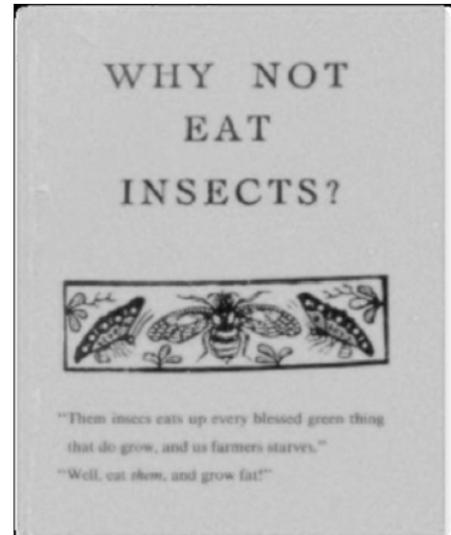


Entomofagia

- Il consumo di insetti come cibo da parte dell'uomo
- Termine per la prima volta utilizzato nel 1871 in una pubblicazione in lingua inglese
- Gli insetti fanno parte della dieta di circa 2 miliardi di persone
- Il consumo di aracnidi (ragli e scorpioni) e miriapodi (millepiedi) rientra nel termine entomofagia anche se non sono insetti



Entomofagia nella storia

Bible: Old testament

Insects as food is found in the *Old Testament* and permits the edible use of the 'locust of any kind, the bald locust of any kind the cricket of any kind, and the grasshopper of any kind' Leviticus 11.20-23

It is probably *Scistocerca gregaria*

New testament

Matthew 3:1-14 John the Baptist's preaching "Eating locusts and wild honey."

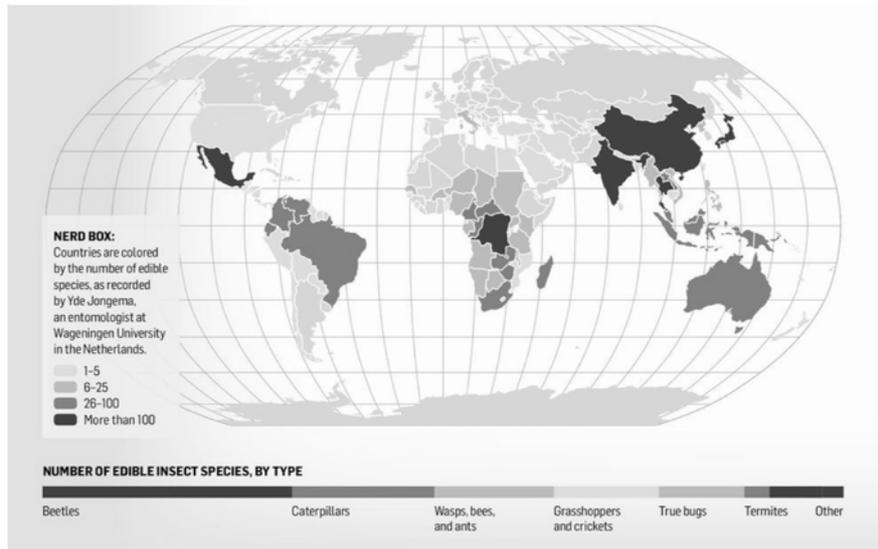
Islamic faith

It is permissible to eat locusts (Sahih Muslim, 21.4801)

Locusts are Alaa's troops, you may eat them (Sunaan ibn Majah 4.3219, 3220)

Locusts are game of the sea; you may eat them (Sunaan ibn Majah 4.3222)

Circa 1900 specie di insetti sono riconosciute come commestibili e consumate nel mondo



- "rotten/putrid cheese" CASU MARZU prodotti agroalimentari tradizionali
- 'cheese fly' *Piophilidae casei*
- Casgiu merzu in Corsica, France
- Pecorino Marчетto in Abruzzo, Italy
- Casu du quagghiu in Calabria, Italy
- Cacie' Punt in Molise, Italy
- Formaggio saltarello (latte bovino) Friuli Venezia Giulia
- "la Robiola o Formaggio Molle con i Vermetti" -piacenza

