



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Scuola di
Scienze della Salute Umana

Corso di Laurea in
Tecniche della Prevenzione
nell'Ambiente e nei Luoghi di Lavoro

Insetti come alimento del futuro, sostenibilità e sicurezza alimentare: i risultati della nostra indagine microbiologica

Relatore

Dott. Fabio Rastelli

Candidata

Sara Tesi

Anno Accademico 2015/2016

INDICE

1. Premessa	1
2. Introduzione	3
3. Novel food	6
4. Legislazione insetti commestibili in Europa	9
5. Entomofagia	15
5.1. Storia dell'entomofagia	16
5.2. L'entomofagia nel mondo	19
5.2.1. Africa	20
5.2.2. America Latina	21
5.2.3. Oceania	23
5.2.4. Asia	24
5.3. Entomofagia in Europa	27
5.3.1. Casu Frazigu	27
5.3.2. Formaggio Milbenkäse	28
5.3.3. Mimolette	28
5.3.4. Cocciniglia	29
5.4. Prodotti a base di insetto	30
6. Mangimi a base di insetto	32
7. Entomologia	36
7.1. Morfologia	36
7.1.1. Capo	36
7.1.2. Torace	37
7.1.3. Addome	37
7.2. Ciclo biologico	38
7.3. Riproduzione	38
7.4. Alimentazione	39
7.5. Ordini di insetti commestibili	39
7.5.1. Ortotteri	39
7.5.2. Coleotteri	40
7.5.3. Lepidotteri	41
7.5.4. Imenotteri	42
8. L'alimentazione a base di insetti come una risorsa sostenibile	44
8.1. Sostenibilità ambientale	44
8.1.1. Sfruttamento del suolo	45
8.1.2. Utilizzo di acqua	46
8.1.3. Conversione nutrizionale	46
8.1.4. Substrato alimentare	47

8.1.5 Gas serra ed emissioni di ammoniaca	48
8.2 Sostenibilità economica	49
9. Impatto culturale	52
9.1. Indagine di gradimento degli insetti commestibili	54
9.1.1. Risultati domanda n. 1	56
9.1.2. Risultati domanda n. 2	59
9.1.3 Risultati domanda n. 3	61
9.1.4 Risultati domanda n. 4	66
9.1.5 Considerazioni finali	68
10. Insetti: aspetti nutrizionali	70
10.1. Valore energetico	71
10.2. Proteine	72
10.3. Lipidi	74
10.4. Carboidrati e fibre	76
10.5. Micronutrienti	77
10.5.1. Sali minerali	78
10.5.2. Vitamine	79
11. Valutazione del rischio	80
11.1. Rischio microbiologico	81
11.1.1. Batteri	81
11.1.2. Funghi	83
11.1.3. Parassiti	84
11.1.4. Virus	85
11.1.5. Prioni	86
11.2. Rischio chimico	87
11.2.1. Metalli pesanti	87
11.2.2. Farmaci veterinari e ormoni	89
11.2.3. Pesticidi	90
11.2.4. Tossine e micotossine	90
11.3. Substrato	92
11.4. Allergie	94
12. Lavorazione, conservazione e packaging	96
13. Microbiologia alimentare	100
13.1. Microrganismi utili	100
13.2. Microrganismi dannosi	101
13.3. Infezioni, intossicazioni e tossinfezioni alimentari	101
13.4. Ricerche microbiologiche	102
13.4.1. Bacillus cereus	103
13.4.2. Carica microbica totale	103
13.4.3. Clostridium perfringens	104

13.4.4. Enterobatteri	104
13.4.5. Escherichia coli	104
13.4.6. Salmonella	105
13.4.7. Stafilococco aureo	106
14. Indagine microbiologica	107
14.1. Campionamento microbiologico di insetti destinati al consumo umano	107
14.2. Modalità di campionamento	111
14.3. Analisi microbiologiche	112
14.4. Risultati analisi	115
14.4.1. Considerazioni finali	125
15. Conclusioni	128
Allegati	133
Allegato 1	133
Allegato 2	135
Bibliografia	137
Sitografia	141
Ringraziamenti	144

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Uomo con spiedino di insetti	5
Figura 2: Insetti consumati nel mondo	19
Figura 3: Percentuali dei principali gruppi tassonomici degli insetti edibili in Africa	21
Figura 4: Allevamento di bachi da seta a Huzhou, Cina	25
Figura 5: Cocciniglia, colorante ricavato dall'omonimo insetto	31
Figura 6: Casu Martzu, formaggio tipico sardo	31
Figura 7: Pasta a base di insetti	31
Figura 8: Lecca-lecca con insetti	31
Figura 9: Scorpioni disidratati ricoperti di cioccolato	31
Figura 10: Barretta proteica a base di insetti	31
Figura 11: Morfologia di un insetto	38
Figura 12: Conversione nutrizionale di diverse specie animali	47
Figura 13: Emissioni di gas serra relative alla catena di produzione del bestiame	49
Figura 14: Risultati in percentuale alla domanda n. 1	56
Figura 14.1: Risultati in percentuale alla domanda n. 1, ponendo l'attenzione sulla differenza di genere	57
Figura 14.2: Risultati in percentuale alla domanda n. 1.1	58
Figura 15: Percentuale di risposte alla domanda n. 2	59
Figura 15.1: Risultati in percentuale alla domanda n. 2.1.	60
Figura 16: Risultati in percentuale alla domanda n.3	61
Figura 16.1: Percentuali di risposte della I, II, III, IV, V fascia di età alla domanda n.3	63
Figura 16.2: Percentuali di femmine e maschi che proverebbero ad assaggiare un insetto	64
Figura 16.3: Risultati in percentuale alla domanda n. 3.	65
Figura 17: Risultati in percentuale alla domanda n. 4	67
Figura 18: Confezioni da 15 g di insetti	110
Figura 19: Campioni di insetti inseriti nelle apposite buste antimanomissione, pronti per la spedizione al laboratorio di analisi	112
Figura 20: Modalità di svolgimento delle analisi microbiologiche	114
Figura 21: Risultati analisi microbiologiche	124

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Specie di insetti per il consumo umano previste dal FASFC	14
Tabella 2: Valori energetici di alcune specie di insetti	71
Tabella 2: Contenuto di proteine crude nei diversi ordini di insetti	73
Tabella 3: Contenuto di proteine di insetti edibili, rettili, pesci e mammiferi	74
Tabella 4: Contenuto di grassi negli insetti consumati in Cameroon	76
Tabella 6: Apporto giornaliero di minerali essenziali raccomandato paragonato a quelli presenti nel bruco del Mopane	79
Tabella 7: Risultati analisi microbiologiche del campione di vespe cotte disidratate (con sale)	116
Tabella 8: Risultati analisi microbiologiche del campione di cavallette cotte disidratate (con sale)	117
Tabella 9: Risultati analisi microbiologiche del campione di grilli cotti disidratati (con sale)	118
Tabella 10: Risultati analisi microbiologiche del campione di scorpioni cotti disidratati (con sale)	119
Tabella 11: Risultati analisi microbiologiche del campione di larve di bambù fritte disidratate (con sale)	120
Tabella 12: Risultati analisi microbiologiche del campione di bachi da seta cotti disidratati (con sale)	121
Tabella 13: Risultati analisi microbiologiche del campione di mix insetti	122

1. PREMESSA

L'utilizzo degli insetti come alimento da parte non solo degli essere umani ma anche degli animali da allevamento e da compagnia, ha numerosi vantaggi ancora non conosciuti dalla maggior parte della popolazione.

L'entomofagia è un argomento che va oltre l'alimentazione, infatti non si tratta solo del consumo di insetti che in alcuni casi possono sembrare disgustosi solo alla vista, si tratta innanzitutto di indagare l'igienicità degli stessi in modo tale da aprire un varco verso un futuro più sostenibile ed ecologico.

L'aumento sempre maggiore della popolazione mondiale ha fatto sì che la FAO abbia preso in considerazione nuove fonti alimentari che siano in grado di "sfamare" il pianeta e che riescano ad essere più sostenibili in termini di sfruttamento del suolo, delle acque e dell'inquinamento. Sulla base di queste premesse, allora, perché non pensare agli insetti? Dato comunque che questa pratica non è certo stata scoperta di recente, infatti le testimonianze sull'entomofagia risalgono a tempi molto lontani e tuttora sono moltissimi i paesi in cui il piatto principale in cucina è rappresentato dagli insetti.

L'introduzione degli insetti come nuovo alimento sulla nostra tavola, inoltre, è sicuramente arrivato in un momento storico culturale nel quale già da tempo le tradizioni alimentari legate alla cultura erano state superate con l'arrivo del "sushi" o "kebab", fino ad arrivare alla dichiarazione dello IARC che la carne conservata o cotta in determinati modi possa essere cancerogena. Infatti durante l'anno 2015, con la decisione dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) di includere le carni rosse e le carni rosse lavorate rispettivamente nel gruppo 1 e 1 A delle sostanze cancerogene per l'uomo, abbiamo assistito ad una scoperta che ha fatto crollare non solo il mercato alimentare ma anche la fiducia dei consumatori.

Soprattutto in Italia questa dichiarazione ha messo in crisi il mito della dieta mediterranea, considerata da sempre una delle diete più complete e salutari in tutto il mondo, nella quale la carne riveste un ruolo veramente importante se non fondamentale.

Ovviamente questa novità ha portato alla ricerca di nuove soluzioni alimentari che potessero essere altrettanto proteiche e nutrienti.

Se il mondo occidentale riuscirà a sconfiggere i propri tabù, l'entomofagia potrebbe risultare una vera e propria fonte di guadagno sia in termini economici che ambientali, da non sottovalutare.

Resta fermo il fatto che il "muro" culturale che deve abbattere l'entomofagia per arrivare sui nostri piatti è veramente alto e spesso, ma con le giuste motivazioni e le giuste spiegazioni questo può essere veramente possibile.

2. INTRODUZIONE

Il presente lavoro ha come oggetto l'analisi delle caratteristiche principali dell'entomofagia ovvero del consumo umano di insetti che, ad oggi, ha suscitato un grande interesse, soprattutto nel mondo occidentale, grazie anche all'opinione favorevole alla nuova alimentazione di importanti organizzazioni come la *European Food Safety Authority* (EFSA) e la *Food and Agriculture Organization* (FAO).

In realtà l'entomofagia è una pratica che è da sempre esistita, molto probabilmente per i nostri antenati più antichi era una grande ed importante fonte di sostentamento così come lo è ancora oggi in alcune parti del mondo; quindi non si tratta dell'introduzione di un nuovo alimento che non è mai stato utilizzato ma della diffusione, nel mondo occidentale, di un animale che fino ad oggi non era mai stato visto come una possibile fonte di nutrimento.

