jr, Baldwin JL (1999): Anafilassi dopo l'ingestione di carminio nei cibi colorati: due casi clinici e revisione della letteratura - Allergia Asma Proc. 20 (6): 377 – 82.
27. Di Giacomo L. (2015): Gli insetti come «alimento»: stato dell'arte della normativa – “Dagli insetti un contributo per nutrire il pianeta – Asur Marche Area Vasta 4 di Fermo, SIAOA, 6 Marzo.
28. Dunkel F.V. (1996): Nutritional benefits of eating insects - The Food Insects Newsletter, July, Vol. 9, No. 2.
29. Durst, P.B. & Shono, K. (2010): Edible forest insects: exploring new horizons and traditional practices. In P.B. Durst, D.V. Johnson, R.L. Leslie. & K. Shono: Forest insects as food: humans bite back, proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development, pp. 1–4. Bangkok, FAO Regional Office for Asia and the Pacific.
30. EFSA Scientific Committee (2015). Scientific Opinion on a risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. EFSA Journal 13(10):4257, 60 pp. doi:10.2903/j.efsa.2015.4257.
31. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA) (2016) Guidance on the preparation and presentation of an application for authorisation of a novel food in the context of Regulation (EU) 2015/2283. EFSA Journal 2016;14(11):459, doi: 10.2903/j.efsa.2016.4594.
32. Evans J., Alemu M.H., Flore R., Frøst M.B., Halloran A., Jensen A.B., Maciel-Vergara G., Meyer-Rochow V.B., Münke-Svendsen C., Olsen S.B., Payne C., Roos N., Rozin P., Tan H.S.G., van Huis A., Vantomme P., Eilenberg J. (2015): ‘Entomophagy’: an evolving

terminology in need of review- Journal of Insects as Food and Feed 1 (4): 293-305.

33. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2013). Edible insects. Future prospects for food and feed security. van Huis A, van Itterbeeck J, Klunder H, Mertens E, Halloran A, Muir G and Vantomme P. Rome, 2013. Available at: <http://www.fao.org/docrep/018/i3253e/i3253e00.htm>.

34. Filia B. (2015): Utilizzo dei grilli (*Acheta domesticus*) negli alimenti: Allevamento, processo, applicazioni – Tesi di laurea magistrale in Scienze e Tecnologie Alimentari, Università degli Studi di Parma – Dipartimento di Scienze degli Alimenti, aa 2014-2015.

35. Finke M.D., Rojo S., Roos N, van Huis A., Yen A.L. (2002): Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores - Zoo Biology, Vol.21, n. 3, pp 269–285, 2002.

36. Finke M.D., Rojo S., Roos N, van Huis A., Yen A.L. (2015): The European Food Safety Authority scientific opinion on a risk profile related to production and consumption of insects as food and feed – Journal of Insects as Food and Feed, 1 (4), 245-247.

37. Fiume F.: Morfologia degli insetti – pdf in Internet:www.morfologia degli insetti.

38. Ganguly A., Chakravorty R., Das M., Gupta M., Mandal D.K., Haldar P., Ramos-Elorduy J. e Moreno J.M.P. (2013): A preliminary study on the estimation of nutrients and anti-nutrients in *Oedaleus abruptus* (Thunberg) (Orthoptera:Acrididae) – Int.J.Nutr.Metab vol.5 (3) pp 50-65, March.

39. Goumperis T. (2015): Risk profile of insects as food and feed – FeFac/Assolzo workshop, Piacenza, 9 October .

40. Goumperis T. (2016): Scientific Committee and Emerging risks unit - Convegno: “Edible insects: technical – scientific and regulatory aspects”, Brescia 5 febbraio – Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche.