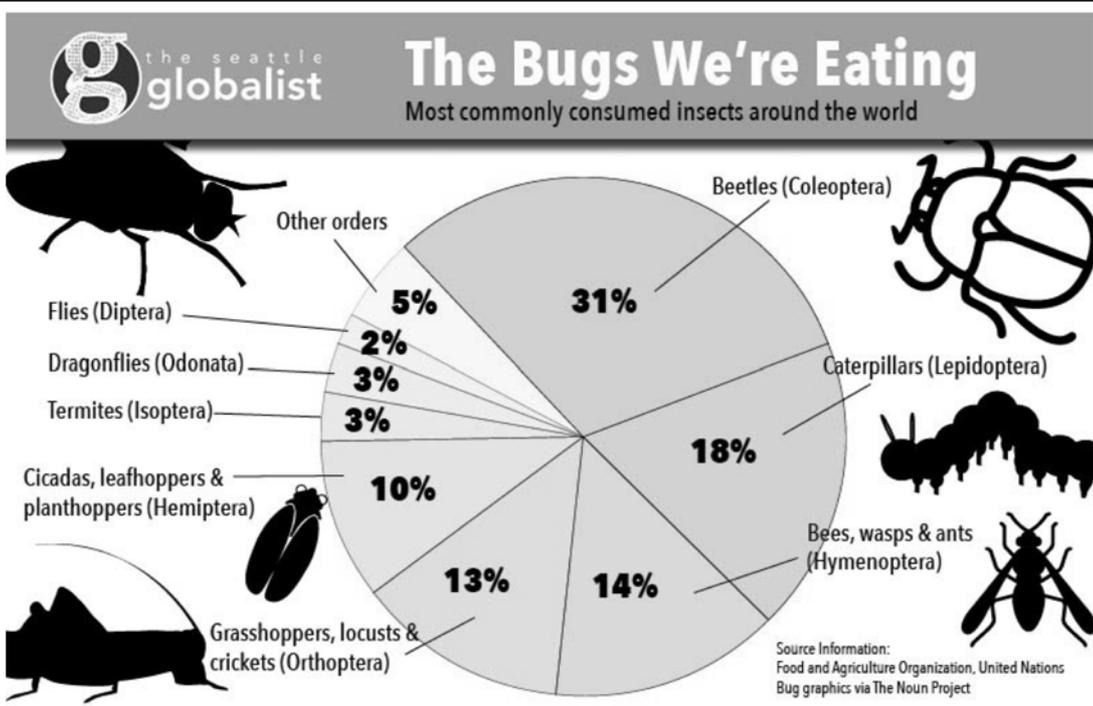




Dactylopius coccus



E 120



Coleoptera



Zophobas morio



Rhyncophorus spp.



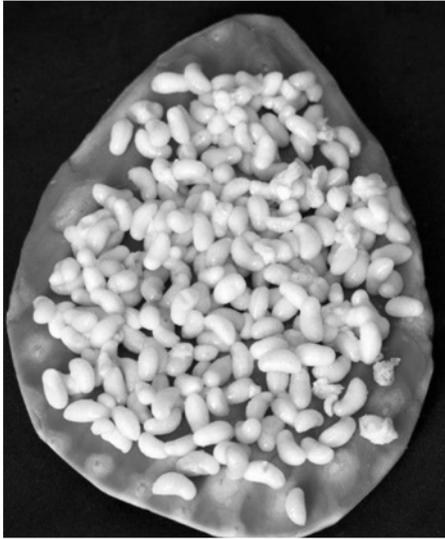
Tenebrio molitor

Lepidoptera



Imbrasia belina

Hymenoptera



Atta mexicana e *A. cephalotus* (Escamoles)