L'obiettivo principale di questo lavoro è quindi quello di indagare se veramente gli insetti possono essere ritenuti sicuri in termini di sicurezza alimentare e sani in termini di valori nutrizionali.

Al fine di perseguire tale obiettivo è stata effettuata una valutazione dei rischi, sulla base della letteratura esistente, cercando di analizzare i possibili pericoli microbiologici, chimici e allergici che potrebbero presentarsi utilizzando gli insetti come alimento per il consumo umano. Gli ulteriori dati descritti nell'elaborato sono stati rilevati dagli studi effettuati e dalla letteratura scientifica a riguardo.

Pertanto, questo elaborato si propone di ricercare e individuare quali sono le principali cause e motivazioni che hanno spinto il mondo occidentale a ricercare nuove fonti alimentari e capire quali sono le specie che a breve potremmo ritrovarci nei nostri piatti e in che modo possono essere consumate.

Attualmente la legislazione vigente non fornisce un grande contributo per quanto riguarda la regolarizzazione e l'introduzione nel mercato degli insetti commestibili e nemmeno per quanto riguarda gli aspetti igienico sanitari previsti, le modalità di conservazione e consumazione.

Proprio in considerazione di quanto evidenziato sopra, al fine di indagare concretamente il profilo igienico sanitario è stata effettuata un'indagine microbiologica su diverse specie di insetti, destinati proprio al consumo umano, per comparare i valori rilevati con quelli previsti dalla normativa vigente.

Inoltre è necessario anche fornire le conoscenze per cercare di capire in che modo questi insetti possono essere effettivamente utili in termini di sostenibilità ambientale ed economica così da riuscire ad apportare numerosi vantaggi sia ai paesi in via di sviluppo sia ai paesi già industrializzati. Infatti questi insetti, pur essendo molto piccoli, celano al loro interno delle grandi potenzialità che meritano di essere studiate e divulgate se non altro per cercare di promuovere nuove abitudini altrettanto nutritive rispetto ai cibi tradizionali che possono, sulla base della letteratura esistente, cercare di ridurre l'inquinamento prodotto dalla produzione dei nostri alimenti tipici, primo fra tutti la carne.

Se gli esseri umani non saranno in grado di apprezzare gli insetti commestibili forse lo faranno gli animali? Un'ulteriore aspetto che riguarda l'entomofagia è proprio il possibile utilizzo degli insetti come mangimi per gli animali da allevamento o per quelli domestici.

La domanda sorta spontanea, nel corso dello svolgimento di questa tesi, riguarda senza ombra di dubbio l'opinione pubblica rispetto all'arrivo di questa nuova alimentazione e per questo è stata svolta un'indagine per cercare di capire il pensiero delle persone riguardo l'introduzione di questa nuova tradizione alimentare e soprattutto in quanti sarebbero disposti a provare ad assaggiare un insetto, i risultati delle interviste hanno dato esiti molto interessanti.

Concludendo l'entomofagia è una pratica che merita di essere studiata, promulgata e sicuramente approfondita dato che i pochi studi presenti attualmente offrono numerosi spunti positivi affinché questa tipologia di alimentazione possa essere una valida alternativa da non sottovalutare.



FIGURA 1: UOMO CON SPIEDINO DI INSETTI

3. NOVEL FOOD

Con il termine *novel food* si intende, letteralmente, i nuovi alimenti o i nuovi ingredienti, ovvero tutti quei prodotti per i quali non è stato dimostrato un consumo significativo prima del 1997.

I *novel food* sono normati dal Regolamento CE 258 del 1997¹, il quale all'articolo 1, distingue i nuovi prodotti e i nuovi ingredienti in quattro 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;*
- d) *prodotti e ingredienti alimentari sottoposti ad un processo di produzione non generalmente utilizzato che comporta cambiamenti significativi del valore nutritivo, del loro metabolismo o del tenore di sostanze indesiderabili.*

Le procedure per richiedere l'autorizzazione di un prodotto *novel food*, che rientra in una delle categorie sopra citate, sono complesse. La domanda deve essere presentata ad uno Stato membro, che prepara, sulla base della valutazione scientifica della documentazione presentata, una "Relazione di valutazione iniziale", da inoltrare alla Commissione UE. La Commissione provvede a trasmettere detta relazione agli altri Stati membri per individuare eventuali osservazioni o obiezioni motivate. Alle obiezioni motivate, quasi sempre formulate, il richiedente è tenuto a rispondere fornendo ulteriori nuove informazioni che sono poi nuovamente valutate, al fine di ottenere il parere

¹ Regolamento (CE) n. 258/97 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 27 gennaio 1997 sui nuovi prodotti e i nuovi ingredienti alimentari.

dell'EFSA. L'atto finale è una decisione di autorizzazione oppure di diniego pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale della Comunità.

La procedura attualmente in vigore non fa distinzioni tra prodotti effettivamente innovativi e quelli che, invece, hanno già una storia di consumo sicuro nel Paese terzo di provenienza, e prevede, inoltre, il rilascio di un'autorizzazione "nominativa" destinata, quindi, al solo soggetto richiedente. Per poter commercializzare un prodotto già autorizzato, un eventuale secondo richiedente deve avviare una nuova procedura. In alcuni casi, però è prevista una procedura semplificata e consiste nel riconoscimento della "sostanziale equivalenza" del prodotto a quello già autorizzato. La stessa procedura semplificata può anche essere utilizzata per attestare l'equivalenza di un *novel food* con un alimento tradizionale presente sul mercato.²

Ovviamente tutti i nuovi alimenti per essere immessi sul mercato devono garantire la sicurezza del consumatore e per questo all'art. 3 del suddetto regolamento resta fermo l'obbligo che:

- *non devono essere rischiosi per il consumatore,*
- *non devono indurre in errore il consumatore,*
- *non devono differire da 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.*

L'Europa, nel 2015, ha aperto la porta ad un tipo di alimentazione che sicuramente nessun cittadino avrebbe mai immaginato introducendo la categoria degli insetti edibili tra i *novel food*.

Gli insetti sono stati utilizzati come cibo fin dall'antichità in diversi Paesi e tuttora risultano essere la principale fonte di nutrizione, per questo l'idea che possano

² www.salute.gov.it

essere venduti anche in Europa potrebbe essere una valida alternativa ai nostri cibi e potrebbe apportare numerosi vantaggi.

Quello che spaventa di più è la novità, dato il nostro importante attaccamento alle tradizioni, soprattutto in campo alimentare; certamente anche se l'aspetto di questi animali non invoglia sicuramente a mangiarli, superare i pregiudizi è il primo passo per introdurre questa nuova alimentazione e cercare di trovare una soluzione ecosostenibile per il nostro pianeta. Per questi motivi l'allevamento di insetti è una soluzione che potrebbe dare dei risvolti molto positivi.

Dunque la paura e il disgusto verso un alimento così lontano dalla nostra cultura è l'aspetto più importante che si impone come barriera alla divulgazione di questa nuova dieta. In realtà gli insetti, pensandoci bene, non sono poi così tanto diversi da altri animali che ogni giorno possono essere presenti sulla nostra tavola e che addirittura, in alcuni casi, sono diventati un lusso che non tutti si possono permettere. Forse non abbiamo mai avuto l'occasione di pensarci ma gli insetti come forma e morfologia sono molto simili ad alcuni tipi di crostacei e inoltre si pensa che ci siano delle affinità anche per quanto riguarda le possibili reazioni allergiche.

Gli insetti possono essere utilizzati non solo come alimento, infatti, grazie alle loro caratteristiche e capacità sono idonei ad essere utilizzati anche in altri campi, per esempio nel settore tessile (come il baco da seta), nella bio-raffinazione (grazie alla loro capacità di convertire i rifiuti organici in proteine di alta qualità) ma anche nel settore biomedicale e cosmetico (attraverso l'utilizzo della chitina oppure dei biopolimeri della seta che possono essere utilizzati per creare dei prodotti cosmetici).³

Gli ambiti di utilizzo degli insetti sono molti quindi è necessario ampliare le conoscenze ed effettuare numerosi studi per cercare di sfruttarle al meglio.

³ "Il progetto edibile insects nutrire il pianeta con nuove fonti sostenibili", AA. VV.

4. LEGISLAZIONE INSETTI COMMESTIBILI IN EUROPA

Il Regolamento (UE) n. 2283 del 2015⁴ abroga il Regolamento (CE) n. 258/1997 a partire dal 1 Gennaio 2018 e definisce altre categorie di *novel food*, tra cui gli insetti al punto numero 8, riportato di seguito.

“Dati gli sviluppi scientifici e tecnologici avvenuti dal 1997, è opportuno rivedere, chiarire e aggiornare le categorie di alimenti che costituiscono nuovi alimenti. Tali categorie dovrebbero includere gli insetti interi e le loro parti.”

Inoltre semplifica le procedure di accesso al mercato europeo, infatti secondo questo regolamento:

“L'immissione sul mercato dell'Unione di alimenti tradizionali da paesi terzi dovrebbe essere agevolata, in presenza di una storia di uso sicuro come alimento. Tali alimenti dovrebbero essere stati consumati in almeno un paese terzo per almeno 25 anni nella dieta abituale di un numero significativo di persone. Tale storia di uso sicuro come alimento non dovrebbe comprendere gli usi non alimentari o gli usi non collegati a una dieta normale.”; inoltre “gli alimenti provenienti da paesi terzi considerati nuovi alimenti nell'Unione dovrebbero essere considerati alimenti tradizionali da paesi terzi solo se derivati dalla produzione primaria, come definita nel regolamento (CE) n. 178/2002, a prescindere che essi siano trasformati o non trasformati.”

Ad oggi, dopo che l'EFSA ha divulgato il suo parere positivo all'introduzione degli insetti edibili nell'alimentazione europea, non esiste però ancora una normativa comunitaria e questo crea un grosso problema perché la legislazione attualmente in vigore non vieta l'utilizzo di insetti come cibo ma nemmeno

⁴ 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.

prevede una normativa specifica che possa stabilirne le regole e i principi fondamentali di sicurezza e di nutrizione. Infatti nella legislazione europea, il Regolamento CE 178/2002⁵, che stabilisce i principi e i requisiti generali della legislazione alimentare, all' articolo 2 (riportato di seguito) definisce il concetto di alimento escludendo ogni tipo di insetto.

“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. 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.”

Inoltre l'articolo 5 della Legge n. 283 del 1962⁶ definisce le caratteristiche degli alimenti che non possono essere messi in commercio, e per i quali, la norma prevede una sanzione penale.

“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:

⁵ Regolamento (CE) N. 178/2002 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 28 gennaio 2002 che stabilisce i principi e i requisiti generali della legislazione alimentare, istituisce l'Autorità europea per la sicurezza alimentare e fissa procedure nel campo della sicurezza alimentare.

