



Gli insetti



Prof.ssa Annalisa Serio
A.A. 2023-2024

RIPRODUZIONE NON CONSENTITA SENZA L'ESPLICITO CONSENSO DELLA DOCENTE

INSETTI?



INSETTI!



Gli insetti dannosi nelle aziende alimentari:



Piophila casei

Specie detritivora, si ciba di materiale in via di decomposizione, si trova spesso cibarsi a spese di carne essiccata o lavorata (compresi i prosciutti crudi, le pancette e la carne di manzo salata), pesce affumicato e formaggi stagionati (in generale su prodotti ad alto contenuto proteico)

Piophilidae



Danni

Lo stadio responsabile del danno è quello di larva. Scanalature e piccole gallerie sono il prodotto del nutrimento delle larve di prima età, i formaggi infestati presentano parti molli e infossate, i prodotti carnei presentano delle goccioline di grasso che sgorgano dalla parte attaccata. Le larve appena nate scavano gallerie in superficie per poi passare negli strati profondi della derrata, rendendola inutilizzabile.

Impatto economico

L'attacco da parte di Piophilidae nei gambi di prosciutto avviene nella stragrande maggioranza dei casi in prossimità dell'osso. Per questo motivo, per evitare di dover distruggere completamente le cosce, si procede al disosso e di conseguenza ad una vendita in tranci del prosciutto. Questo porta ad una consistente perdita economica.



Piophila casei

Curiosità

Esemplari di *Piophila casei* sono stati rinvenuti su mummie egiziane. La loro caratteristica di cibarsi anche di materiale in decomposizione fa sì che siano prese in considerazione in Entomologia forense per determinare il momento della morte.

Sono larve di *Piophila casei* quelle che si rinvergono nel formaggio sardo “casu marzu” e in quello piacentino “fumai nis”, così come nell’aquilano “marcetto”, tutti non commercializzabili

Sitophilus granarius



Piccolissimo coleottero (2,5-5 mm) della famiglia dei curculionidae, di colore nero-brunastro. Esso è caratterizzato dal particolare capo allungato e stretto detto rostro, alla cui estremità è riportato l'apparato boccale di tipo masticatore.

Sitophilus granarius

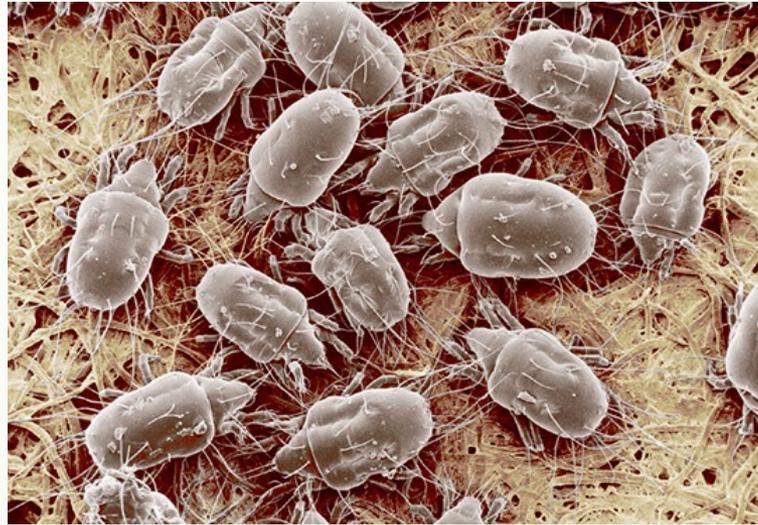


Gli adulti, con il loro apparato boccale masticatore, forano le cariossidi per deporre le uova, ma anche per cibarsene. Le larve le svuotano completamente dall'interno al fine di accrescersi.

Per i comportamenti caratteristici della specie, l'infestazione non è facilmente e tempestivamente individuabile, pertanto spesso i danni sono piuttosto gravi; restano solo gli involucri delle cariossidi (N.B. all'interno della cariosside c'è il germe, ricco di proteine fondamentali per la pastificazione) e una specie di sfarinato composto dagli escrementi.

Tyrophagus putrescentiae

acaro del prosciutto



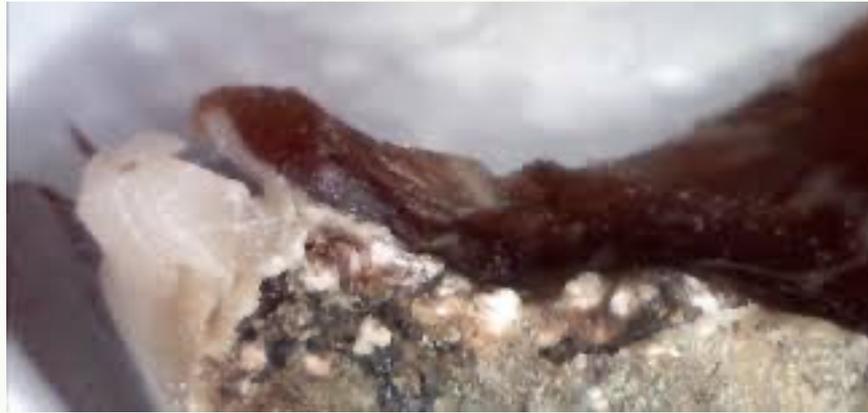
In natura questo acaro vive in nidi di uccelli, di topi e apoidei selvatici come i bombi (impollinatori). Si tratta di specie saprofaga e micetofaga, si nutre di materiale in decomposizione sia animale sia vegetale e a spese di muffe.

Tollera poco le basse temperature, ma le ninfe (stadio giovanile) possono ridurre il loro metabolismo e in questo modo superare le condizioni avverse.

Una femmina in condizioni favorevoli (circa 23°C UR 87%) depone circa 400 uova ogni 2-3 settimane (velocità di riproduzione elevatissima).

Tyrophagus putrescentiae

acaro del prosciutto

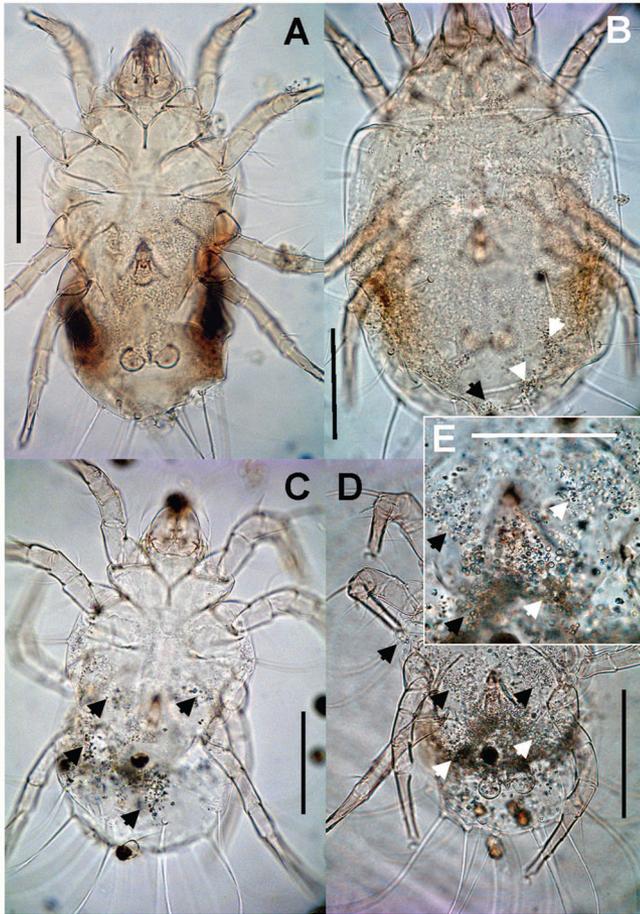


Particolarmente temuti nell'industria di trasformazione e conservazione.