Orthoptera



Chapulines

Hemiptera



Isoptera e Odonata



Caratteristiche nutrizionali

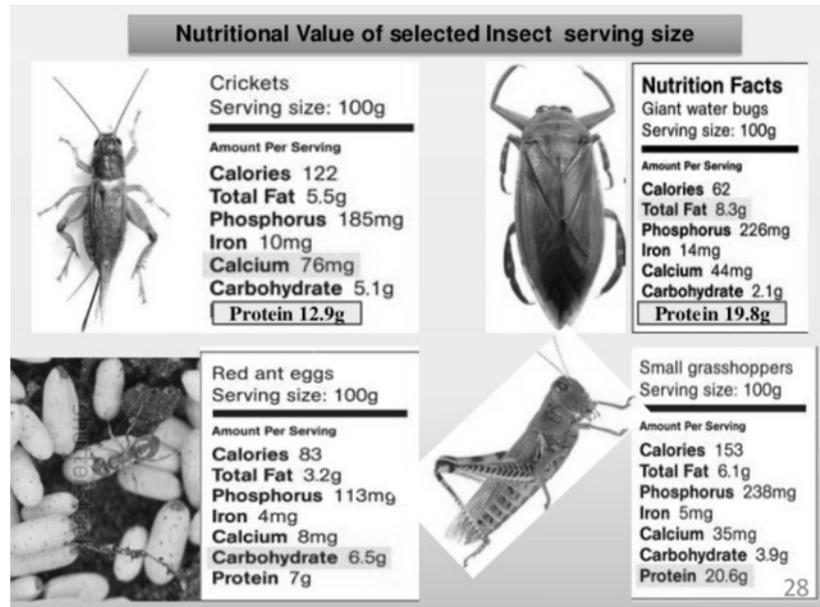


Tabella 3 - Confronto i contenuti proteici di varie specie animali commestibili, inclusi alcuni insetti (Fonte: FAO, 2012f).

| Animali | Nome scientifico e nome comune | Parte commestibile | Proteine (% peso vivo) |
|-------------------|--|--------------------|------------------------|
| Insects (raw) | Locusts and grasshoppers: <i>Locusta migratoria</i> , <i>Acridium melanorhodon</i> , <i>Ruspolia differens</i> | Larva | 14 - 18 |
| | Locusts and grasshoppers: <i>Locusta migratoria</i> , <i>Acridium melanorhodon</i> , <i>Ruspolia differens</i> | Adult | 13 - 28 |
| | <i>Sphenarium purpurascens</i> (chapulines - Mexico) | Adult | 35 - 48 |
| | Silkworm (<i>Bombyx mori</i>) | Caterpillar | 10 - 17 |
| | Palmworm beetles: <i>Rhynchophorus palmarum</i> , <i>R. phoenicis</i> , <i>Callipogon barbatus</i> | Larva | 7 - 36 |
| | Yellow mealworm (<i>Tenebrio molitor</i>) | Larva | 14 - 25 |
| | Crickets | Adult | 8 - 25 |
| | Termites | Adult | 13 - 28 |
| Cattle | | Beef (raw) | 19 - 26 |
| Reptiles (cooked) | Turtles: <i>Chelodina rugosa</i> , <i>Chelonia depressa</i> | Flesh | 25 - 27 |
| | | Intestine | 18 |
| | | Liver | 12 - 27 |
| | | Heart | 17 - 23 |
| Fish (raw) | Finfish | Tilapia | 16 - 19 |
| | | Mackerel | 16 - 28 |
| | | Catfish | 17 - 28 |
| | Crustaceans | Lobster | 17 - 29 |
| | | Prawn (Malaysia) | 16 - 19 |
| | | Shrimp | 13 - 27 |
| Molluscs | | Cuttlefish, squid | 15 - 18 |

Tabella 4 - Cambiamento del contenuto proteico della cavalletta *Zonocerus variegatus* nei vari stadi di sviluppo (Fonte: Ademolu, Idowu e Olatunde, 2010).

| Stadio | Proteine (% peso vivo) |
|---------|------------------------|
| Instar: | |
| First | 18,3 |
| Second | 14,4 |
| Third | 16,8 |
| Fourth | 15,5 |
| Fifth | 14,6 |
| Sixth | 16,1 |
| Adult | 21,4 |