⁶ Legge 30 aprile 1962, n. 283: 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.

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

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.”

Nonostante queste premesse alimenti o piatti contenenti insetti sono già arrivati in Europa, molti ristoranti hanno già tentato di sperimentare piatti con insetti come ingredienti principali e alcune nazioni si sono già mosse a riguardo, infatti Olanda, Belgio, Francia e Inghilterra sono gli stati più tolleranti che hanno già permesso l'utilizzo di alcuni insetti ad uso commestibile.

In Italia ancora questo non è possibile infatti è vietato utilizzarli a scopo commestibile, così come è stato decretato dal Ministero della Salute con una

Circolare⁷ che vieta l'utilizzo di insetti nelle cucine italiane a meno che l'OSA non certifichi attraverso una dichiarazione dall'Autorità di uno Stato Membro che l'animale utilizzato non sia da considerarsi un *novel food*, per la pratica di utilizzo continuato nel tempo di questo animale e dimostri di possedere dati documentali con i quali si accerti il commercio del prodotto.

L'unica eccezione che ha fatto muovere un passo verso il futuro in Italia è stata l'Expo svolta a Milano nel 2015, dal titolo: “*Nutrire il Pianeta, Energia per la Vita*”; infatti durante questa Esposizione Universale l'argomento principale era il cibo e quindi la nutrizione e l'alimentazione dell'uomo, la sostenibilità dei modelli produttivi, economici, sociali ed ambientali adottati; sulla base di queste premesse non poteva non essere presente questo nuovo tipo di alimentazione e per questo è stata permessa la vendita di insetti ad uso commestibile in vari padiglioni come per esempio quello dell'Olanda.

In questo momento si rende necessaria una legislazione che definisca quali sono i tipi di insetti che possono essere importati e che possono essere venduti; è fondamentale che l'Unione Europea accetti questa nuova tipologia di alimentazione e adotti provvedimenti in merito per prevenire possibili rischi derivanti da una cattiva gestione degli insetti.

Comunque è importante ricordare che i rischi che possono derivare da questa vendita non controllata sono estremamente ampi e possono portare anche a gravi conseguenze. Perciò sarebbe necessaria l'introduzione di controlli volti a verificare la corretta gestione dei prodotti, nonché la presenza di una tracciabilità e rintracciabilità, sulle modalità di allevamento, di conservazione e di produzione di questi insetti.

Altrimenti se questa nuova tipologia di alimentazione arriverà anche da noi rischiamo di trovarci impreparati provocando così possibili danni alla salute e alla sicurezza dei consumatori.

⁷ Circolare del 9/10/2013, controllo ufficiale in merito all'uso di insetti in campo alimentare con specifico riferimento all'applicabilità del reg. (CE) 258/97 sui novel food.

L'Europa deve infatti creare un nuovo regolamento nel quale spiegare quali siano i possibili rischi microbiologici e chimici, e tutte le fasi del processo produttivo comprese le modalità di produzione, di allevamento, i trattamenti che possono essere eseguiti sugli animali e i conseguenti tempi di sospensione, i materiali utilizzati per il *packaging*.

Questa “*vacatio legi*” potrebbe portare a seri pericoli per il consumatore perché verrebbe meno il principio fondamentale della sicurezza alimentare ovvero la tutela della salute del consumatore.

Ad oggi sono presenti solo delle linee guida con lo scopo di definire gli aspetti principali di questo nuovo tipo di alimentazione.

Di particolare rilievo è l'opinione scientifica emanata dall' EFSA: “*Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed*”, con la quale, l'autorità europea per la sicurezza alimentare, dichiara il suo parere positivo per il consumo di insetti definendo gli aspetti positivi e negativi di questa nuova alimentazione e valutando anche i possibili rischi microbiologici, fisici, chimici e allergici che si possono riscontrare.

Anche la FAO (*Food and Agriculture Organization*) ha emanato una sua opinione favorevole al consumo umano di insetti, attraverso il libro “*Edible insects, Future prospects for food and feed security*”, con il quale si identificano non solo i vantaggi di una sana alimentazione a base di insetti ma anche i vantaggi ecosostenibili che questa nuova dieta potrebbe portare per il pianeta e soprattutto per i paesi in via di sviluppo.

Il Belgio si è dimostrato essere il Paese più all'avanguardia, infatti anche se tuttora l'Europa non ha promulgato nessuna legge, questo Paese insieme anche all'Inghilterra alla Francia e all'Olanda è uno dei più tolleranti per quanto riguarda questa nuova pratica. A questo proposito, per tutelare i consumatori e garantire la sicurezza alimentare dei prodotti, evitando così possibili rischi, ha emanato una

Circolare⁸ che ha come scopo quello di chiarire le regole generali da applicare per l'allevamento e/o la vendita di insetti e prodotti derivanti da insetti. Inoltre, in questa Circolare, l'Autorità Belga ha definito una lista di insetti (tabella n.1) che possono essere commercializzati in Belgio (fatta esclusione per gli ingredienti isolati dagli insetti come per esempio le proteine, le quali sono incluse nella legislazione dei *novel food*).

Secondo l'Autorità belga chiunque voglia commercializzare una specie di insetto che non rientra nella tabella sottostante deve presentare una richiesta alla FPS (*Federal Public Service*) *Health, Food Chain Safety and Environment* applicando le procedure per i *novel food* al fine di ottenerne l'autorizzazione.

In ogni caso l'attività di allevamento di insetti rientra nella produzione primaria ed è inserita nella lista delle attività previste dalla FASFC (*Federal Agency for the Safety of the Food Chain*). Per questo motivo tutti i soggetti che intendono allevare insetti sono obbligati a registrare la loro attività nei portali della FASFC; le stesse modalità di autorizzazione e registrazione valgono per coloro che effettuano la vendita di insetti morti o la preparazione e la vendita di prodotti commestibili a base di insetto.

<i>House cricket</i>	<i>Acheta domestica</i>
<i>African migratory locust</i>	<i>Locusta migratoria migratorioides</i>
<i>Giant mealworm</i>	<i>Zophobas atratus morio</i>
<i>Mealworm</i>	<i>Tenebrio molitor</i>
<i>Buffalo worm</i>	<i>Alphitobius diaperinus</i>
<i>Wax worm</i>	<i>Galleria mellonella</i>
<i>American desert locust</i>	<i>Schistocerca americana gregaria</i>
<i>Tropical house cricket/banded cricket</i>	<i>Grylloides sigillatus</i>
<i>Lesser wax moth worm</i>	<i>Achroia grisella</i>
<i>Silkworm</i>	<i>Bombyx mori</i>

TABELLA 1: SPECIE DI INSETTI PER IL CONSUMO UMANO PREVISTE DALLA FASFC (FONTE FASFC)

⁸ FASFC (2014), "Circular concerning the breeding and marketing of insects and insect-based food for human consumption".

5. ENTOMOFAGIA

Con il termine entomofagia (dal greco *éntomos*, "insetto", e *phāgein*, "mangiare") si intende il consumo di insetti da parte dell'uomo.

Gli insetti sono tra i più antichi colonizzatori della Terra, e sono anche tra gli organismi più diffusi, questo perché sono in grado di adattarsi bene a diverse temperature e climi, vivono molto bene anche in ambienti acquosi; non hanno bisogno di una grande quantità di cibo a disposizione e anche la loro alimentazione è molto varia: carne, funghi, piante, detriti, stoffa. Inoltre, le caratteristiche fisiche permettono loro di abitare in piccoli habitat, di sfuggire ai predatori e di proteggersi mediante l'esoscheletro dai possibili danni meccanici.⁹

Grazie a queste caratteristiche, che hanno reso gli insetti alcuni degli animali più diffusi nel mondo, noi uomini abbiamo dovuto imparare a convivere e in alcuni casi ad utilizzarli creando così un rapporto di stretta "simbiosi"¹⁰.

Di fatto, alcune specie di insetti sono risultate molto utili all'uomo per l'alimentazione o per la produzione di prodotti commerciali come ad esempio le api, il baco da seta oppure la cocciniglia.

Non tutte le specie di insetto sono considerate commestibili per l'uomo ma secondo la FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*) quelle edibili sono circa 1900 e oggi gli insetti integrano la dieta di circa 2 miliardi di persone ed hanno sempre fatto parte dell'alimentazione umana.

Gli insetti più consumati nel mondo sono: i coleotteri, (31%), lepidotteri, specialmente bruchi (18%), api (anche allo stato larvale), vespe e formiche (intorno al 14%), cavallette, locuste e grilli (13%), ma non solo vengono consumati anche cicale, cicadelle, omotteri, cocciniglie (10%), termiti (3%),

⁹ Wikipedia.

¹⁰ Con il termine simbiosi si indica una stretta relazione biologica, a lungo termine tra due o più organismi.

libellule (35), mosche (2%), e altre specie come cimici acquatiche, cavallette, falene, tonchi, uova di formica, punteruoli.¹¹

Gli insetti vengono mangiati a diversi stadi del loro sviluppo, a seconda della specie: i lepidotteri solitamente sono consumati interi, mentre gli imenotteri allo stadio larvale o pupale; i coleotteri vengono consumati sia nello stadio di adulti sia in quello larvale; gli ortotteri, gli omotteri, gli isotteri e i rincoti sono consumati negli stadi adulti.¹²

I principali paesi nei quali gli insetti rappresentano il piatto principale sulla tavola e sono visti come cibo comune sono il Messico, varie nazioni del Centro e Sud Africa e del Sud Est Asiatico.¹³

5.1. STORIA DELL'ENTOMOFAGIA

Risulta interessante approfondire da quanto tempo gli insetti siano considerati un alimento, anche per capire come la nostra alimentazione sia cambiata nel corso dei secoli e sia profondamente legata alla cultura e all'area geografica.

L'entomofagia è un esempio perfetto delle diversità culturali che esistono tra i vari paesi del mondo dove in alcuni di essi, gli insetti rappresentano delle vere e proprie prelibatezze mentre in altri la sola presenza di insetti dentro una cucina di un ristorante può significare la chiusura dell'attività.¹⁴

L'alimentazione a base di insetti risale a tempi antichissimi, si presume infatti che gli uomini primitivi si cibassero anche di questi animali dato che sono state ritrovate delle tracce di insetti contenute nelle ceneri che risalgono all'era preistorica.¹⁵

Le prime fonti letterarie che parlano del consumo di insetti da parte degli esseri umani si ritrovano nei testi religiosi, in particolare nella Bibbia dove nel libro del Levitico vengono descritti gli insetti che possono essere mangiati, tra i quali sono

¹¹ FAO (2013), "Edible insects: future prospects for food and feed security".

¹² *Ibidem*

¹³ *Ibidem*.