Gli alimenti attaccati sono inutilizzabili anche quando l'attacco è modesta entità poiché distruggono il substrato e lo modificano causando ad esempio un aumento di umidità e di temperatura, rilasciando sostanze azotate, condizioni che facilitano l'insediarsi di altri acari e microrganismi che a loro volta comportano danni.

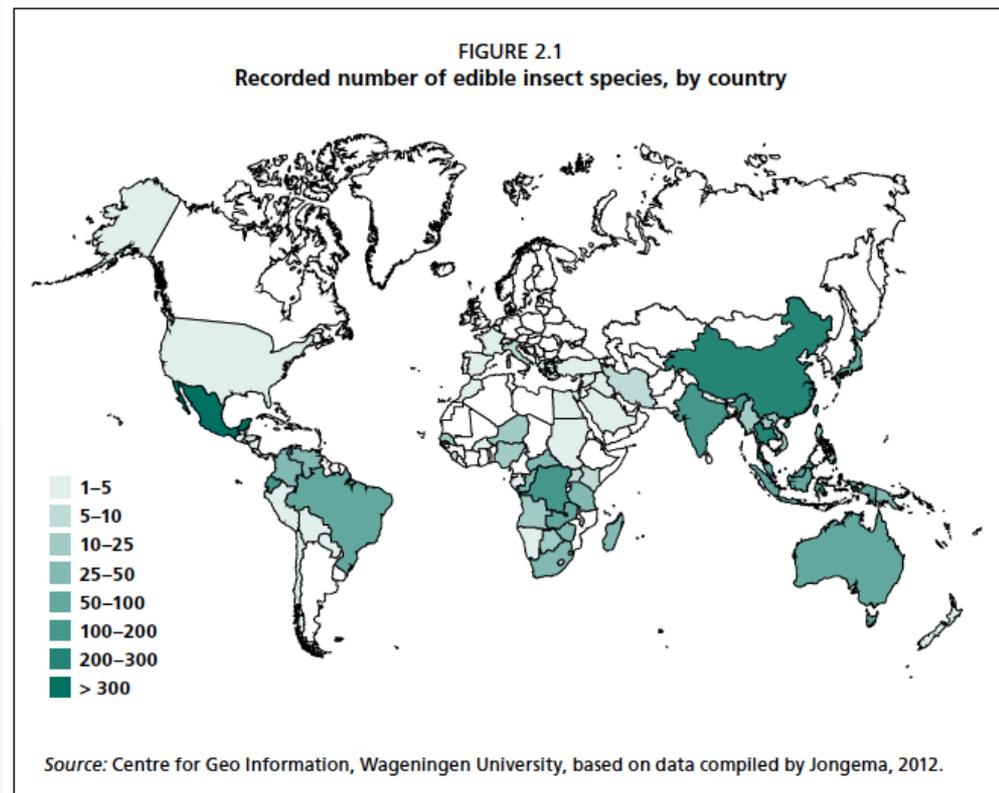
Tyrophagus putrescentiae

acaro del prosciutto



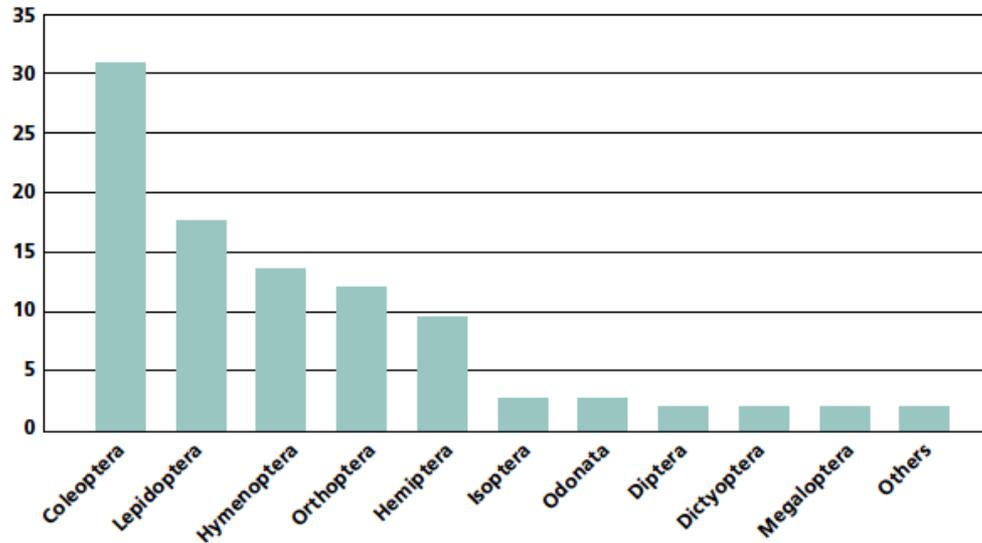
Dalla letteratura sono note associazioni tra *Tyrophagus putrescentiae* e microrganismi patogeni come *Klebsiella* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* e *Candida albicans*.

MA...



Insects are often considered a nuisance to human beings and mere pests for crops and animals. Yet this is far from the truth. Insects provide food at low environmental cost, contribute positively to livelihoods, and play a fundamental role in nature. However, these benefits are largely unknown to the public. Contrary to popular belief, insects are not merely “famine foods” eaten in times of food scarcity or when purchasing and harvesting “conventional foods” becomes difficult; many people around the world eat insects out of choice, largely because of the palatability of the insects and their established place in local food cultures.

FIGURE 2.2
Number of insect species, by order, consumed worldwide



Note: total number = 1 909.
Source: Jongema, 2012.

Source: Yhoun-Aree and Viwatpanich, 2005.

Availability of edible insects in Thailand, by month

Month	Insect
January	Grasshopper, tortoise beetle, skipper
February	Adult red ant, dung beetle, scarab beetle, stink bug
March	Cicada, termites, dung beetles
April	Dung beetle, grasshopper
May	Ground cricket
June	Giant water bug, wood-boring beetle, predaceous diving beetle
July	Back swimmer, crawling water beetle, damselfly, spider
August	Bee hornet, wasp, beetle
September	Rhinoceros beetle, spider
October	Cricket
November	Long-horned beetle
December	Mole cricket, river swimmer, true water beetle, water scavenger beetle, water scorpion beetle



DAWN STABIN

A variety of insects for sale as street food in Bangkok, Thailand



AFTON HALLORAN

Insect snacks and candies for sale, Canada

Dal 1 Gennaio 2018 il Regolamento Ue sui Novel Food, considera gli insetti una nuova fonte di alimentazione.

Il Ministero della Salute in una nota informativa precisa che in Italia è per ora vietata la vendita di prodotti derivati da grilli e locuste.

“L'autorizzazione di un novel food deve essere richiesta alla Commissione europea, seguendo le linee guida recentemente pubblicate dall'Efsa”.

Tuttavia alcuni stati membri dell'UE hanno interpretato a proprio modo il Reg. (CE) 258/97 e hanno escluso dalla definizione di “Novel Food” gli insetti ammettendone, dopo alcune valutazioni del rischio, la distribuzione nel loro territorio. Esempi sono l'Olanda e il Belgio, dove prodotti a base di insetto sono in vendita nei supermercati già da diverso tempo.

Le specie commestibili

Nel mondo si consumano più di 1.900 specie di insetti. Probabilmente grilli, cavallette e tarme della farina saranno tra le prime specie a comparire sulle nostre tavole.

I criteri di introduzione delle specie edibili in Europa saranno definiti a partire dalle liste già compilate da alcuni Stati membri, e sulla base degli insetti di cui è più facile dimostrare il consumo tradizionale in Paesi terzi.