Tabella 5 - Aminoacidi limitanti e loro punteggio aminoacidico nei principali ordini di insetti (Fonte: Bukkens, 2005; Belluco, 2009).

| Ordine | Aminoacido limitante | Punteggio aminoacidico |
|-------------|----------------------|------------------------|
| Lepidoptera | Ile-Leu-Trp-Lys | 0 - 100 |
| Coleoptera | Trp | 46 - 74 |
| Orthoptera | Trp-Lys | 55 - 90 |
| Hymenoptera | Trp | 55 - 73 |
| Isoptera | Thr-Lys-Trp | 61 - 81 |
| Hemiptera | Lys-Trp | 9 - 74 |
| Diptera | Trp-Leu | 0 - 100 |

Tabella 6 - Contenuto in grassi e acidi grassi di alcune specie commestibili raccolte in Camerun (Fonte: Womeni et al., 2009 MUFA: monounsaturated fatty acids, PUFA: Polyunsaturated fatty acids, SFA: saturated fatty acids).

| Specie commestibile (% sulla sostanza secca) | Contenuto in acidi grassi | Composizione acidi grassi (%) | SFA, MUFA or PUFA |
|--|---------------------------|---|--------------------------------------|
| African palm weevil (<i>Rhynchophorus phoenicis</i>) | 54% | Palmitoleic acid (38%) Linoleic acid (45%) | MUFA PUFA |
| Edible grasshopper (<i>Ruspolia differens</i>) | 67% | Palmitoleic acid (28%) Linoleic acid (46%) α -Linoleic acid (16%) | MUFA PUFA PUFA |
| Variegated grasshopper (<i>Zonocerus variegates</i>) | 9% | Palmitoleic acid (24%) Oleic acid (15%) Linoleic acid (21%) α -Linoleic acid (15%) γ -Linoleic acid (23%) | MUFA MUFA PUFA PUFA PUFA |
| Termites (<i>Macrotermes</i> sp.) | 49% | Palmitic acid (30%) Oleic acid (48%) Stearic acid (9%) | SFA MUFA SFA |
| Saturniid caterpillar (<i>Imbrasia</i> sp.) | 24% | Palmitic acid (8%) Oleic acid (9%) Linoleic acid (7%) α -Linoleic acid (38%) | SFA MUFA PUFA PUFA |

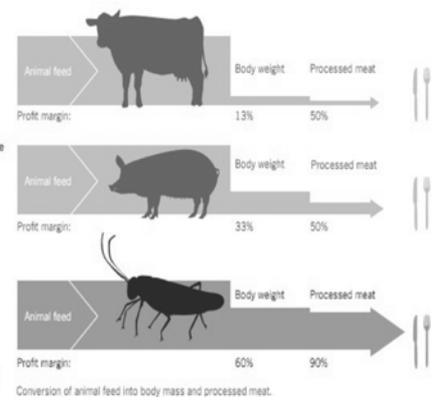
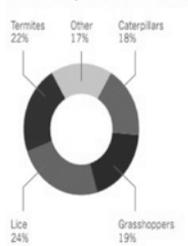
Indice di conversione alimentare

Tabella 8 - indici di efficienza di conversione alimentare della specie *Acheta domesticus* e di altre specie di vertebrati comunemente allevate (Fonte: Belluco, 2009).

| Specie | Autori e anno | ECI |
|-------------------|-----------------------------|-----|
| Acheta domesticus | Nakagaki e De Foliart, 1984 | 92 |
| | Collavo | 59 |
| Pollo | Meyer e Nelson, 1963 | 35 |
| | Lovell, 1979 | 48 |
| Suino | Meyer e Nelson, 1963 | 28 |
| | Lovell, 1979 | 31 |
| Bovino | Meyer e Nelson, 1963 | 16 |
| | Lovell, 1979 | 13 |