¹⁴ Crunchy-bites.com

¹⁵ *Ibidem*.

considerati commestibili le cavallette, le locuste, gli acridi e i grilli, mentre tutti gli altri sono considerati proibiti:

“20 Sarà per voi in abominio anche ogni insetto alato, che cammina su quattro piedi. 21 Però fra tutti gli insetti alati che camminano su quattro piedi, potrete mangiare quelli che hanno due zampe sopra i piedi, per saltare sulla terra. 22 Perciò potrete mangiare i seguenti: ogni specie di cavalletta, ogni specie di locusta, ogni specie di acridi e ogni specie di grillo. 23 Ogni altro insetto alato che ha quattro piedi lo terrete in abominio! 24 Per i seguenti animali diventerete immondi: chiunque toccherà il loro cadavere sarà immondo fino alla sera 25 e chiunque trasporterà i loro cadaveri si dovrà lavare le vesti e sarà immondo fino alla sera.” (Levitico XI, 20-25)

Inoltre sempre nel Levitico sono definite anche le creature di mare che possono essere mangiate, dalle quali sono esclusi tutti gli insetti e i crostacei:

“9 Questi sono gli animali che potrete mangiare fra tutti quelli acquatici. Potrete mangiare quanti hanno pinne e squame, sia nei mari, sia nei fiumi. 10 Ma di tutti gli animali, che si muovono o vivono nelle acque, nei mari e nei fiumi, quanti non hanno né pinne né squame, li terrete in abominio. 11 Essi saranno per voi in abominio; non mangerete la loro carne e terrete in abominio i loro cadaveri. 12 Tutto ciò che non ha né pinne né squame nelle acque sarà per voi in abominio.” (Levitico XI, 9-12)

Ci sono anche dei riferimenti sul consumo di insetti da parte degli islamici, che si cibano di locuste, api, formiche e termiti, e nella letteratura ebraica.¹⁶

Sono state ritrovate delle testimonianze risalenti al secolo VIII a.C., nelle quali veniva evidenziato il consumo di locuste nei banchetti che avvenivano nel palazzo di Asurbanipal, nella città di Ninive.¹⁷

In Europa, il primo riferimento sull'utilizzo di insetti come alimento si ritrova in Grecia dove le cicale erano considerate delle prelibatezze, perfino Aristotele nella

¹⁶ FAO (2013), “Edible insects: future prospects for food and feed security”

¹⁷ *Ibidem.*

sua “*Historia Animalium*” parla del consumo di cicale. Anche Plinio il Vecchio nel suo “*Historia Naturalis*” descrive il consumo del “Cossus”, un piatto tipico dei romani, composto da larve di *Cerambyx cerdo* che si potevano raccogliere negli alberi di quercia.¹⁸

Facendo dei passi in avanti nel tempo ritroviamo ulteriori testimonianze riguardanti l’entomofagia, anche se nel nostro continente sono molto scarse. In Italia, Aldrovandi¹⁹ nel suo trattato “*De Animalibus Insectis Libri Septem*” del 1602, narra di come i soldati tedeschi si cibavano di bachi da seta fritti.²⁰

Verso il XVI e XVII secolo in Asia, in Africa e in Oceania il consumo di insetti continua a rappresentare un’importante fonte di alimentazione, molto probabilmente a causa delle condizioni climatiche e geografiche che non permettevano facilmente l’allevamento di animali ed anche dell’isolamento culturale di questi paesi.²¹

Al contrario, in Europa e in America (soprattutto con l’arrivo dei colonizzatori) con il passare del tempo e, la cultura dell’entomofagia si è allontanata sempre di più, creando anche dei pregiudizi verso coloro che si nutrivano di insetti.²²

Recentemente anche in Oceania, a causa dell’arrivo sempre più numeroso di popoli provenienti da culture e paesi completamente diversi, questa pratica è stata abbandonata.²³

Oggi anche nel mondo occidentale l’entomofagia è andata totalmente dispersa arrivando addirittura a sentimenti di disgusto verso questa pratica considerata così lontana dalle nostre abitudini e credenze.

¹⁸ FAO (2013), “Edible insects: future prospects for food and feed security”

¹⁹ Ulysse Aldrovandi è stato un naturalista ed entomologo italiano, considerato come guida e riferimento per i naturalisti italiani contemporanei.

²⁰ FAO (2013), “Edible insects: future prospects for food and feed security”

²¹ Crunchy-bites.com

²² *Ibidem.*

²³ *Ibidem*

5.2. L'ENTOMOFAGIA NEL MONDO

L'entomofagia non deve essere vista come una pratica degli uomini primitivi, infatti, come già affermato in precedenza, in numerosi paesi del mondo risulta essere la fonte di cibo principale. Secondo la FAO in almeno 90 paesi gli insetti rappresentano un alimento comunissimo, alcune specie risultano essere addirittura un alimento molto pregiato.

Di seguito sono riportati alcuni esempi delle principali specie di insetti consumati nei vari paesi del mondo.

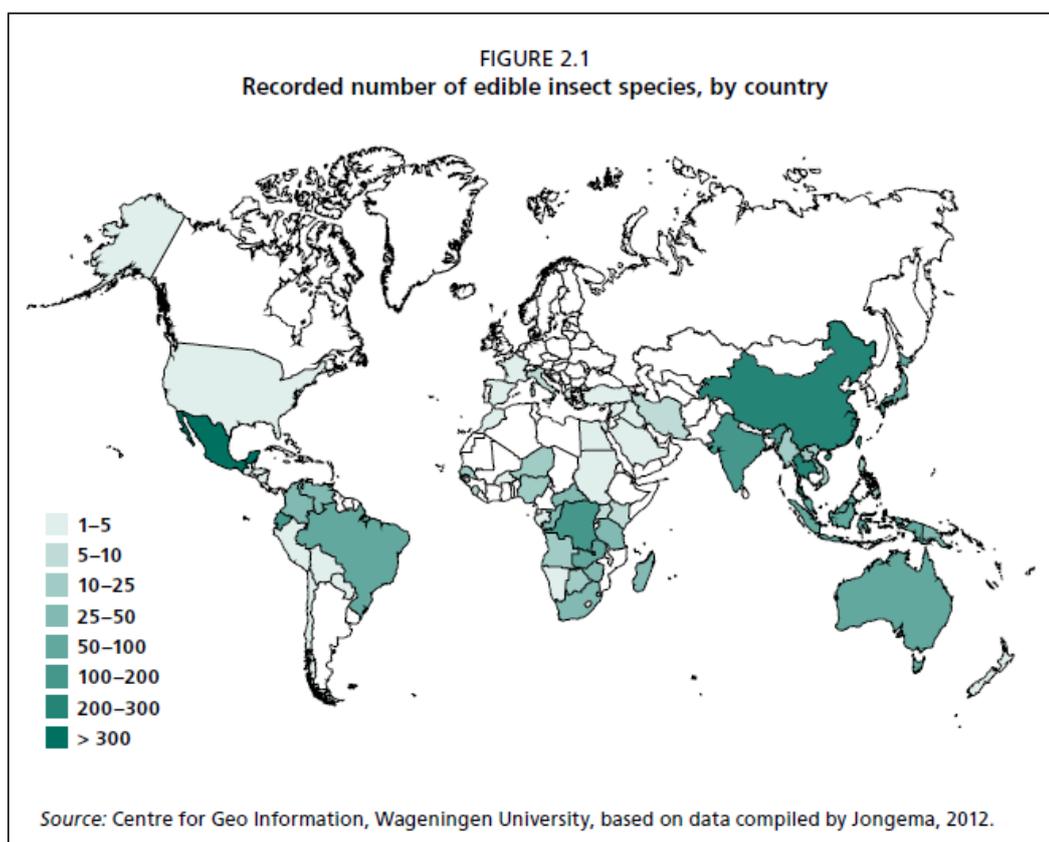


FIGURA 2: INSETTI CONSUMATI NEL MONDO (FAO, 2013)

5.2.1. AFRICA

L’Africa risulta essere un continente caratterizzato dal consumo alimentare di insetti tanto che in alcune aree, come l’Africa centrale, essi soddisfano più del 50% del fabbisogno di proteine animali²⁴ soprattutto nei periodi in cui scarseggiano gli alimenti base, come nella stagione delle piogge.

Secondo uno studio, sono state rilevate ben 470 specie di insetti commestibili in Africa: il centro Africa conta circa 256 specie, nel sud dell’Africa invece si possono ritrovare circa 164 specie, a est del continente circa 110, a ovest un totale di 91 specie, mentre al nord sono state rilevate solo 8 specie.²⁵

Nella Repubblica Democratica del Congo, nella capitale Kinshasa, vengono consumati circa 300 g di bruchi alla settimana²⁶.

In Angola, le specie maggiormente consumate sono le termiti, i bruchi e le larve del punteruolo della palma, le locuste e i grilli, raccolti principalmente dalle donne e dai bambini.²⁷

In Nigeria è molto diffuso il consumo dell’*Anaphe Venata*, che è molto ricca di grasso, e quindi in grado di apportare molta energia, e della *Cirina Forda* il cui prezzo di vendita dei mercati è addirittura doppio rispetto a quello del manzo.²⁸

²⁴ Maurizio Guido Paoletti e Angelo Leandro Dreon (2005), “Ecological Implications of Minilivestock. Potential of Insects, Rodents, Frogs and Snails” Science Publishers (cap.1 “Minilivestock Environment, Sustainability, and Local Knowledge Disappearance”).

²⁵ S. Kelemu, S. Niassy, B. Torto, K. Fiaboe, H. Affognon, H. Tonnang, N.K. Maniania and S. Ekesi (2015), “African edible insects for food and feed: inventory, diversity, commonalities and contribution to food security” Journal of Insects as Food and Feed Wageningen Academic Publisher vol.1, n.2: 103-119.

²⁶ FAO (2013), “Edible insects Future prospects for food and feed security”

²⁷ S. Kelemu, S. Niassy, B. Torto, K. Fiaboe, H. Affognon, H. Tonnang, N.K. Maniania and S. Ekesi (2015), “*African edible insects for food and feed: inventory, diversity, commonalities and contribution to food security*” Journal of Insects as Food and Feed Wageningen Academic Publisher vol.1, n.2: 103-119.

²⁸ FAO (2013), “Edible insects Future prospects for food and feed security”

Nel sud dell’Africa (in particolare in Zambia, Botswana e Lesotho) le specie più consumate sono la locusta rossa (*Nomadacris septemfasciata*) e la locusta del Brown (*Locustana pardalina*).