Probabilmente grilli, cavallette e tarme della farina saranno tra le prime specie a comparire sulle nostre tavole.

Gli insetti più comunemente consumati come alimento sono:

coleotteri (31%);

lepidotteri (bruchi, 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%).

E infatti...



Tommaso Lecca

04 maggio 2021 15:11



ATTUALITÀ

In Ue si potranno mangiare i vermi: ok alla tarma della farina, il primo insetto autorizzato per il consumo umano

Dagli snack ai biscotti passando per gli hamburger, sono varie le possibilità di trasformazione del nuovo alimento, che dopo l'ok dell'Efsa ha ricevuto il via libera definitivo dagli Stati membri

Si parla di

alimenti

approvazione

cibo

efsa

vermi



I vermi della farina. Foto: Commons.wikimedia .com

Gli Stati membri dell'Ue hanno autorizzato la commercializzazione come alimento delle larve gialle essiccate del tenebrione mugnaio, meglio note come tarme della farina. E' il primo ok dell'Ue a un insetto come alimento, che arriva a seguito della valutazione scientifica da parte dell'Efsa.

La prima approvazione di un insetto per il consumo umano è infatti arrivata a **giugno 2021**. Si tratta della **larva del coleottero *Tenebrio molitor***, cioè la comune tarma della farina. L'animale può essere commercializzato e consumato dopo un processo di essiccazione e si può trovare intero oppure ridotto in polvere. La larva però può anche essere utilizzata come ingrediente per la produzione di alimenti, come pasta, biscotti o prodotti proteici anche insieme ai legumi.

Dopo soli cinque mesi, a **novembre 2021**, è arrivata anche una seconda approvazione. Questa volta è stato il turno della **locusta (*Locusta migratoria*)**. L'animale può essere venduto essiccato, congelato o in polvere, mentre i prodotti alimentari in cui può essere contenuto sono davvero numerosi. Come sostituto della carne può infatti trovarsi in alimenti specifici e salsicce, ma anche in prodotti a base di patate, legumi, pasta, latte concentrato e in minestre, ortaggi in vasetto, insalate, frutta secca e semi. La locusta può essere persino un ingrediente di prodotti dolci a base di cioccolato e bevande alcoliche.

Ma non c'è due senza tre. La terza approvazione era infatti nell'aria e si è concretizzata a **febbraio 2022**, con l'aggiunta del **grillo domestico (*Acheta domesticus*)** alla lista degli insetti autorizzati per il consumo umano. Essiccato, congelato o in polvere, anche in questo caso l'animale si potrà trovare anche all'interno di numerose preparazioni alimentari. La lista annovera gli stessi prodotti in cui può essere impiegata la locusta, con alcune novità. Il grillo infatti si può trovare anche in prodotti che contengono carne, in salse, snack e barrette, pizze, prodotti da forno, pane e panini, paste ripiene.



La storia in UE

Nuovi alimenti, l'Unione europea approva un quarto insetto commestibile



Publicato il: 19 Gennaio 2023

Redazione AboutPharma

Un quarto insetto si aggiunge alla lista dei nuovi alimenti autorizzati dall'Ue. Dal 26 gennaio potranno essere commercializzate nell'Unione le larve del verme della farina minore (*Alphitobus diaperinus*) congelate, in pasta, essiccate. L'autorizzazione,

INSETTI COME OPPORTUNITA' AMBIENTALE E ALIMENTARE

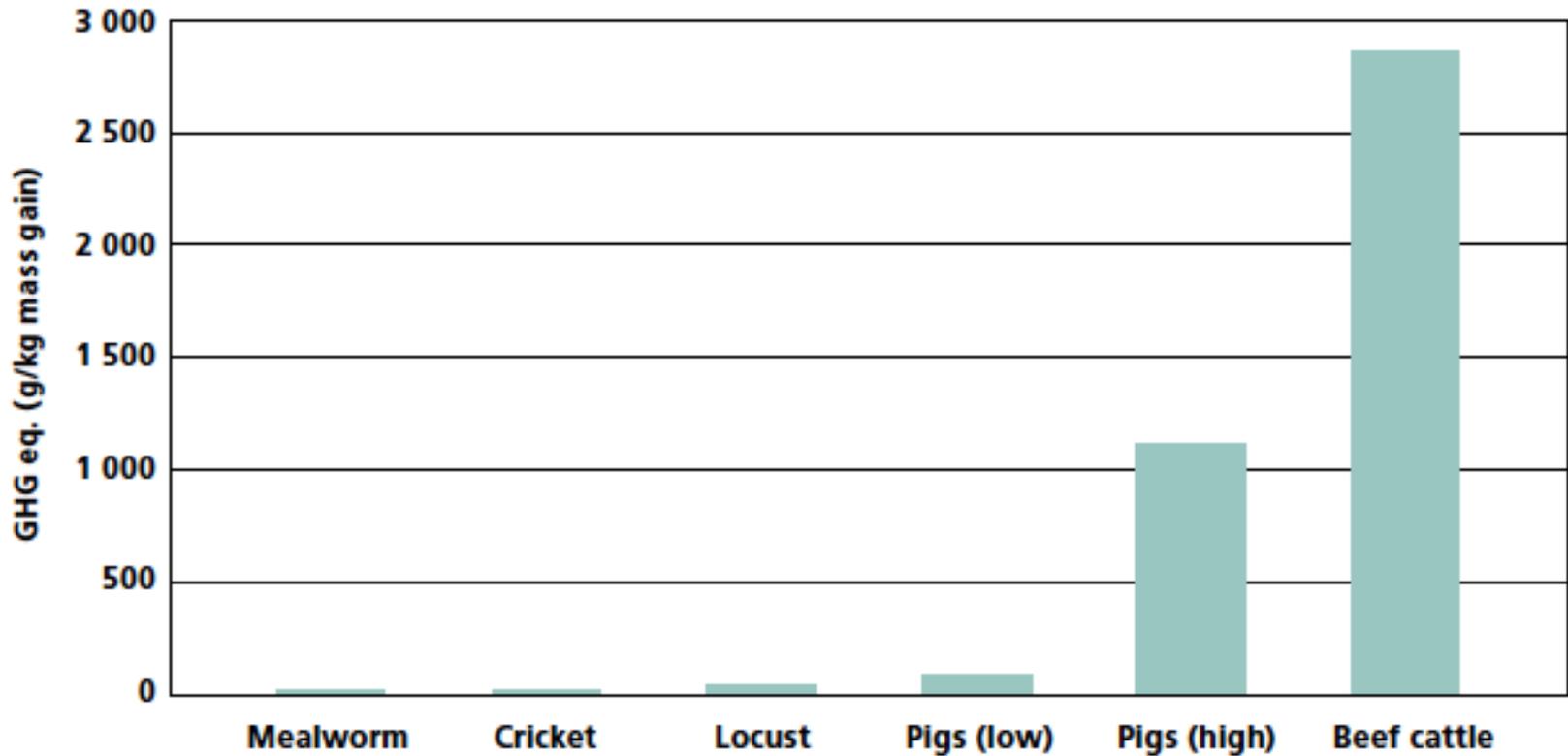
- Elevato indice di conversione alimentare (es. i grilli richiedono 2 Kg di alimento per 1 Kg di incremento ponderale)
- Riduzione contaminazione ambientale
- Scarse emissioni di CO₂
- Scarso consumo di acqua
- Ridotto rischio di trasmissione di infezioni zoonotiche (dubbio “patogeni emergenti”)
- Variabilità stagionale e relativa agli stadi di crescita (consumo di uova, larve, adulti)
- In generale profilo nutrizionale di alto valore e... potere antiossidante!