INSECTS AS FOOD

Most commonly eaten insects worldwide



Raccolta degli insetti in natura

- Competizione con altri predatori
- Eccessivo sfruttamento: possibili soluzioni da ricercare nelle culture indigene
- Danni all'habitat e cambiamenti climatici provocano ulteriore stress alle popolazioni selvatiche
- Rischi tossicologici

Allevare insetti

SEMI-COLTIVAZIONE: utilizzo delle conoscenze e del lavoro per migliorare la crescita e la qualità di un prodotto naturale

Pochissime specie di insetti sono state allevate in cattività con successo (baco da seta *Bombyx mori*, api, cocciniglia)



Impatto ambientale

Emissione di gas serra: solo blatte, termiti e coleotteri emettono metano (Metanobacteriacee)

Utilizzo d'acqua: notevolmente minore

- 1 kg di carne di pollo richiede 2300 litri d'acqua
- 1 kg di carne di maiale richiede 3500 litri d'acqua
- 1 kg di carne bovina richiede 22000 litri d'acqua

Minilivestock

specie animali vertebrate o invertebrate, che possono essere terrestri o acquatiche, tutte di peso inferiore ai 20 kg, che possono avere un potenziale importante sia dal punto di vista nutrizionale che economico (Hardouin, 1995)



Rischi microbiologici

Bacteria (intrinsic microbiota and extrinsic)

- Kenya: death from *Clostridium botulinum* from vacuum-packaged termites
- Namibia: death from *Clostridium botulinum* moths
- Antimicrobial resistance

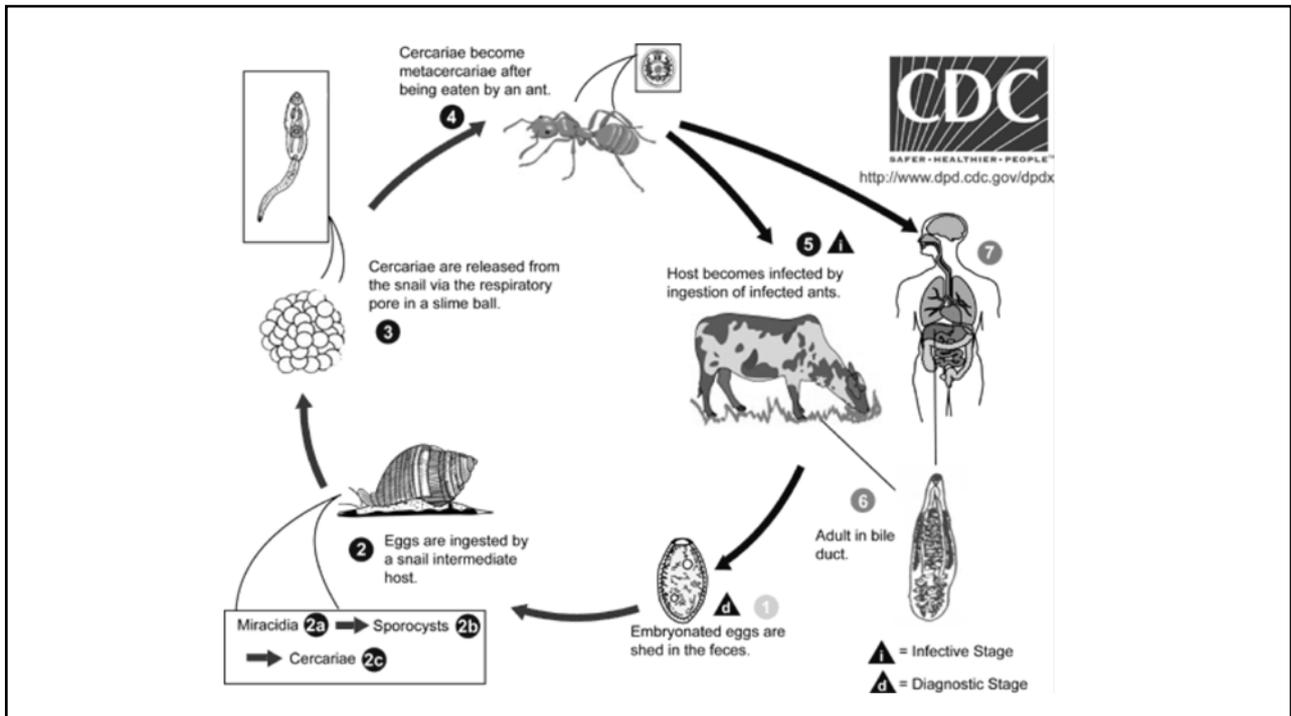
Viruses (*Arbovirus* - **AR**thropod-**BO**rne virus)