Inoltre sono consumate anche varie specie di grilli, scarabei rinoceronti, termiti (soprattutto nel sud dell’Africa), api (allo stato di larva), formiche (soprattutto *Carebara Vidua*, *Carebara lignata*, *Oecophylla longinoda*) e vespe (soprattutto in Madagascar e Mauritius).²⁹

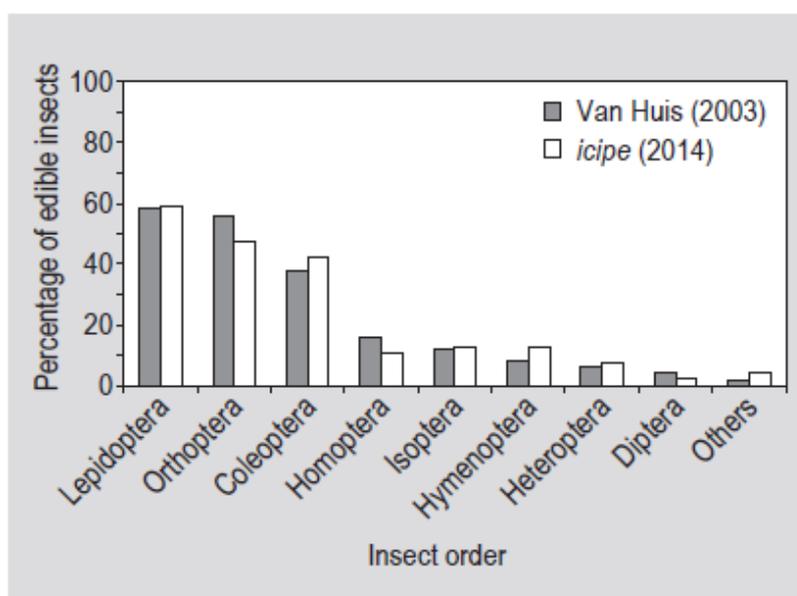


FIGURA 3: PERCENTUALI DEI PRINCIPALI GRUPPI TASSONOMICI DEGLI INSETTI EDIBILI IN AFRICA (JOURNAL OF INSECTS AS FOOD AND FEED, 2015 WAGENINGEN ACADEMIC PUBLISHERS)

5.2.2. AMERICA LATINA

Il Messico è un paese che utilizza molto gli insetti come fonte di cibo, vengono consumate circa cento specie. La diffusione dell’entomofagia è maggiore nelle aree rurali ma comunque resta sviluppata anche nelle grandi città, come nella capitale Città del Messico, dove gli insetti rappresentano un prodotto diffuso e

²⁹ FAO (2013), “Edible insects Future prospects for food and feed security”

molto apprezzato, esistono addirittura ristoranti di lusso che offrono pietanze a base di insetto.

L' "ahuahutle" (caviale messicano) è un prodotto tipico messicano che deriva dalle uova delle formiche nere. Questi insetti costituivano popolazioni di grande entità nei laghi salati del Messico e sono stati allevati per secoli, l'allevamento avviene nei laghi, poiché rappresentano il loro habitat tipico, dove vengono portate delle foglie che costituiscono le esche su cui depongono le uova e immerse nell'acqua. Dopo circa tre settimane, le foglie vengono portate a riva e stese ad essiccare al sole. Ad essiccazione avvenuta si procede allo scuotimento, facendo così cadere le uova.³⁰

Sono consumate inoltre le *escamoles*, che sono gli stadi immaturi della formica, le api dei generi *Melipona* e *Scaptotrigona* e le formiche del miele (*Myrmecocystus*) del genere *Atta*.³¹

Vengono inoltre consumate le larve della farfalla gigante che sono anche esportate negli Stati Uniti, Canada, Francia e Giappone e il verme rosso dell'Agave (*Comadia redtenbacheri*), venduto nei mercati ed utilizzato per la preparazione del *Mezcal*³².

In Ecuador l'entomofagia è una vera e propria tradizione, soprattutto nelle aree meno urbanizzate delle Ande e dell'Amazzonia. In Venezuela il cosiddetto "verme della palma" (*Rhynchophorus palmarum*) viene consumato in grandi quantità e catturato in seguito all'abbattimento dell'albero su cui vive.³³

Alcuni studi effettuati in Brasile, Colombia, Paraguay e Perù hanno raccolto numerosi dati riguardo l'approvvigionamento degli insetti, secondo i quali è compito riservato, nella maggior parte dei casi, a donne e bambini.

³⁰ Gene DeFoliart (1999), "The Human Use of Insects as a Food Resource: A bibliographic Account in Progress"

³¹ *Ibidem*

³² Il Mezcal (in italiano mescal) è un distillato prodotto in Messico, ottenuto dalla pianta dell'agave. Per aromatizzarlo viene inserita una larva di *Scyphophorus aucupunctatus* o della *Comadia Redtenbacheri*.

³³ "Il progetto edibile insects nutrire il pianeta con nuove fonti sostenibili", AA. VV.

Le formiche del genere *Atta* vengono allevate anche su funghi appositamente coltivati e in Colombia sono ritenute una vera e propria prelibatezza se tostate.³⁴

5.2.3. OCEANIA

In Australia ci sono stati numerosi fattori che hanno favorito l'alimentazione a base di insetti non solo nel passato ma anche oggi come l'aridità del territorio, l'imprevedibilità delle piogge e la presenza di aree che si trovavano lontano da fonti idriche. In ogni caso non è semplice generalizzare a tutto il territorio data la diversità geologica, infatti il consumo di insetti dipendeva soprattutto dalla disponibilità e dalla necessità di questi rispetto agli alimenti tradizionali.³⁵

Come accade in Africa, il compito di raccogliere insetti spetta alle donne mentre agli uomini spetta il compito della caccia.³⁶

Gli aborigeni erano soliti cibarsi di alcune specie di insetti utilizzati come fonte di zucchero e di grasso. Le specie più utilizzate come alimento erano i vermi del legno (chiamati dagli aborigeni "*witjuti grubs*"), i bardi *grubs*, i "*bogong moth*" (*Agrotis Infusa*) e chioccioline del genere *Helix aspera* e tra gli Imenotteri importanti sono le "*sugar bag*" ovvero api native.³⁷

Negli ultimi 200 anni il consumo di insetti da parte degli aborigeni è diventato sempre minore a causa dell'adozione sempre più frequente di diete europee.³⁸

Gli australiani non indigeni non hanno adottato invece la pratica dell'entomofagia e ad oggi resta solo un interesse riguardante i cibi indigeni da parte dei turisti.³⁹

In Papua Nuova Guinea, gli Asmat consumano una larva denominata "*sago*", appartenente al genere *Rhynchophorus* (coleotteri), che raccolgono nei tronchi marci della Palma di Sago⁴⁰

³⁴ G. DeFoliart, *op. cit.*

³⁵ Il progetto edible insects. Nutrire il pianeta con nuove fonti sostenibili" AA.VV

³⁶ *Ibidem.*

³⁷ FAO (2010), "Forest insects as food: humans bite back".

³⁸ Crunchy-bites.com.

³⁹ FAO (2010), "Forest insects as food: humans bite back".

⁴⁰ *Ibidem.*

In Nuova Zelanda l'unico insetto ancora consumato regolarmente è l'"*huhu grub*", denominazione all'interno della quale rientrano gli stadi di larva, pupa e adulto di *Prionoplus reticularis*, un Coleottero appartenente ai *Cerambycidae*.⁴¹

5.2.4. ASIA

In Asia il consumo di insetti sia per l'alimentazione umana sia per quella animale risale a numerosissimi anni fa (si pensa fino a 3.200)⁴².

In Giappone si consuma un buon numero di insetti che storicamente rappresentavano un'importante fonte proteica per quelle persone che, vivendo lontane dalle coste, non potevano approfittare del pesce e della carne.

I piatti più importanti a base di insetto sono le cavallette (della specie *Inago*) consumate previa stufatura; lo "*Zazamushi*" (letteralmente "insetti sotto la corrente lenta"), il cui termine indica le specie di insetti appartenenti alle famiglie *Trichoptera* e *Megaloptera* (come *Stenopsyche griseipennis* Mac Lachlan, *Hydropsyche* sp., *Parastenopsyche sauteri* Ulmer, *Protohermes grandis* Thunberg). Le larve di queste specie vivono sotto le pietre nel basso fondo del fiume e vengono catturate nei periodi dell'anno quando il flusso di acqua si riduce e la temperatura si abbassa, quindi tra dicembre e febbraio. Per la cattura di questi insetti vengono utilizzate le reti e dopo essere state pescate, vengono lavate con acqua tiepida per togliere la sabbia e cotte a fiamma alta con salsa di soia e zucchero⁴³.

La Cina rappresenta un territorio molto esteso e per questo motivo risulta molto difficile fare delle considerazioni generali sul consumo di insetti dato anche che la realtà rurale potrebbe differire molto da quella urbana.⁴⁴

Nelle campagne cinesi gli insetti che vengono mangiati sono le pupe del baco da seta, le cicale, i grilli, i coleotteri giganti e gli scarafaggi⁴⁵.

⁴¹ FAO (2010), "Forest insects as food: humans bite back".

⁴² A.L. Yen (2015), "Insects as food and feed in the Asia Pacific region: current perspectives and future directions" *Journal of Insects as Food and Feed* Wageningen Academic Publisher vol.1, n.1: 33-55.

⁴³ FondazioneSlowFood.com

⁴⁴ "Il progetto edible insects. Nutrire il pianeta con nuove fonti sostenibili" AA.VV

Sono molto consumate le vespe, soprattutto nella provincia di Yunnan, dove se ne contano addirittura 12 specie edibili.⁴⁶

Altre specie consumate sono il baco da seta, larve di cicale, scorpioni, cavallette.⁴⁷



FIGURA 4: ALLEVAMENTO DI BACHI DA SETA A HUZHOU, CINA

In India sono consumate varie specie di insetti tra cui le pupe del baco da seta che sono state utilizzate non solo come nutrimento per gli umani ma nello Sri Lanka sono state utilizzate al posto dei mangimi a base di pesce per il pollame; le larve di insetti sono mangiate nella maggior parte dei casi fritte; le larve, le pupe e le uova delle api (*Apis mellifera*) sono molto apprezzate e vengono mangiate nel favo.⁴⁸

Nel nord-est dell'India sono consumate varie specie di *Orthoptera*, *Coleoptera*, *Isoptera*, *Hemiptera*, *Lepidoptera* e *Hymenoptera* tra cui ricordiamo *Ochrophora*

⁴⁵ Italbugs.com

⁴⁶ FAO (2010), "Forest insects as food: humans bite back"

⁴⁷ Chinahopelive.net

⁴⁸ G. DeFoliart, *op.cit.*

montana utilizzata anche per l'estrazione di olio. Tra le varie specie di bachi utilizzate come alimento *Samia ricini* risulta apprezzata al punto che la seta ne rappresenta un sottoprodotto⁴⁹.