GHG = gas a effetto serra

FIGURE 5.7

Production of GHGs and ammonia per kg of mass gain for three insect species, pigs and beef cattle



Source: Oonincx et al., 2010.

Crude protein content, by insect order

Insect order	Stage	Range (% protein)
Coleoptera	Adults and larvae	23 – 66
Lepidoptera	Pupae and larvae	14 – 68
Hemiptera	Adults and larvae	42 – 74
Homoptera	Adults, larvae and eggs	45 – 57
Hymenoptera	Adults, pupae, larvae and eggs	13 – 77
Odonata	Adults and naiad	46 – 65
Orthoptera	Adults and nymph	23 – 65

Source: Xiaoming et al., 2010.

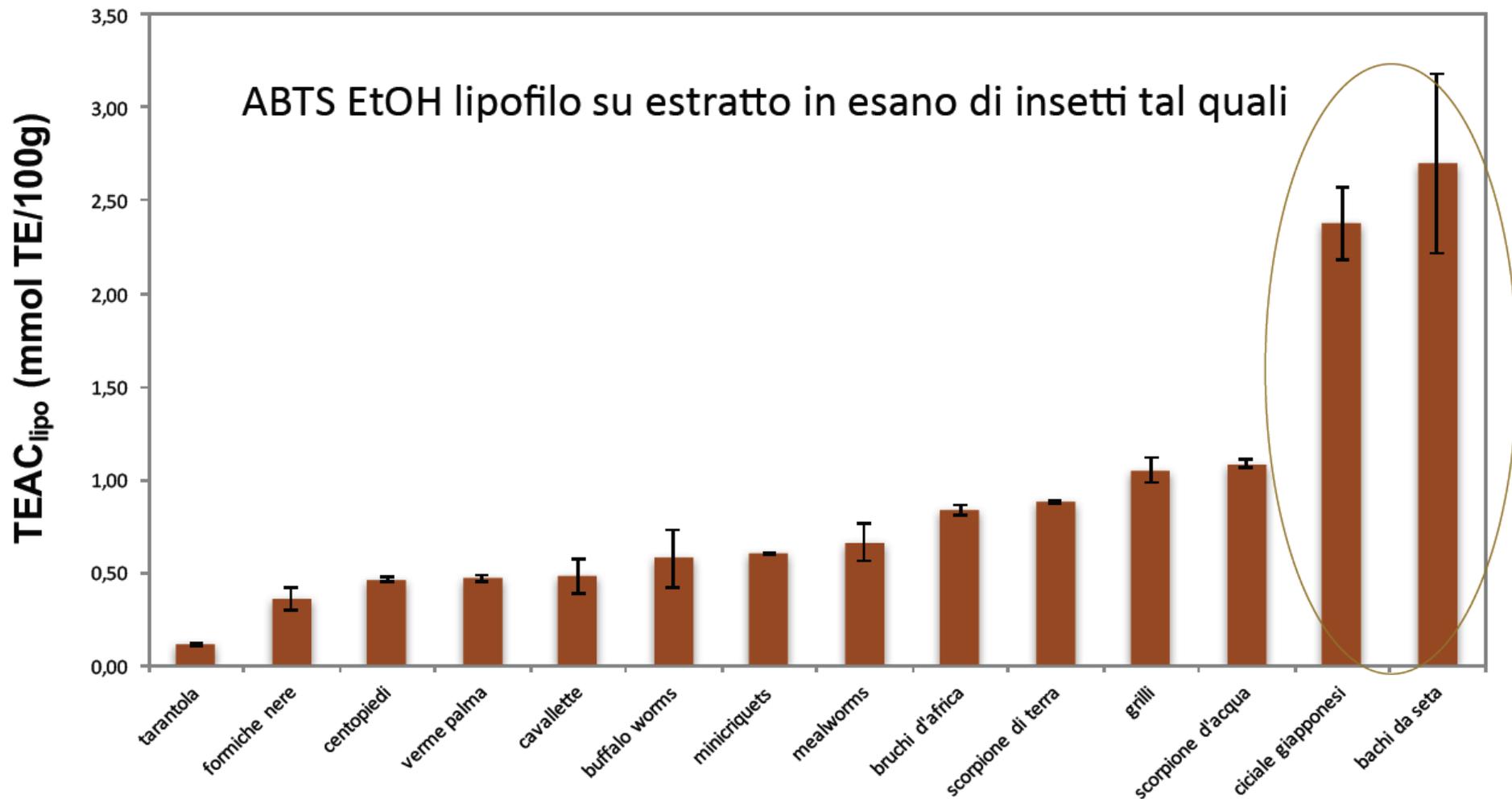
Fat content and randomly selected fatty acids of several edible insect species consumed in Cameroon

Edible insect species	Fat content (% of dry matter)	Composition of main fatty acids (% of oil content)	SFA, MUFA or PUFA1
African palm weevil (<i>Rhynchophorus phoenicis</i>)	54%	Palmitoleic acid (38%)	MUFA
		Linoleic acid (45%)	PUFA
Edible grasshopper (<i>Ruspolia differens</i>)	67%	Palmitoleic acid (28%)	MUFA
		Linoleic acid (46%)	PUFA
		α -Linolenic acid (16%)	PUFA
Variegated grasshopper (<i>Zonocerus variegates</i>)	9%	Palmitoleic acid (24%)	MUFA
		Oleic acid (11%)	MUFA
		Linoleic acid (21%)	PUFA
		α -Linolenic acid (15%)	PUFA
		γ -Linolenic acid (23%)	PUFA
Termites (<i>Macrotermes</i> sp.)	49%	Palmitic acid (30%)	SFA
		Oleic acid (48%)	MUFA
		Stearic acid (9%)	SFA
Saturniid caterpillar (<i>Imbrasia</i> sp.)	24%	Palmitic acid (8%)	SFA
		Oleic acid (9%)	MUFA
		Linoleic acid (7%)	PUFA
		α -Linolenic acid (38%)	PUFA

Note: 1SFA – saturated fatty acids; MUFA and PUFA – mono and poly unsaturated fatty acids.

Source: Womeni et al., 2009.

ABTS EtOH lipofilo su estratto in esano di insetti tal quali



IMPIEGO IN AMBITO ALIMENTARE

Consumo interi, in forma granulata o in pasta.

Possibile estrazione di costituenti (proteine, grassi, minerali, vitamine, chitina) allo stato attuale costosa, ma fattibile.

Sicurezza
microbiologica

Allergie



Tossicità

Residui chimici o
comp. inorganici



New Larger Size - 90 Gram Snack Bag - Cleaned Crickets (very few legs) - farm raised for human consumption

Over 45 grams of protein per package. An excellent source of chitin which is a prebiotic fiber that is nutrition for probiotics. Crickets offer a very bio-available source of vitamins and minerals including iron, calcium, Omega 3 and 6, B12, BCAA's, and more.

Whole roasted crickets have a nice crunch that can be a great addition to many dishes. They are dry enough to be a tasty finger food or they can be crushed and added as an ingredient. They have a mild taste and a nice crunch.

All insects are farmed using high quality grain. Non GMO | No Hormones | No Pesticides
Good for You and Good for the Planet



High Protein Premium Cricket Powder (flour) (1/2 LB)

Sustainably produced cricket protein from 100% humanely raised house crickets (*Acheta domesticus*)

Used in protein shakes, brownies, pancake mixes and other baked goods for a sustainable protein boost!

Bud's Cricket Powder is about 65% protein has more omega-3s and vitamin B12 than salmon.