Fungi (*Aspergillus, Fusarium, Penicillium*)

Prions

Parassiti

- Frequenti episodi in Thailandia per consumo di insetti vivi
- Tripanosomiasi (Malattia di Chagas) (PEREIRA *et al.*, 2010)
- Gli insetti possono essere anche portatori di alcuni importanti patogeni di natura protozoaria come *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*, *Toxoplasma* spp. e *Sarcocystis* spp (GRACZYK *et al.*, 2005).
- *Dicrocoelium dendriticum* in formiche. Nel Kirgizstan è stata riscontrata una prevalenza dell'8%
- Trematodi *Lecitodendridi* e *Plagiorchidi* (Asia Orientale)
- *Gongylonema pulchrum* (localizzazione sottocutanea)



Rischi chimici

- Metalli pesanti
- Residui di pesticidi
- Tossine prodotte dagli insetti o che si accumulano in essi
- Ormoni e antibiotici

Allergeni

- Chitina: il secondo polisaccaride maggiormente presente in natura
- Tropomiosina: proteina contrattile che ha provocato casi di reazione allergica per contatto con insetti, crostacei e acari della polvere
- Cross-reattività
- China: oltre 1000 casi segnalati dopo consumo di bachi da seta bolliti o fritti
- E120: rosso carminio, possibili reazioni allergiche

| Ordine | Famiglia | Genus | Specie | Nome comune | Categoria di rischio | Potenziale di rischio |
|---------------|--------------------------------|---|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Coleotteri | Tenebrionidae | Tenebrio | <i>Tenebrio Molitor</i> | Verme della farina | Microbica | Alta carica batterica |
| | | Zw | <i>Zophobas morio</i> | Zophobas | Microbica | Alta carica batterica |
| | | Alphitobius | <i>Alphitobius diaperinus</i> | Maggiolino minore, Verme del bufalo | Microbica | Alta carica batterica |
| | | Tribolium | <i>Tribolium confusum</i> | Scarabeo confuso della farina | Chimico | Benzoquinons |
| | | Tribolium | <i>Tribolium confusum</i> | Coleottero rosso della farina | Chimico | Benzoquinons Benzoquinons |
| | Ulmoides (Palembus o Marziano) | <i>Ulmoides (Marziano o Palembus) dermesetoides</i> | ND | Chimico | Benzoquinons | |
| | Dytiscidae | ND | ND | Maggiolino | Chimico | Ormones |
| | nd ND | ND | ND | ND | Chimico | Sostanze Cianogenetiche |
| | Zygaenidae | Zygaena o Sintomis | ND | ND | Chimico | Sostanze Cianogenetiche |
| | Cerambycidae | Syllitus | ND | Cerambici longicorni | Chimico | Toluene |
| Meloidae | Lytta | <i>Lytta vesicatoria</i> | Mosca spagnola | Chimico | Cantharidine | |
| Chrysomelidae | Bruchus | <i>Bruchus lentis</i> | Tonchio delle lenticchie | Allergica | | |
| Odonata | ND | ND | ND | Anisoptera | Parassitario | Phaneropsolus bonnei |
| | ND | ND | ND | Zygoptera | Parassitario | Phaneropsolus bonnei |
| Ditteri | Muscidae | Musca | <i>Mosca domestica</i> | Mosca domestica | Microbica | Alta carica batterica |
| | Phoridae | Megaselia | <i>Megaselia scalaris</i> | Mosca gobbe; Mosca scattante | Parassitario | Miasis |
| | Dryomizidae | Dryomiza | <i>Dryomiza formosa</i> | ND | Parassitario | Miasis |
| | Syrphidae | Eristalis | <i>Eristalis tenax</i> | Mosche volanti | Parassitario | Miasis |
| | Stratiomyidae | Hermetia | <i>Hermetia illucens</i> | Mosche soldato | Parassitario | Miasis |
| | Sarcophagidae | Sarcophaga | <i>Sarcophaga peregrina</i> | ND | Parassitario | Miasis |
| | | | <i>Sarcophaga crassipalpis</i> | ND | Parassitario | Miasis |
| | Calliphoridae | Phormia | <i>Phormia regina</i> | Black blow fly, Nero blow fly | Parassitario | Miasis |