La Thailandia è forse il paese che vanta un'antica e ancora viva tradizione gastronomica, nelle zone agricole del paese e nei mercati delle principali città come Bangkok, gli insetti sono sempre presenti e cucinati anche in svariati modi (fritti, bolliti, alla griglia). Questi si possono trovare anche nei supermercati già cotti oppure congelati ancora da cuocere.⁵⁰ Gli insetti vengono spesso raccolti durante la notte, per poi essere conservati in frigorifero e utilizzati in seguito come un ingrediente per aggiungere proteine e fibre altri alimenti come per esempio zuppe o minestre.⁵¹

Alcune specie in particolare sono servite nei ristoranti più prestigiosi.

Le specie più popolari sono le cimici giganti di acqua, ma sono anche consumati gli scarabei stercorari e le loro larve, grilli e larve di imenotteri, coleotteri e tarme, le libellule e le ninfe vengono consumate rispettivamente nella zona Ubon ed Hua Hin, mentre gli scarafaggi a Korat e Hua Hin⁵².

Nelle Filippine gli insetti più consumati sono le cavallette (soprattutto *Locusta migratoria*), le formiche, i grillotalpa, gli scarabei d'acqua, le cavallette verdi, le larve di libellula e le larve di api che producono miele (*Apis cerana fabricius e A. dorsata fabricius*).⁵³

In Indonesia sono consumate varie specie di insetti, tra cui formiche, api, mosche, vermi, cicale, punteruolo della palma.⁵⁴

Nel territorio della Nuova Guinea Occidentale la cattura del "*Sago grub*" è un'occupazione effettuata dagli uomini che abbattano le palme così che i tronchi

⁴⁹ "Il progetto edible insects. Nutrire il pianeta con nuove fonti sostenibili" AA.VV

⁵⁰ FAO, 2013 "Edible insects: future prospects for food and feed security".

⁵¹ Italbugs.com

⁵² G. DeFoliart, op.cit.

⁵³ FAO, 2010 "Forest insects as food: humans bite back".

⁵⁴ DeFoliart, op.cit.

abbandonati siano invasi dalle larve e in seguito sia possibile effettuarne la raccolta, il consumo avviene dopo un processo di arrostimento.⁵⁵

5.3. ENTOMOFAGIA IN EUROPA

La maggior parte degli europei al solo sentir dire insetti commestibili storce il naso, in realtà, soprattutto in Italia, sono conosciuti già da tempo questi alimenti.

Chi è che non ha mai sentito parlare del “Casu Fràzig” ovvero il formaggio tipico sardo?

Nella nostra tradizione italiana, ma non solo, anche in altre nazioni europee, esistono prodotti tipici e storici a base di insetti. Di seguito vengono riportati alcuni di questi prodotti tipici al fine di capire se la barriera culturale che è stata messa davanti all'alimentazione basata sugli insetti possa essere sconfitta dato che abbiamo, anche se in piccola parte, sfruttato le potenzialità di questi animali, nel rispetto sempre di una produzione e conservazione corretta dal punto di vista igienico sanitario.

5.3.1. CASU FRAZIGU

Questo formaggio, meglio conosciuto come “Casu Martzu”⁵⁶ (formaggio marcio), è un prodotto tipico della Sardegna. Dal nome già si intuisce che è un prodotto molto particolare, infatti è un formaggio caprino colonizzato dalle larve della mosca casearia (*Piophilha casei*) chiamata anche mosca del formaggio.

Il formaggio ottiene il suo aspetto caratteristico grazie all'insetto che depone le uova nella forma, dalle quali nascono le larve che ne traggono il nutrimento fino al loro sviluppo completo, dopo il quale deporranno altre uova in altre forme di formaggio.

Ovviamente questo metodo di produzione non può essere accettato da un punto di vista igienico sanitario, infatti le norme tecniche emanate dall'Unione europea non ne consentono più la produzione ed è proibita dalla legge la commercializzazione.

⁵⁵ FAO, 2010 “Forest insects as food: humans bite back”.

⁵⁶ Wikipedia.

Così per poter salvaguardare questo prodotto la regione Sardegna lo ha inserito nell'elenco dei prodotti agroalimentari tradizionali italiani: tale riconoscimento certifica che la produzione è codificata da oltre 25 anni così da poter richiedere una deroga rispetto alle normali norme igienico-sanitarie.

Questo tipo di formaggio non viene prodotto solo in Sardegna ma anche in altre regioni italiane come riporta l'elenco seguente:

- il marchetto (o cace fraceche) in Abruzzo;
- il gorgonzola co-i grilli (lett: gorgonzola coi grilli; dove con "grilli" si intendono dialettalmente i vermi nell'atto di saltare) in Liguria;
- il salterello nel Friuli;
- il furmai nis (formaggio nisso) in Emilia-Romagna;
- il frmag punt (formaggio punto) a Bari;
- il casu du quagghiu in Calabria;
- il caciè punt (formaggio punto) nel Molise;
- il bross ch'a marcia (formaggio che cammina) in Piemonte;
- il casu puntu a Salento.

5.3.2. FORMAGGIO MILBENKÄSE

Il formaggio *Milbenkäse* (“formaggio agli acari”)⁵⁷ è un prodotto tipico tedesco. La sua particolarità sta nella preparazione e nei suoi ingredienti. Infatti l'elemento principale di questo prodotto sono gli acari del formaggio (*Tyroglyphus casei*) che vengono mangiati insieme al formaggio al momento del consumo.

5.3.3. MIMOLETTE

La Mimolette⁵⁸ è un formaggio tipico della Francia. Il colore arancione tipico di questo formaggio deriva da un colorante naturale ricavato dalla pianta *Bixa orellana* e le asperità della crosta derivano dalla presenza di acari del formaggio (*Tyroglyphus casei*).

⁵⁷ Wikipedia.

⁵⁸ Wikipedia.

5.3.4.COCCINIGLIA

La cocciniglia⁵⁹ è un colorante ricavato dall'omonimo insetto appartenente alla famiglia della coccoidea, in particolare dalle femmine della specie *Dactylopius*, *Dactylopius coccus* e della specie *Kermes vermilio*. L'acido carminico, che è la molecola colorata, può essere estratto anche da batteri modificati a tale scopo. L'insetto secerne un liquido molto denso e intensamente colorato che usa come involucri per proteggersi dai predatori. Per produrre un chilogrammo di colorante occorrono circa 80-100 mila insetti. Una volta ottenuta la polvere macinando il carapace degli insetti, questa viene trattata con acqua calda per estrarre l'acido carminico. La cocciniglia viene utilizzata per produrre gran parte dei coloranti rossi utilizzati nell'industria alimentare (noto come E 120) e, in misura minore, nella tintura dei tessuti. Dato l'elevato costo ultimamente viene spesso sostituita da coloranti di sintesi.

I prodotti alimentari che possono contenere cocciniglia sono generalmente i prodotti di colore rosso, in particolare:

- caramelle rosse, viola, rosa
- yogurt
- marzapane
- dolci ai frutti
- salumi, salsicce, salamelle
- gelatine
- gelati
- succhi di frutta
- liquori (Bitter, Campari, Alchermes)

⁵⁹ Wikipedia.

5.4. PRODOTTI A BASE DI INSETTO

Attualmente, soprattutto nel nostro continente, esistono varie metodologie per poter cucinare gli insetti, infatti questi possono essere: essiccati, fritti, disidratati e non solo, alcune aziende hanno trovato un escamotage per ridurre l'impatto visivo dell'insetto morto nel piatto creando delle farine a base di insetto (quella più comune è a base di grillo) che risultano essere sicuramente molto più appetibili alla nostra vista e che possono essere utilizzate come le nostre farine normali. Altre modalità possono essere gli insetti ricoperti di cioccolato, estrusi a base di insetti, hamburger (gli insetti più utilizzati sono vermi e larve che hanno la consistenza tale da poter essere modellati come i normali hamburger), salse (misure dolci e salate fatte in genere con larve delle tarme della farina, ma si trovano anche composte da formiche), gelati, biscotti, lecca-lecca (con all'interno insetti interi).⁶⁰

⁶⁰ Crunchy-bites.com



FIGURA 5: COCCINIGLIA, COLORANTE RICAVATO DALL'OMONIMO INSETTO (WIKIPEDIA)



FIGURA 6: CASU MARTZU, FORMAGGIO TIPICO SARDO (WIKIPEDIA)



FIGURA 7: PASTA A BASE DI INSETTI (ALDENTO, GOFFARD SISTERS)



FIGURA 8: LECCA-LECCA CON INSETTI



FIGURA 9: SCORPIONI DISIDRATATI RICOPERTI DI CIOCCOLATO (A.A. INSETTICOMMESTIBILI)



FIGURA 10: BARRETTA PROTEICA A BASE DI INSETTI (A.A. INSETTICOMMESTIBILI)

6. MANGIMI A BASE DI INSETTO

Gli aspetti positivi legati all'alimentazione da insetti sono molti, in particolare possono essere usati non solo come cibo commestibile per gli umani ma anche per gli animali.

L'utilizzo degli insetti come mangimi è un'importante risorsa da non sottovalutare, dato anche il crescente aumento sia del prezzo dei mangimi a base di pesce sia della richiesta mondiale di mangimi, e il crescente sviluppo dell'allevamento del pollame, soprattutto negli ultimi venti anni.⁶¹ Per questi motivi è importante trovare, se possibile, delle fonti nutrizionali diverse per gli animali.

Gli insetti, quindi, potrebbero essere un'importante fonte da poter utilizzare. Questi, infatti, possono offrire un grande apporto energetico e nutrizionale e sono inoltre delle fonti di cibo naturali per molti animali come appunto per i pesci, i maiali o per il pollame⁶² (da sempre i polli si cibano di vermi o larve che trovano nel loro allevamento e lo stesso vale per le larve che vengono utilizzate come esche per pescare i pesci).

Anche in Europa sono utilizzati dei mangimi di origine animale o vegetale per fornire al pollame un quantitativo necessario di aminoacidi essenziali come per esempio la lisina, la metionina, la cistina, mentre in alcuni insetti sono stati ritrovati bassi quantitativi di istidina, lisina e triptofano rispetto a quelli contenuti nei mangimi a base di pesce o soia. Nel Togo e in Burkina Faso, per esempio, sono già utilizzate le termiti come mangimi per i polli. Inoltre si pensa che la chitina (il polisaccaride contenuto nell'esoscheletro degli insetti) potrebbe avere degli effetti positivi sul sistema immunitario degli animali.⁶³

⁶¹ FAO (2013), "Edible insects: future prospects for food and feed security".

⁶² *Ibidem*.

⁶³ *Ibidem*.

Per quanto riguarda i possibili benefici della chitina sono state svolte delle ricerche condotte sui topi che hanno dimostrato delle proprietà anti-virali e anti-tumorali di questa e inoltre i suoi effetti sulle risposte immunitarie innate e adattative.