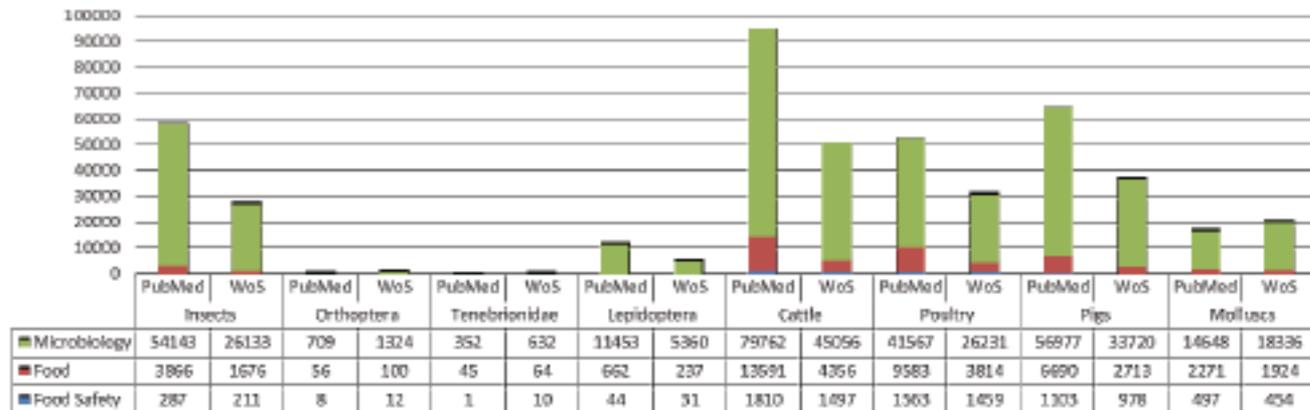
Raised and traded in a fair trade model. So this product is good for everyone!!

ALLERGY WARNING: If you suffer from a shellfish/crustacean allergy, you may be sensitive to this product. While this product does not contain shellfish, insects are arthropods and are distant relatives of shellfish. Therefore, more research is needed in the field of allergens of edible insects.

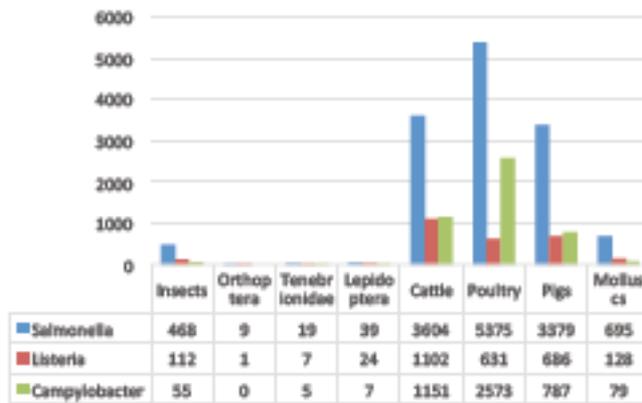


E il microbiota degli insetti?

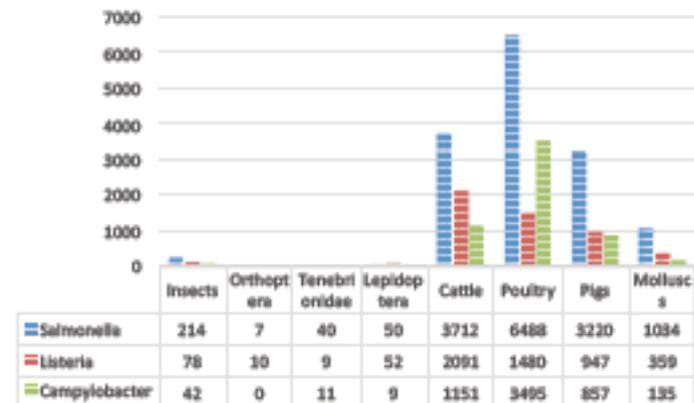
Hazard identification and characterization



PUBMED



WEB OF SCIENCE



ABSENCE OF EVIDENCE IS NOT EVIDENCE OF ABSENCE

Insect Sample	Treatment	Total Aerobic Count	Statistical Analyses	Yeasts and Molds	Statistical Analyses
Freshly killed mealworm (EF)	no treatment	8.58 ± 0.07 ^a	$F_{3,7} = 1538.58;$ $p < 0.001$	4.70 ± 0.46 ^a	$F_{3,7} = 23.18;$ $p = 0.005$
	1 min blanching	4.64 ± 0.07 ^b		< 1.0 ± 0.00 ^b	
	sterilized	3.34 ± 0.06 ^c		< 1.0 ± 0.00 ^b	
Freeze-dried mealworm (EF)	no treatment	4.47 ± 0.12 ^b		< 1.0 ± 0.00 ^b	

Table 1. Effect of different treatments on the Total Aerobic Count (TAC) and Yeasts and Molds (Y&M) of fresh and freeze-dried insects from Democratic Republic of Congo (DRC) and Belgium (n = 3; confidence interval; F = F statistic; p: significance level; EF = fresh; DRC = bought already processed).

Tutti i campioni non trattati hanno una carica aerobia totale superiore al limite per le carni fresche macinate (6.7 log cfu/g)!

in Belgium (n = 3; confidence interval; F = F statistic; p: significance level; EF = fresh; DRC = bought already processed).

Insect Sample	Treatment	Total Aerobic Count	Statistical Analyses	Yeasts and Molds	Statistical Analyses
Freshly killed house cricket (EF)	no treatment	7.97 ± 0.10 ^a	$F_{3,7} = 904.32;$ $p < 0.001$	4.80 ± 0.29 ^a	$F_{3,7} = 69.31;$ $p = 0.001$
	4 min blanching	4.39 ± 0.01 ^b		< 1.0 ± 0.00 ^b	
	Sterilized	3.74 ± 0.14 ^c		< 1.0 ± 0.00 ^b	
Freeze-dried house cricket (EF)	No treatment	4.05 ± 0.07 ^{bc}		< 1.0 ± 0.00 ^b	
Smoked termite (DRC)	No treatment	7.48 ± 0.04 ^a	$F_{1,3} = 365.95;$ $p = 0.003$	5.62 ± 0.32 ^a	$F_{1,3} = 632.06;$ $p = 0.002$
	1 min blanching	4.45 ± 0.22 ^b		< 1.0 ± 0.00 ^b	
Smoked yellow Bingula caterpillar (DRC)	no treatment	6.84 ± 0.10 ^a	$F_{1,3} = 285.33;$ $p = 0.003$	3.58 ± 0.18 ^a	$F_{1,3} = 836.18;$ $p = 0.001$
	5 min blanching	3.64 ± 0.25 ^b		< 1.0 ± 0.00 ^b	
Smoked Mikwati caterpillar (DRC)	no treatment	7.63 ± 0.01 ^a	$F_{1,3} = 1.07;$ $p = 0.410$	5.67 ± 0.10 ^a	$F_{1,3} = 6726.25;$ $p < 0.001$
	5 min blanching	7.32 ± 0.43 ^a		< 1.0 ± 0.00 ^b	

1. Rischio infezioni parassitarie, come nel caso della trasmissione del *Dicrocoelium dendriticum*, l'infezione è data dall'ingestione di formiche parassitate. In diversi parti del mondo, si è riscontrato nell'uomo con localizzazione sottocutanea, infestazioni dal nematode *Gongylonema pulchrum*.



1. Cariche variabili di Enterobacteriaceae.

Belluco et al., 2015



All'inizio sintomatologia simil-influenzale con febbre.