41. Halloran A., Vantomme P., Hanboonsong Y., Ekesi S. (2015): Regulating edible insects: the challenge of addressing food security, nature conservation, and the erosion of traditional food culture – *Food Sec.* 7:739-746.
42. Hanboonsong Y., Jamjanya T., Durst P.B. (2013): Six-legged livestock: edible insect farming, collection and marketing in Thailand – Food and Agriculture Organization of the United Nation Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok .
43. House J. (2016): Consumer acceptance of insect-based foods in the Netherlands:academic and commercial implications – *Appetite* 107,47-58.
44. Klunder H.C., Wolkers-Rooijackers J., Korpela J.M., Nout M.J.R. (2012): Microbiological aspects of processing and storage of edible insects – *Food Control*, 26, 628-631.
45. Repubblica.it, Scienze (2013): Insetti in tavola, la dieta del futuro.
46. 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.
47. Lovito C. (2013): Il ruolo del veterinario pubblico nei controlli ufficiali dei prodotti etnici – Tesi di laurea, Dipart. Scienze Vet. per la Salute Produzione Animale e la Sicurezza Alimentare, Università degli Studi di Milano.
48. Lucas C.D., Hallagan J.B., Taylor S.L. (2001): Il ruolo di additivi coloranti naturali nelle allergie alimentari - *Adv Cibo Nutr Res* 43: 195 – 216.
49. Maffei G. (2014): Entomofagia come categoria alimentare: nuova tendenza in occidente - Working Paper n.2/2014- Università degli Studi di Milano-Bicocca Centro Interuniversitario MaCSIS.
50. Marchis D. (2016): Current status on use of insects as animal feed in Italy - Convegno: “Edible insects: technical – scientific and regulatory aspects”, Brescia 5 febbraio –Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche.

51. McGavin G.C. (2000): Insetti e altri artropodi terrestri - La Biblioteca della Natura, Ed. Italiana RCS.
52. Melo-Ruiz V., Sandoval-Trujillo H., Quirino-Barreda T., Sánchez-Herrera K. Díaz-García R., Calvo-Carrillo C. (2015).: Chemical composition and amino acids content of five species of edible grasshoppers from Mexico - Emirates Journal of Food and Agriculture 27(8): 654-658.
53. Milanovic V., Osimani A., Pasquini M., Aquilanti L., Garofalo C., Taccari M., Cardinali F., Riolo P., Clementi F. (2016): Getting insight into the prevalence of antibiotic resistance genes in specimens of marketed edible insects – International Journal of Food Microbiology 227,22-28.
54. Mlcek J., Rop O., Borkovcova M., Bednarova M. (2014): A comprehensive look at the possibilities of edible insects as food in Europe – A review – Pol.L.Food Nutr.Sci.vol.64,n.3,pp 147-157.
55. Nowak V., Persijn D., Rittenschober D., Charrondiere U.R. (2016): Review of food composition data for edible insects. Food Chemistry 193, 39–46.
56. 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 - Entomophagy and Environment, December, vol.5, n.12.
57. Oonincx, D. G. A. B. & van der Poel, A. F. B. (2011): Effetti della dieta sulla composizione chimica delle locuste migratorie (*Locusta migratoria*) - Zoo Biol., 30: 9–16.
58. Payne C.L.R., Scarborough P., Rayner M., Nonaka K. (2016): Are edible insects more or less ‘healthy’ than commonly consumed meats? A comparison using two nutrient profiling models developed to combat over- and undernutrition - European Journal of Clinical Nutrition 70,285-291.
59. Paoletti M.G. (2017): Il contenuto nutrizionale degli insetti - Ann Nutr Metab, 51(3):244-51.