Anche gli studi condotti su trota e carpa hanno messo in evidenza come la chitina abbia effetti immunostimolanti incrementando sia l'attività dei macrofagi che quella del lisozima e dei neutrofili con un conseguente aumento della sopravvivenza alle infezioni di diversi patogeni. Anche nei polli gli studi condotti hanno mostrato come il chitosano, prodotto dalla deacetilazione della chitina, e i chitoligosaccaridi, derivati dalla degradazione del chitosano e della chitina siano in grado di stimolare il sistema immunitario, di promuovere la crescita di batteri "buoni" e di inibire la crescita dei microrganismi patogeni. Ad esempio, la presenza di un quantitativo pari al 2,8% di chitina nell'alimentazione dei polli ha portato ad un aumento della popolazione intestinale di *Lactobacillus* e ad un decremento intestinale di *Escherichia coli* e ciecalle di *Salmonella*. In questo modo gli insetti potrebbero rappresentare un interessante elemento per la prevenzione delle infezioni batteriche nei pesci, nei polli e nel bestiame, evitando così il ricorso ad antibiotici che potrebbero portare a delle conseguenze dannose anche per gli uomini (nei casi in cui i tempi di sospensione non siano rispettati).⁶⁴

La FAO ha definito le specie di insetti che possono essere utilizzate come mangime per i pesci e per il pollame; tra questi rientrano per esempio la locusta del deserto (*Schistocerca gregaria*), le larve della mosca comune (*Musca domestica*), il baco da seta domestico (*Bombyx mori*), la mosca soldato nera, le cavallette e i termiti.

Per capire se davvero l'alimentazione a base di insetto potesse apportare benefici al pollame sono stati svolti alcuni studi⁶⁵, i quali hanno evidenziato che le specie di insetto che possono essere utilizzate sono: la mosca soldato (*Hermetia illucens*)

⁶⁴ "Il progetto edible insects. Nutrire il pianeta con nuove fonti sostenibili" AA.VV

⁶⁵ FAO (2013), "Edible insects: future prospects for food and feed security" e EFSA (2015), "Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed".

e la pupa di mosca domestica (*Musca domestica*) che potrebbe essere una valida alternativa alla soia per le diete dei polli; lo stadio di pupa dei bachi da seta potrebbe invece, rimpiazzare i mangimi a base di pesce per i polli utilizzati per la produzione di uova, oppure apportare il 50% del valore nutrizionale necessario per i polli; lo stesso vale per le cavallette e i grilli mormoni (*Anabrus simplex*) che sono in grado di rimpiazzare un intero pasto a base di pesce o di farina di soia; il *Tenebrio molitor* potrebbe diventare un importante sostituto della soia; inoltre anche altre specie di insetti come il grillo domestico (*Acheta domesticus*), il baco da seta, il tenebrione (*Alphitobius diaperinus*), il *Tribolium castaneum* e le termiti sono risultate dei promettenti pasti per il pollame.⁶⁶

Anche per i pesci possono essere utilizzate numerose specie di insetti al posto dei mangimi convenzionali. Il 5% degli allevatori utilizza le termiti per i propri pesci; per esempio negli stagni del sud-est dell'Asia sono posizionate una serie di luci fluorescenti che hanno lo scopo di attirare gli insetti così da poter essere poi mangiati dai pesci contenuti nello stagno.⁶⁷

In alcuni studi la quaglia giapponese è stata allevata utilizzando come mangimi la locusta appartenente alla specie *Oxya* e i risultati ottenuti hanno determinato che sostituendo il 50% del mangime di origine ittica con la locusta i parametri riguardanti la crescita delle quaglie sono stati nettamente superiori.⁶⁸

Altri studi condotti su trota, spigola, orata, pagello e pesce gatto alimentati con farine del coleottero (*Tenebrio molitor*) non hanno mostrato nessuna differenza significativa per quanto riguarda i parametri di crescita (incremento ponderale, indice di conversione alimentare, efficienza proteica, tasso di accrescimento specifico).⁶⁹

In questo momento si sta valutando anche l'utilizzo degli insetti come possibili mangimi per gli animali domestici.

⁶⁶ FAO (2013), "Edible insects: future prospects for food and feed security".

⁶⁷ *Ibidem*.

⁶⁸ *Ibidem*.

⁶⁹ "Il progetto edible insects. Nutrire il pianeta con nuove fonti sostenibili" AA.VV

Ovviamente gli insetti non devono sostituire al 100% tutti gli alimenti utilizzati per i mangimi⁷⁰, però in un mercato dove la domanda è sempre maggiore e i prezzi sono sempre in aumento, avere un'alternativa per tutti gli allevatori che possa apportare dei benefici anche a livello ambientale è senza ombra di dubbio un aspetto da tenere in considerazione e da sviluppare per cercare di aumentare la produzione e il mercato.

Fondamentale anche per l'allevamento degli insetti destinati ad un uso animale è la sicurezza del prodotto, infatti deve essere considerata l'adozione di idonei substrati che non contaminino gli insetti, le malattie che possono essere trasmesse, le modalità di manipolazione, i farmaci che possono essere somministrati agli insetti in caso di malattie e i rispettivi tempi di sospensione.

⁷⁰ FAO (2013), "Edible insects: future prospects for food and feed security".

7. ENTOMOLOGIA

Per la stesura di questo capitolo se non specificatamente indicato la fonte dei dati esposti è Wikipedia.

Gli insetti sono una classe di animali che appartengono al *phylum* degli *Arthropoda* e rappresentano i cinque sestimi dell'intero regno animale contando più di un milione di specie.

Si ritiene, grazie alla scoperta di alcuni fossili, che i primi insetti risalgono al periodo Devoniano⁷¹

7.1. MORFOLOGIA

Il nome "insetto" deriva dalla struttura metamERICA del loro corpo che è di tipo eteronoma. Il corpo dell'insetto è diviso in tre regioni morfologiche: capo, torace e addome, definite anche "tagmi"; le appendici sono rappresentate da antenne, zampe e ali.

L'intero corpo è racchiuso in un esoscheletro, formato da sostanze organiche che gli conferiscono una specifica robustezza.

7.1.1. CAPO

In questa regione si sviluppano due funzioni ovvero la percezione degli stimoli sensoriali e la prima fase dell'alimentazione. In questa regione sono presenti un paio di antenne, due occhi composti, due o tre ocelli e le appendici dell'apparato boccale composto da gnatiti (labbro superiore, un paio di mandibole, un paio di mascelle, labbro inferiore). L'apparato boccale tipico è quello masticatore che ha il compito di prendere e tritare gli alimenti solidi; in alcuni insetti possono essere presenti delle modificazioni anatomiche, morfologiche e funzionali che permettono l'utilizzo di altre modalità di nutrimento, in questi casi si definisce apparato pungente-succhiante, succhiante o lambente-succhiante.

⁷¹ Il Devoniano è il quarto dei sei periodi in cui è suddivisa l'era del Paleozoico

7.1.2. TORACE

Nella regione toracica si trovano gli organi motori ed è divisa in protorace, mesotorace e metatorace. La maggior parte degli insetti possiede una coppia di zampe per ogni segmento toracico, che possono in alcuni casi ridursi o scomparire. Le zampe sono delle appendici libere e pluriarticolate, la cui funzione primaria è quella motoria. All'estremità di queste si trovano le unghie, che consentono l'adesione a superfici scabrose. In alcune larve, invece, sono presenti anche organi di locomozione addominali definiti "pseudozampe", in altre possono essere atrofiche o mancare del tutto. Alcuni insetti presentano degli adattamenti morfologici e anatomici finalizzati ad altre funzioni come il nuoto, la predazione, lo scavo, il salto.

In tutti gli insetti adulti, ad eccezione degli *Apterygota*, sono presenti le ali, portate dal mesotorace e dal metatorace. Queste sono delle espansioni laterali dell'esoscheletro del torace che però sono del tutto prive di muscoli intrinseci, infatti il movimento deriva all'azione dei muscoli situati nel torace. Le ali anteriori spesso possiedono uno sviluppo maggiore e possono essere presenti specifici organi di collegamento per la sincronizzazione dei movimenti. La loro funzione principale è il volo ma in alcuni casi gli adattamenti possono alterare questa funzione fino a farla perdere del tutto a favore di altre finalità, come per esempio protezione, regolazione dell'equilibrio.

7.1.3. ADDOME

L'addome è la regione morfologica dove sono situati gli organi della riproduzione, è più delicata rispetto al torace ed è composta da undici segmenti detti "uriti". La maggior parte degli insetti presenta gli organi genitali esterni, i maschi possiedono l'organo copulatore e le femmine l'ovopositore. L'ovopositore può trasformarsi in aculeo diventando così, per l'insetto, uno strumento di offesa e difesa, oppure può essere del tutto assente e la funzione, in questi casi, viene svolta da altre strutture che prendono in nome di "ovopositore di sostituzione".

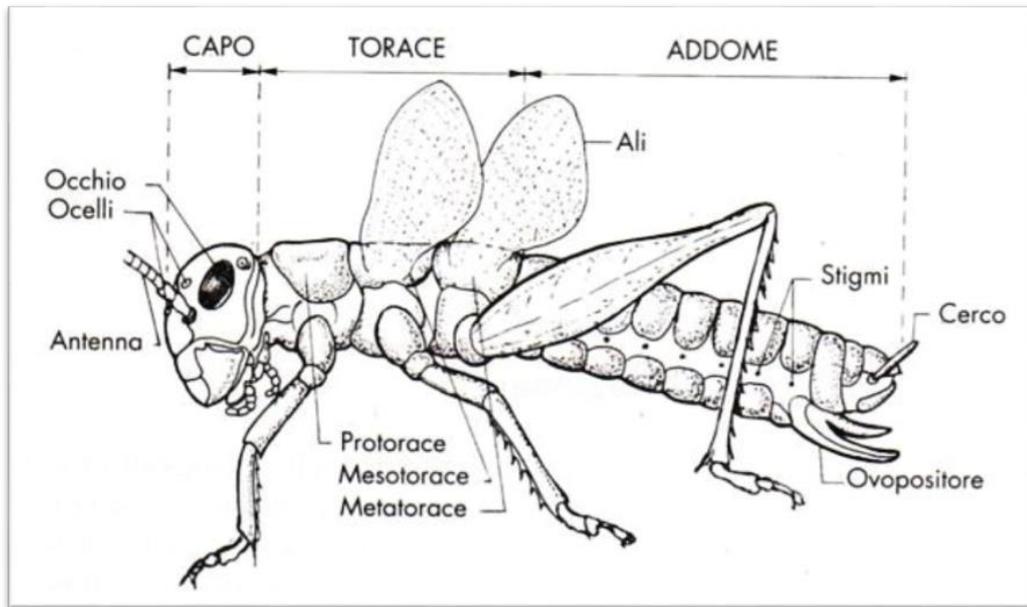


FIGURA 11: MORFOLOGIA DI UN INSETTO

7.2. CICLO BIOLOGICO

Il ciclo biologico di un insetto può durare, secondo la specie, da pochi giorni a diversi anni e, nella maggior parte dei casi, il suo svolgimento può dipendere anche fattori ambientali, come la temperatura, e nutrizionali. In questo modo gli insetti possono adattarsi a diversi ambienti, comprese le zone più fredde della Terra.