Fonte: wikipedia

Table 2. Bacteriological and fungal counts (lg cfu/g) of living and dead edible insects.¹

Species	Sample	Total bacterial count		<i>Enterobacteriaceae</i>		Staphylococci ²		Yeasts and moulds		Bacilli	
		$x_g \pm sd$	n	$x_g \pm sd$	n	$x_g \pm sd$	n	$x_g \pm sd$	n	$x_g \pm sd$	n
<i>Blaptica dubia</i>	alive					2.7	1	3.2	1		
<i>Acheta domesticus</i>	alive	7.5±0.4	2	7.0±0.2	2	5.8±1.2	2	neg.	2	3.5±5.0	2
	dead	7.7	1	6.7	1	6.2	1	5.4	1	neg.	1
	substrate	7.6	1	5.7	1	6.3	1	4.0	1	neg.	1
<i>Gryllus assimilis</i>	alive	7.3±0.1	3	7.4±0.4	3	5.7	1	4.4±0.2	3	7.1	1
	substrate	6.3	1					3.3	1	6.7	1
<i>Gryllus bimaculatus</i>	alive	6.8±0.8	2	7.1±0.0	2	3.6	1	5.4±1.0	2	7.1±0.0	2
	substrate	4.3	1					3.6	1		
<i>Locusta migratoria</i>	alive	5.9±0.7	11	5.7±0.7	11	5.0±0.6	9	5.2±0.5	10	6.3±0.5	4
	dead	8.4±0.1	4	7.6±1.2	5					3.7±5.3	2
	substrate	6.5±1.1	3	6.5±1.2	2	4.5	1	5.5±0.1	2	7.2±0.4	3
	carton	5.8±1.6	2	5.8±0.8	2	4.8	1	4.2	1	7.0	1
<i>Chilecomadia moorei</i>	alive	6.8	1	6.3±0.2	2	neg.	1	4.6	1	7.2±0.1	2
	substrate	6.8±1.3	2	7.0±0.7	2	neg.	2	3.8±0.2	2	7.5±1.6	2
<i>Galleria mellonella</i>	alive	6.8	1	6.4±0.6	5	3.5	1	4.0±2.1	2	6.0±0.3	4
<i>Pachnoda marginata</i>	alive	7.0±0.5	3	6.9±0.7	3	4.3±0.9	3	4.4±0.3	3	6.9±0.4	3
	substrate	7.1±0.0	2	7.4±0.8	2	2.3±3.3	2	4.8±0.6	2	6.9±0.1	2
<i>Tenebrio molitor</i>	alive	6.9±1.0	4	6.6±0.8	4	6.1±0.9	4	4.8±0.9	4	6.5±1.3	2
	dead	7.0	1	7.2	1	5.6	1	5.2	1	6.4	1
	substrate	7.8	1	7.2	1	6.6	1	4.5	1	7.1	1
<i>Zophobas morio</i>	alive	6.8±0.2	3	6.7±0.2	3	3.8±3.8	3	1.7±2.9	3	4.5±3.9	3
	substrate	6.5	1	neg.	1	neg.	1	4.0	1	neg.	1
<i>Apis mellifera</i>	alive	5.7	1	5.344	1			4.4±1.3	2		

¹ x_g = (geometric) means; sd = standard deviations.

² Coagulase-negative.

Table 3. Microorganisms encountered in edible insects and their risk potential for the human consumer (Fotedar *et al.*, 1991; Grabowski *et al.*, 2011; Jay *et al.*, 2005; Miller and Mrak, 1953; Moreira *et al.*, 2005; Mpuchane *et al.*, 2000; Šrámová *et al.*, 1992; Suh *et al.*, 2005; Tanada and Kaya, 1993).

Microorganism	Occurrence in insects	Potential risk
<i>Bacillus subtilis</i>	dried edible saturniid caterpillars	opportunistic, spoilage
Coliform bacteria	processed grasshoppers	hygiene indicator, spoilage
<i>Enterobacter cloacae</i>	acidid grasshoppers, flies, hymenopterans, tenebrionid beetles, cockroaches	opportunistic, nosocomial, 'traveller's diarrhoea'
<i>Morganella morganii</i>	flies	opportunistic, scombroid poisoning, spoilage
<i>Proteus</i> spp.	insects in general	opportunistic, nosocomial, spoilage
<i>Serratia</i> spp.	insects in general	opportunistic, nosocomial, spoilage
<i>Serratia liquefaciens</i>	acidid grasshoppers	opportunistic, spoilage
<i>Pseudomonas</i> spp.	insects in general	opportunistic, spoilage
Coagulase-negative staphylococci	insects in general	opportunistic
<i>Geotrichum</i> spp.	beetles	opportunistic, spoilage
<i>Candida albicans</i>	insects in general	candidiasis, spoilage
<i>Issatchenkia orientalis</i>	beetles	candidiasis, spoilage
<i>Trichosporon</i> spp.	beetles	opportunistic, spoilage

Process hygiene criteria for insects include three different aerobic bacterial count recommendations (<6.7 lg cfu/g in general, <4.0 lg cfu/g after cooling, and <6.0 lg cfu/g at the counter), two different *Enterobacteriaceae* count recommendations (<2.0 lg cfu/g after cooling and <3.0 lg cfu/g at the counter), one for *E. coli* (<1.0 lg cfu/g), and one for coagulase-positive staphylococci (<3.0 lg cfu/g).

Samples from dead insects did not meet the requirements. As dead and living animals were eventually taken from one and the same package, the degree of hygiene which depends on the supplier is not responsible for the variability of results. It was more likely due to varying degrees of putrefaction. This is why dead insects should be excluded from the food insect harvest in the first place.

5. Conclusions

Edible insects as sold from German pet shops are, by law, not intended for human consumption. Still, they are used by entomophagy aficionados in view of no other provider of living insects at hand (or if prices of providers declaring 'production observing food hygiene standards' are perceived as too high). The present survey showed that food hygiene criteria are met by these raw insects, while some of the process hygiene criteria are not, particularly the *Enterobacteriaceae* counts and, to a lesser extent, TBC. Like other foodstuffs, insect may contain (opportunistic) pathogenic and spoilage agents. This is why the worldwide tradition of heating insects thoroughly before consumption should be continued also if insects are reared on a commercial scale.

Sono presenti patogeni negli insetti?

Assenza di *L. monocytogenes*, *Salmonella*, *Ps. aeruginosa*, *Coxiella burnetii*, *E. coli* (STEC)

Table 2
Sequencing results of the bands excised from the bacterial denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE) gels.

Samples	Closest relative	% Ident. ^a	Acc. No. ^b
Silkworm pupae	<i>Geobacillus</i> spp.	100	DQ119662
	<i>Corynebacterium</i> spp.	100	KU133332
	<i>Bacillus cereus</i>	97	GQ495095
	<i>Bacillus lehensis</i>	97	KR140380
	<i>Paenibacillus apiarius</i>	97	NR_114809
Rhino beetles	<i>Bacillus simplex</i>	97	KC595864
	<i>Propionivibrio limicola</i>	76	NR_025455
	<i>Corynebacterium mustelae</i>	84	NR_116621
	<i>Alloiococcus otitis</i>	74	NR_113771
	<i>Herbaspirillum lusitanum</i>	79	NR_028859
Black ants	<i>Pseudomonas indica</i>	97	NR_028801
	<i>Lysobacter xinjiangensis</i>	82	NR_116465
	<i>Acinetobacter generi</i>	94	NR_028852
	<i>Pseudomonas taeanensis</i>	97	NR_116651
	<i>Pseudomonas aestusnigri</i>	87	NR_126210
	<i>Pseudomonas</i> spp.	97	KX270014
	<i>Pseudomonas</i> spp.	97	AB812783
	<i>Gamma proteobacterium</i>	89	HQ663267
	<i>Pseudomonas benzenivorans</i>	97	NR_116904
	<i>Pseudomonas</i> spp.	97	KX270014
	Mole crickets	<i>Bacillus cytotoxicus</i>	97
<i>Bacillus cytotoxicus</i>		98	NR_074914
Winged termite alates	<i>Bacillus cytotoxicus</i>	98	NR_074914
Giant waterbugs	<i>Vibrio hangzhouensis</i>	97	NR_044396
	<i>Vibrio diazotrophicus</i>	97	NR_026123
	<i>Clostridium sordellii</i>	100	NR_112173
	<i>Clostridium hiranonis</i>	97	NR_028611



Most relevant bacterial genera with a potential role in foodborne illnesses or food spoilage detected in the samples under study.