60. Passera C. (2015): Tendenze alimentari: I grilli nel piatto – Articolo comparso il 25 novembre su Enciclopedia Treccani on line.
61. Phillips J. & Burkholder, W.E. (1995): Allergies related to food insect production and consumption. The Food Insects Newsletter, 8 (2).
62. Phillips J. & Burkholder W. (1995): Food insects will hold a prominent place in the upcoming International Symposium on Biodiversity to be held in China – The food insect newsletter, July, vol. VIII, n. 2.
63. Pitetti R.D., Kuspis D., Krenzelok E.P. (1999): Caterpillars: an unusual source of ingestion. *Pediatr Emerg Care*, Feb. 15 (1): 33 – 6.
64. Pollini A. (2002): *Manuale di entomologia applicata*. Bologna, Edagricole.
65. Raubenheimer D. & Rothman J.M. (2012): Nutritional Ecology of Entomophagy in Humans and Other Primates - Nutritional Ecology of Entomophagy ARI 4 September.
66. Reverberi M. (2017): Lo status legale degli insetti commestibili in occidente – *L'entomofago*, 2017.
67. Roncarati A. (2016): Insects as a potential ingredient in practical diets in aquaculture industry - Convegno: “Edible insects: technical – scientific and regulatory aspects” , Brescia 5 febbraio –Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche.
68. Rumpold B. A. & Schlüter O. K. (2013): Nutritional composition and safety aspects of edible insects - *Mol. Nutr. Food Res.* 57, 802–823.
69. Saeed T, Dagga F.A., Saraf M. (1993): Analysis of residual pesticides present in edible locusts captured in Kuwait. *Arab Gulf J. Scient. Res.* 11 (1) pp. 1-5.
70. Scherman N.: Le leggi della casherut nella parashat Shemini. www.Torah.it.
71. Schiavone A. (2016): Utilization of insects as feed in the production of boiler chickens. Convegno: Edible insects: technical –

scientific and regulatory aspects , Brescia 5 febbraio – Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche.

72. Templeton JM, De Jong A.J., Blackall P. J., Mifflin J.K.(2006): Sopravvivenza del *Campylobacter* spp. in coleotteri neri (*Alphitobius diaperinus*) e nelle loro larve in Australia. *Appl Environ Microbiol* 72 (12): 7909 – 11.

73. Tesi S. (2016): Insetti come alimento del futuro, sostenibilità e sicurezza alimentare: i risultati della nostra indagine microbiologica – Tesi per il Corso di laurea in Tecnica della Prevenzione nell’Ambiente e nei Luoghi di Lavoro – Università degli Studi di Firenze, Scuola di Scienze della Salute Umana, aa 2015-2016.

74. Tremblay E. (1985): *Entomologia applicata*. Volume I. 3^a ed. Napoli, Liguori Editore.

75. Tzompa-Sosa D., Yi L., van Valenberg H.J.F., van Boekel M.A.J.S., Lakemond C.M.M. (2014): Insect lipid profile: aqueous versus organic solvent based extraction method – *Food Research International* 62 ,1087-1094.

76. Underwood D.L.A. (2009): *Entomologia generale* - www.csulb.edu/.../entomology/Syllabus.pdf, 2009.

77. Van Huis A. (2013): *Edible insects: Future prospects for food and feed security* - Ed Wageningen University (FAO), Roma.

78. Van Huis A. (2016): *Environmental impacts assessment of insects production* - Convegno: *Edible insects: technical – scientific and regulatory aspects*, Brescia 5 febbraio –Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche.

79. Van Huis A. (2016): Conference on “The future of animal products in the human diet: health and environmental concerns” – *Edible insects are the future?* - *Proceedings of Nutrition Society*, pp 1-12.

80. Vantomme P. (2016): *International and national regulatory frameworks governing insects in our food chain* –Convegno: “*Edible insects: technical – scientific and regulatory aspects*” Brescia 5 febbraio – Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche.

81. Vitali E. (2013): Entomofagia: quali prospettive – Lezione tenuta per il Corso di Perfezionamento in Diritto e Legislazione Veterinaria – Facoltà di Medicina Veterinaria, Università degli Studi di Milano, 9 maggio.

NORMATIVA

- Decreto legislativo n. 283/1962 che modifica degli artt. 242, 243,247, 250 e 262 del T.U. delle leggi sanitarie approvato con R.D. 27 luglio 1934, n. 1265: Disciplina igienica della produzione e della vendita delle sostanze alimentari e delle bevande.
- Regolamento (CE) N. 258/1997 del Parlamento europeo e del Consiglio del 27 gennaio 1997 sui nuovi prodotti e i nuovi ingredienti alimentari
- Regolamento (CE) N. 178/2002 del Parlamento europeo e del consiglio del 28 gennaio2002 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.
- 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.
- Regolamento (CE) N. 882/2004 del Parlamento europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004 relativo ai controlli ufficiali intesi a verificare la conformità alla normativa in materia di mangimi e di alimenti e alle norme sulla salute e sul benessere degli animali
- 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).
- Regolamento (CE) n. 767/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio del 13 luglio 2009 sull'immissione sul mercato e sull'uso dei mangimi, che modifica il regolamento (CE) n. 1831/2003 e che

abroga le direttive 79/373/CEE del Consiglio, 80/511/CEE della Commissione, 82/471/CEE del Consiglio, 83/228/CEE del Consiglio, 93/74/CEE del Consiglio, 93/113/CE del Consiglio e 96/25/CE del Consiglio e la decisione 2004/217/CE della Commissione