| | | | | | | |
|-------------|---------------|-------------|---|----------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| | Muscidae | Musca | <i>Mosca domestica</i> | Mosca domestica | Microbica | Alta carica batterica |
| | Phoridae | Megaselia | <i>Megaselia scalaris</i> | Mosca gobbe; Mosca scattante | Parassitario | Miasis |
| | Dryomizidae | Dryomiza | <i>Dryomiza formosa</i> | ND | Parassitario | Miasis |
| Ditteri | Syrphidae | Eristalis | <i>Eristalis tenax</i> | Mosche volanti | Parassitario | Miasis |
| | Stratiomyidae | Hermetia | <i>Hermetia illucens</i> | Mosche soldato | Parassitario | Miasis |
| | Sarcophagidae | Sarcophaga | <i>Sarcophaga peregrina</i> <i>Sarcophaga crassipalpis</i> | ND ND | Parassitario Parassitario | Miasis Miasis |
| | Calliphoridae | Phormia | <i>Phormia regina</i> | Black blow fly, Nero blow fly | Parassitario | Miasis |
| Ortotteri | Gryllidae | Acheta | <i>Acheta domesticus</i> | Grillo sasalingo | Microbica | Alta carica batterica |
| | | Sphenarium | | Cavalletta (chapulines) | Chimico | Lead Portare |
| Hemiptera | Reduvidae | Triatoma | | ND | Parassitario | Malattia di Chagas |
| | Arctidae | Lophocampa | <i>Lophocampa caryae</i> | Falena del tussock e della carya | Allergica | |
| | Saturniidae | Gomimbrasia | <i>Imbrasia Belina</i> | Verme del mopane | Allergica | |
| | Bombycidae | Bombyx | <i>Bombyx mori</i> | Baco da seta | Allergica | |
| Lepidotteri | Pyrilidae | Piraliini | <i>Galleria mellonella</i> | Falena del favo | Microbica | Alta carica batterica |
| | ND | ND | ND | ND | Chimico | Sostanze Cianogenetiche |
| | Notodontidae | Anaphe | <i>Anaphe venata</i> | D | Chimico | Thiaminase |
| | Noctuidae | Agrotis | <i>Agrotis infusa</i> | Falena del Bogong | Chimico | Arsenico |
| Blattaria | | Periplaneta | <i>Periplaneta americana</i> | Waterbug | Parassitario | Protozoi |
| | | Blatella | | Scarafaggio tedesco | Parassitario | Protozoi |

Legislazione

Principio di precauzione: Regolamento CE 178/02 "if potential risk from consumption of new food are identified, a premarket risk assessment has to be performed"

Ad oggi la legge in Italia prevede la commercializzazione solamente dei prodotti dell'alveare e del rosso carminio (E120)

Novel Food is defined as food that has not been consumed to a significant degree by humans in the EU prior to 1997, when the first Regulation on novel food came into force

REG (UE) 2283/2015

- Continuity with the Reg.(CE) 258/97
- Food Business Operators shall provide the necessary information to the Member State where they intend to place the novel food.
- Union list including the novel food authorised.
- It shall apply from 1 January 2018
- Specific rules for traditional foods from third countries