Detected bacterial genera	Potential role in foodstuffs	Reference
<i>Bacillus</i>	Pathogen or spoilage	André et al., 2017; Stiles et al., 2014
<i>Clostridium</i>	Pathogen or spoilage	André et al., 2017; Stiles et al., 2014
<i>Delftia</i>	Pathogen	Camargo et al., 2014
<i>Geobacillus</i>	Spoilage	André et al., 2017
<i>Paenibacillus</i>	Spoilage	Helmond et al., 2017
<i>Pseudomonas</i>	Pathogen or spoilage	Scales et al., 2014
<i>Stenotrophomonas</i>	Pathogen	Amoli et al., 2017
<i>Vibrio</i>	Pathogen	Austin, 2010

The bacterial genera are reported irrespective of their source and method of detection.

Regarding DGGE results, only the closest relatives with sequence identity $\geq 97\%$ are reported.

Regarding metagenomic sequencing results, only the most relevant detected genera are reported.

Esiste un rischio patogeni?

From the available scientific literature, the main risk associated with the consumption of insects comes from the microorganisms residing in their intestinal tract or those derived from the insect environment, and hence dependent on the rearing conditions, processing and storage (ANSES Opinion, 2015). Additionally, microorganisms, and especially pathogens, can carry resistance to antibiotics commonly used in clinical and veterinary practices.

As reported by Larson et al. (2008), pest insects can be vectors of antibiotic resistant microorganisms, and more recently, it has been reported that the intestinal tract of cockroaches can represent an in vivo model for the natural conjugation-mediated horizontal transfer of AR plasmids among bacteria (Anacarso et al., 2016). The exchange of genes in the insect gastrointestinal tract has also been reported by Crippen and Poole (2009), where horizontal transfer of AR genes in *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) larvae was described.

Elevata presenza di determinanti per la resistenza a tetraciclina (fino al 100% dei campioni analizzati), macrolidi e vancomicina!

In alcune specie è evidenziato un profilo microbico specifico forse legato all'alimentazione.

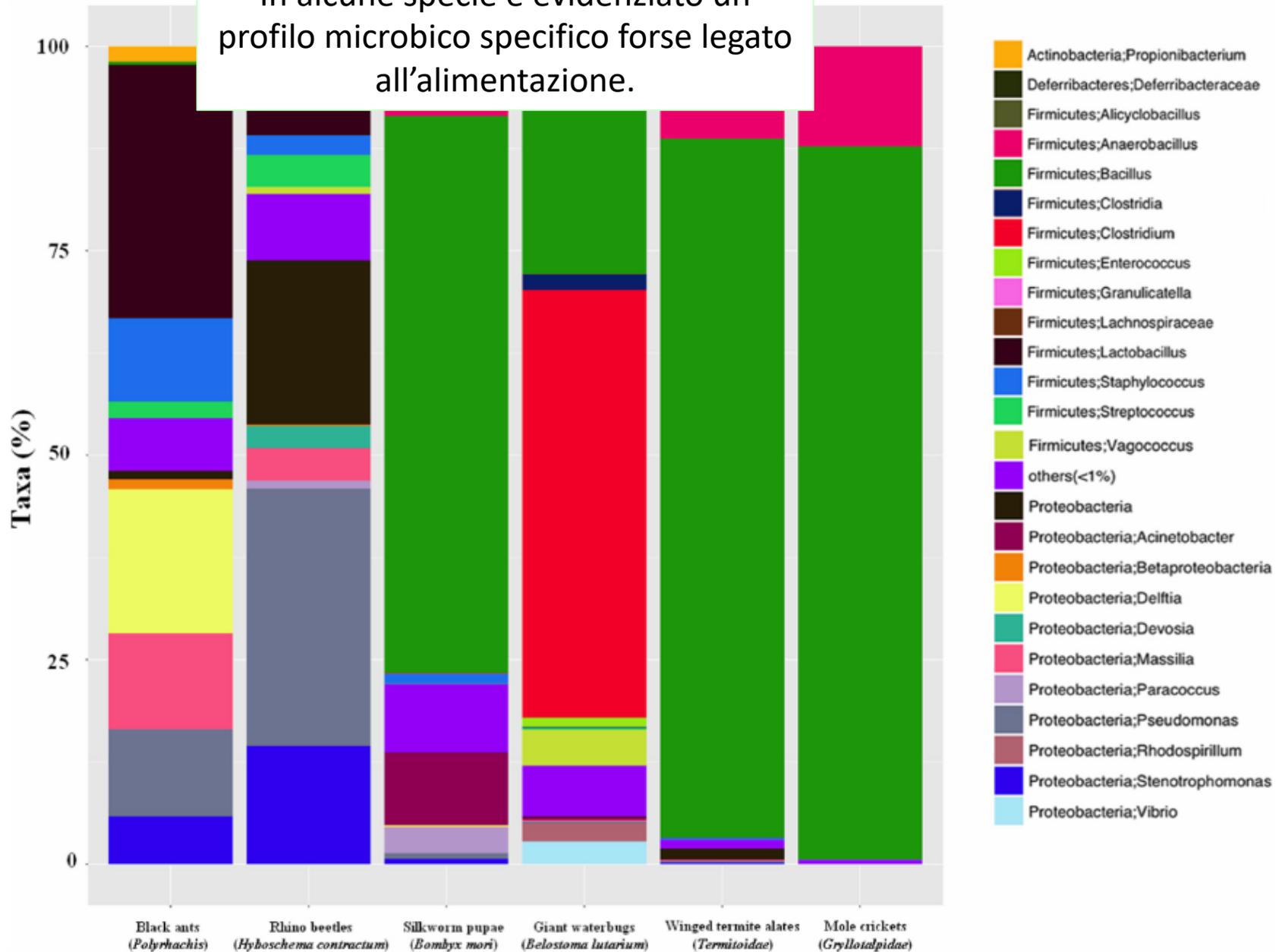


Fig. 1. Relative abundance (%) of the most abundant microbial taxa in edible insect samples. The OTUs with relative abundance below 1% are grouped together in "others".

Precauzioni:

Ebollizione degli insetti, di almeno cinque minuti per eliminare Enterobacteriacee. Gli insetti bolliti vanno conservati a temperatura di refrigerazione e si mantengono stabili per due settimane.

Non è dimostrato che il solo arrostitimento del Novel Food sia efficace ad abbattere Enterobacteriacee, per cui bisogna portare ad ebollizione per qualche minuto il preparato.

L'essiccazione in forno, per 11 minuti a 90°C, di *Tenebrio molitor* e *Locusta migratoria* ha ridotto la carica di Enterobacteriaceae di 3-5 cicli logaritmici e la carica aerobia totale di 2-3 cicli logaritmici.

Bread enriched with cricket powder (*Acheta domesticus*): A technological, microbiological and nutritional evaluation

Andrea Osimani, Vesna Milanović, Federica Cardinali, Andrea Roncolini, Cristiana Garofalo, Francesca Clementi, Marina Pasquini, Massimo Mozzon, Roberta Foligni, Nadia Raffaelli, Federica Zamporlini, Lucia Aquilanti*

For the production of sourdough, the following five lactic acid bacteria (LAB) strains were used: *Lactobacillus sanfranciscensis* PB276, *Lactobacillus sanfranciscensis* PB223, *Lactobacillus plantarum* PB11, *Lactobacillus plantarum* PB24, *Lactobacillus fermentum* PB162. All LAB

+ farina di grano tenero
+ farina di grilli (10 e 30%).