- Regolamento (UE) N. 142/2011 della Commissione del 25 febbraio 2011 recante disposizioni di applicazione del Regolamento (CE) n. 1069/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio recante norme sanitarie relative ai sottoprodotti di origine animale e ai prodotti derivati non destinati al consumo umano, e della Direttiva 97/78/CE del Consiglio per quanto riguarda taluni campioni e articoli non sottoposti a controlli veterinari alla frontiera

- Regolamento (UE) N. 51/2013 della Commissione del 16 gennaio 2013 che modifica il regolamento (CE) n. 152/2009 del Consiglio per quanto riguarda i metodi d'analisi per la determinazione dei costituenti di origine animale nell'ambito del controllo ufficiale degli alimenti per animali.

- Regolamento (UE) N. 56/2013 della Commissione del 16 gennaio 2013 che modifica gli allegati I e IV del Regolamento (CE) n. 999/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio recante disposizioni per la prevenzione, il controllo e l'eradicazione di alcune encefalopatie spongiformi trasmissibili

- Regolamento (UE) n. 2283/2015 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

- Regolamento (UE) 625/2017 del Parlamento europeo e del Consiglio del 15 marzo 2017 relativo ai controlli ufficiali e alle altre attività ufficiali effettuati per garantire l'applicazione della legislazione sugli alimenti e sui mangimi, delle norme sulla salute e sul benessere degli animali, sulla sanità delle piante nonché sui prodotti fitosanitari, recante modifica dei regolamenti (CE) n. 999/

2001, (CE) n. 396/2005, (CE) n. 1069/2009, (CE) n. 1107/2009, (UE) n. 1151/2012, (UE) n. 652/2014, (UE) 2016/429 e (UE) 2016/2031 del Parlamento europeo e del Consiglio, dei regolamenti (CE) n. 1/ 2005 e (CE) n. 1099/2009 del Consiglio e delle direttive 98/58/CE, 1999/74/CE, 2007/43/CE, 2008/119/ CE e 2008/120/CE del Consiglio, e che abroga i regolamenti (CE) n. 854/2004 e (CE) n. 882/2004 del Parlamento europeo e del Consiglio, le direttive 89/608/CEE, 89/662/CEE, 90/425/CEE, 91/496/CEE, 96/23/CE, 96/93/CE e 97/78/CE del Consiglio e la decisione 92/438/CEE del Consiglio (regolamento sui controlli ufficiali)

- Comunicazione della Commissione del 13.7.2017 riguardante la fornitura di informazioni su sostanze o prodotti che provocano allergie o intolleranze figuranti nell'allegato II del regolamento (UE) n. 1169/2011 relativo alla fornitura di informazioni sugli alimenti ai consumatori.

SITOGRAFIA

1. www.wageningenur.nl
2. www.infovisual.info
3. www.fao.org
4. www.insecta
5. www.ent.iastate.edu
6. www.people.howstuffworks.com
7. www.organicvaluerecovery.com
8. www.onlinelibrary.wiley.com
9. www.ediblebugfarm.com
10. www.insectsarefood.com
11. www.newsghana.com.gh
12. www.nycep.org
13. www.giand.it
14. www.today.it
15. www.wikipedia.it: gli insetti nell'arte
16. www.nyworms.com

17. www.ilsole24ore
18. www.scoop.it
19. www.ilfattoalimentare
20. www.csulb.edu
21. www.nbcnews.com/
22. Wikimedia commons/
23. <http://www.sivempveneto.it>
24. <http://www.efsa.europa.eu/it/press/news/151008a>
25. www.researchitaly.it
26. www.elsevier.com/locate/appet
27. www.insetticommestibili.it