Table 2

Chemical traits of the wheat flour (WF) and cricket powder (CP) used for bread-making.

Parameters	WF	CP
Dry matter (%)	91.25 ± 0.73	90.60 ± 0.03
Water (%)	8.76 ± 0.74	9.40 ± 0.03
Protein (%)	14.21 ± 0.08	48.87 ± 0.33
Fat (%)	1.04 ± 0.03	28.75 ± 1.89
Fiber (%)	0.49 ± 0.02	7.64 ± 0.06
Ash (%)	0.61 ± 0.04	3.50 ± 0.07
NFE (%)	74.90 ± 0.70	1.85 ± 1.73
Energy (kcal 100 g ⁻¹)	366.76 ± 3.40	476.86 ± 25.32

Means ± standard deviations of duplicate independent experiments are shown.

WB



CB₁₀



CB₃₀



WBS



CBS₁₀



CBS₃₀



WB = Wheat bread

CB10 = Cricket powder 10%

CB30 = Cricket powder 30%

WBS= wheat bread + sourdough

CBS10 = Cricket powder 10% + sourdough

CBS30 = Cricket powder 30% + sourdough

Bread = 2 h fermentazione; Sourdough = 16 h di fermentazione

Table 5

Results of microbiological characterization of wheat flour (W), cricket powder (C), sourdough (S) (after 16 h fermentation), doughs (D) (after 2 h fermentation) admixed with sourdough (S) and baker's yeast as leavening agents, and experimental breads (B).

Samples		LAB on MRS	LAB on SBD	Yeasts	Spore-forming bacteria	pH	TTA
		(log cfu g ⁻¹)					
Flour	CF	3.86 ± 0.01	3.86 ± 0.01	< 1	5.52 ± 0.02	n.d.	n.d.
	WF	< 1	< 1	2.70 ± 0.26	< 1	n.d.	n.d.
Sourdough (16 h)	S	9.27 ± 0.01	9.24 ± 0.03	2.15 ± 0.21	< 1	3.69 ± 0.01	7.70 ± 0.14
Dough (2 h)	CD ₃₀	6.53 ± 0.06	6.54 ± 0.04	8.25 ± 0.00	4.30 ± 0.10	5.84 ± 0.01	4.25 ± 0.07
	CDS ₃₀	8.60 ± 0.05	8.60 ± 0.02	8.10 ± 0.02	4.20 ± 0.04	5.30 ± 0.01	6.00 ± 0.14
	CD ₁₀	5.88 ± 0.04	5.88 ± 0.04	8.36 ± 0.05	4.34 ± 0.03	5.71 ± 0.01	8.30 ± 0.42
	CDS ₁₀	9.80 ± 0.02	9.84 ± 0.03	8.32 ± 0.1	4.13 ± 0.07	5.46 ± 0.01	6.10 ± 0.70
	WD	< 1	< 1	8.00 ± 0.02	< 1	5.62 ± 0.01	3.30 ± 0.14
	WDS	8.94 ± 0.02	8.89 ± 0.01	7.88 ± 0.10	< 1	4.73 ± 0.02	3.05 ± 0.64
Bread	CB ₃₀	n.d.	n.d.	n.d.	3.70 ± 0.05	5.65 ± 0.01	3.10 ± 0.00
	CBS ₃₀	n.d.	n.d.	n.d.	3.55 ± 0.09	5.20 ± 0.01	4.20 ± 0.14
	CB ₁₀	n.d.	n.d.	n.d.	3.10 ± 0.21	5.86 ± 0.02	4.40 ± 0.14
	CBS ₁₀	n.d.	n.d.	n.d.	< 1	5.90 ± 0.02	4.60 ± 0.42
	WB	n.d.	n.d.	n.d.	< 1	6.09 ± 0.01	1.05 ± 0.21
	WBS	n.d.	n.d.	n.d.	< 1	5.87 ± 0.01	2.05 ± 0.07

Bacillus subtilis e *B. licheniformis* (responsabili del ropy spoilage) riscontrati nella maggior parte degli impasti. Elevata presenza nella farina di grilli.

Elevato contenuto di aminoacidi essenziali nei prodotti ottenuti con farina di grilli: treonina, tirosina, valina, metionina e lisina, quindi elevato valore biologico.

Table 9

Global liking of experimental breads (B) produced with wheat flour and different blends of wheat flour (W) and cricket powder (C) admixed with sourdough (S) and baker's yeast as leavening agents.

	Experimental bread					
	WB	WBS	CB ₁₀	CSB ₁₀	CB ₃₀	CSB ₃₀
Global liking	6.8 ^a	7.2 ^a	4.4 ^b	4.3 ^b	2.5 ^c	2.3 ^c

The degree of global liking was ranked in accordance with a 9-point hedonic scale ranging from 1 (dislike extremely) to 9 (like extremely).

Samples are codified as reported in Table 1.

Average values of independent experiments are shown.

Within each row, means followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$).



4. Conclusions

Data overall collected highlighted a good suitability of cricket powder for the production of enriched bread. The present research demonstrated that edible insects powder can be successfully incorporated in leavened baked goods to improve their nutritional traits, especially concerning protein content. Moreover, the high contents of essential amino acids found in cricket powder were maintained in the enriched experimental breads. As a general trend, a negative linear correlation between the amount of added cricket powder and the dough technological parameters was seen. However, the addition of 10% cricket powder produced doughs apparently suitable for bread-making. Regarding the nutritional properties of the experimental breads, those containing cricket powder showed a higher nutritional profile than the controls due to their fatty acid composition, protein content and occurrence of essential amino acids, namely threonine, tyrosine, valine and methionine, and lysine. Of note, the high load of spore-forming bacteria in the bread loaves containing cricket powder, as revealed by the microbiological analyses, which highlighted potential safety issues for consumers. Accordingly, preventive treatments (e.g., blanching, microwave drying, high-pressure, etc.) able to reduce the load of such a bacterial group are recommended for processing of insect powder to be used as a food ingredient. Finally, bread enriched with 10% cricket powder showed a discrete appreciation by untrained panelists, which might potentially be increased by the addition of natural bread improvers (e.g., enzymes, sugars, etc.). The results of sensory analysis suggested that foods where insects are not directly visible could be appreciated by European consumers. Further studies are needed to better understand the interactions between cereal-based matrices and insect powders and to adjust insects powder composition to obtain a better balanced products regarding fat content (González, Garzón, & Rosell, 2018).



Edible insects: cricket farming and processing as an emerging market

Author: Reverberi, M.

Source: Journal of Insects as Food and Feed, Volume 6, Number 2, 8 April 2020, pp. 211-220(10)

Publisher: Wageningen Academic Publishers

DOI: <https://doi.org/10.3920/JIFF2019.0052>

Highlights

- Willingness to eat insects depends on the species and their end products/dishes.
- Metamorphological life-stage effect: adults are preferred to larvae.
- Consumer acceptability was increased when insect visibility was decreased.
- Males are more likely than females to eat insects for taste reasons.
- Insect eating is associated with adventurous, interested, daring and wild emotions.

Food Research International 137 (2020) 109619



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Food Research International

journal homepage: www.elsevier.com/locate/foodres



Italian consumers' attitudes towards entomophagy: Influence of human factors and properties of insects and insect-based food

Fabio Tuccillo^{a,b}, Mattia Gianfranco Marino^b, Luisa Torri^{b,*}