Il ciclo biologico può essere monovoltino (o univoltino) se compie una sola generazione l'anno, oppure polivoltino se compie più generazioni. Il numero delle generazioni non è però correlato alla lunghezza del ciclo, infatti, in una popolazione possono essere presenti più generazioni a diversi stadi di sviluppo.

7.3. RIPRODUZIONE

La maggior parte degli insetti è ovipara, ma esistono anche delle specie vivipare e ovovivipare. Questi differenti comportamenti possono coesistere anche nell'ambito di una stessa specie o, addirittura, di uno stesso individuo.

In genere, comunque, la riproduzione è sessuata (detta anche anfigonia) ed avviene attraverso l'accoppiamento fra insetti di sessi distinti tramite la fecondazione delle uova da parte dei maschi.

Oltre alla riproduzione sessuata esistono altre forme di riproduzione non sessuale che, in qualche specie, prevalgono sulla riproduzione sessuale, come la partenogenesi oppure la poliembrionia, che consiste nell'origine di un numero indefinito di larve dalla segmentazione di un solo uovo.

La determinazione del sesso non segue un unico schema. Il sesso, in genere, è determinato dalla presenza di un cromosoma sessuale X in doppia dose in un sesso e in singola dose, o abbinato ad un cromosoma Y, nel sesso opposto. Il sesso eterogametico è quello maschile, ad eccezione dei Lepidotteri e dei Tricotteri. In alcuni ordini, invece, il sesso è determinato dal rapporto fra anfigonia e partenogenesi aploide: dalla fecondazione si originano le femmine, dalla partenogenesi i maschi.

7.4. ALIMENTAZIONE

L'alimentazione degli insetti è molto varia, la maggior parte di questi è onnivora ma esistono anche specie saprofaghe (in particolare detritivore) e micetofaghe.

In ogni caso non è possibile fare una classificazione esatta poiché i regimi alimentari degli insetti possono variare anche nel corso dello sviluppo di un individuo.

7.5. ORDINI DI INSETTI COMMESTIBILI

Le specie di insetti considerate commestibili sono molto diverse fra loro, in alcuni casi differiscono anche per lo stadio nel quale sono consumati, di seguito sono riportati gli ordini degli insetti che sono maggiormente utilizzati come alimento.

7.5.1. ORTOTTERI

Gli Ortotteri, generalmente, comprendono insetti di medie dimensioni e dal corpo nero, bruno o verdastro, hanno livree con colorazioni varie, alcune omocromiche con l'ambiente, altre brillantissime, ed un esoscheletro piuttosto consistente.

Generalmente sono classificati in due Sottordini: *Caelifera*, comunemente detti "cavallette" e "locuste", e *Ensifera* in cui sono compresi i cosiddetti "grilli".

Gli Ortotteri sono famosi per emettere dei canti caratteristici per ogni specie, principalmente mediante un apparato stridulante: i suoni vengono prodotti dallo sfregamento tra le nervature delle tegmine o dallo sfregamento delle tegmine contro i femori posteriori. La stridulazione è generalmente una caratteristica maschile, ma in alcune specie può essere presente anche nelle femmine. La funzione principale dei canti è il richiamo sessuale, inoltre possono essere utilizzati come uno strumento per marcare il territorio.

Le cavallette hanno sul capo due corte antenne, ai lati due grandi occhi composti formati da tanti piccoli ommatidi che vedono una parte dell'oggetto osservato e insieme ricostruiscono l'immagine. Le antenne sono utili per orientarsi e per avvertire la presenza di predatori, inoltre vengono usate per annusare e per gustare. Non hanno le orecchie. Possiedono tre paia di zampe: le prime due sono semplicemente ambulatorie, il terzo paio è saltatorio e presenta invece un femore molto sviluppato, che consente quindi all'insetto, di compiere dei grandi salti.

Le specie che vengono consumate sono principalmente cavallette, grilli e locuste.

7.5.2. COLEOTTERI

I coleotteri rappresentano il più grande ordine tra tutti gli organismi viventi sul pianeta, vegetali compresi. Esistono, infatti, 350.000 specie raggruppate in 20 superfamiglie e 166 famiglie. Si suppone, inoltre, che esistano almeno altrettante specie o molte di più ancora non conosciute, dato che ogni anno ne vengono scoperte circa un centinaio.

In generale, i coleotteri sono formati da un esoscheletro e da ali anteriori (definite "elitre") molto dure, queste ultime ricoprono la parte posteriore del corpo e proteggono le ali posteriori. Le elitre non sono utilizzate per volare, ma vengono sollevate per scoprire e muovere le ali posteriori; quando l'insetto si posa, le ali posteriori vengono nuovamente ripiegate sotto le elitre.

Le dimensioni variano da meno di un millimetro fino ai 15-18 cm.

Gli occhi sono composti e in alcuni casi, come per i Girinidi, possono presentare degli adattamenti speciali che prevedono una divisione che consente all'animale di poter vedere sia sopra che sotto il livello dell'acqua.

Le antenne, a seconda della specie, possono variare fortemente, possono essere filiformi, claviformi, flabellate o genicolate.

I coleotteri maggiormente consumati sono: coleotteri acquatici, scarabei stercorari (sia allo stadio di larva che a quello di adulto), tarli, punteruolo rosso della palma, tenebrioni.⁷²

7.5.3. LEPIDOTTERI

I Lepidotteri, conosciuti comunemente come farfalle, comprendono oltre 100.000 specie diffuse in tutto il mondo, la concentrazione maggiore si ritrova nelle regioni tropicali, dove vi sono specie dalle colorazioni molto vistose e di notevoli dimensioni (alcune raggiungono anche i 30 cm di apertura alare). Nel nostro Paese se ne conoscono circa 4000 specie di dimensioni piccole (microlepidotteri) e medie (macrolepidotteri). Le caratteristiche che li distinguono dagli altri insetti sono:

- la presenza di ali ricoperte di squame sovrapposte di vario colore, da cui il nome (lepis: squama, scaglia e pteron: ala);
- la presenza di un apparato boccale, negli adulti, trasformato in una proboscide o spiritromba.

Nel capo sono presenti: grandi occhi composti, a volte due ocelli, e antenne che possono essere di vari tipi (piumose, pettinate, filiformi, clavate, ecc.) e di diversa forma anche a seconda del sesso; le antenne clavate, di solito, si ritrovano solo nelle specie con abitudini diurne. L'apparato boccale, dell'insetto adulto, è, nella maggior parte delle specie, saggente (mediante la spiritromba); in alcuni Lepidotteri primitivi (appartenenti alla famiglia dei Micropterigidi) l'apparato boccale è masticatore. A riposo la spiritromba è arrotolata, mentre al momento del

⁷² FAO (2013), "Edible insects: future prospects for food and feed security".

pasto, l'insetto la srotola attraverso la pressione prodotta dall'emolinfa. In alcune specie la spiritromba è molto sviluppata così da permettere di succhiare il nettare anche da fiori molto profondi. In alcuni gruppi l'apparato boccale è ridotto, o assente, per cui, allo stadio adulto, l'insetto non si nutre. Nella zona toracica sono presenti: le zampe, piuttosto esili e utili solo per appoggiarsi al substrato, e due paia di ali membranose e squamose anche se in qualche specie sono ridotte o assenti. Nella maggior parte delle farfalle ad abitudini diurne le ali in riposo sono mantenute in posizione verticale, mentre le farfalle con abitudini notturne ripiegano le ali a tetto sul dorso o le mantengono semplicemente in posizione orizzontale.⁷³

I lepidotteri più consumati sono farfalle, falene (principalmente allo stadio di larva), bruchi.

7.5.4. IMENOTTERI

L'ordine degli Imenotteri comprende circa 100.000 specie di dimensioni che possono variare da molto piccole a molto grandi. Le forme ed i comportamenti sono molto diversificati a seconda della specie; in ogni caso la caratteristica comune a tutti è quella di avere due paia di ali membranose e trasparenti, da cui il nome dell'ordine (*Hymen* significa infatti membrana).

Il capo è formato da due occhi composti, di solito grandi, e tre ocelli; le antenne, di forma e lunghezza variabile, sono più corte nelle femmine. L'apparato boccale nelle specie più primitive è tipicamente masticatore, mentre nelle specie più evolute si trasforma in apparato masticatore-lambente-succhiante o masticatore-lambente; le mandibole, caratteristiche dell'apparato masticatore, possono essere ridotte e svolgono principalmente funzioni di manipolazione di materiali e di costruzione dei nidi. Il torace presenta un particolare sviluppo nella parte mesotoracica che rappresenta la parte predominante dell'insetto. Le ali, che in alcune specie possono essere ridotte o addirittura mancare, sono generalmente membranose e quelle anteriori sono molto più grandi rispetto a quelle posteriori.

⁷³ Agraria.org

Le zampe permettono l'ambulazione, ma possono subire degli adattamenti che consentono la presa del cibo (es.: raccolta del polline, cattura e presa delle prede). L'addome è formato da 10 segmenti e può essere sessile (presente nel sottordine dei Sinfiti) o peduncolato (principalmente nel sottordine degli Apòcriti) quando il primo o i due primi segmenti sono più stretti del torace. Il sesso femminile ha, generalmente, un ovopositore ben sviluppato che può subire delle modificazioni trasformandosi così in un aculeo (pungiglione); in questo caso l'ovopositore, che perdendo la sua primaria funzione, assume la funzione di difesa e/o offesa.

La riproduzione avviene per anfigonia, ma in diversi gruppi può avvenire anche per partenogenesi ed in alcune specie è stata riscontrata l'alternanza tra generazioni anfigoniche e partenogenetiche.⁷⁴

Gli insetti più consumati appartenenti a questo ordine sono api, vespe e formiche.

⁷⁴ Agraria.org

8. L'ALIMENTAZIONE A BASE DI INSETTI COME UNA RISORSA SOSTENIBILE

Dopo aver preso in considerazione quali sono gli insetti che possono essere utilizzati come alimenti, e dove sono maggiormente consumati è importante esplicitare le motivazioni che hanno portato ad accettare anche nel nostro continente questa alimentazione così lontana dalla nostra.

Gli insetti possono essere una nuova fonte di cibo non solo perché commestibili e buoni per chi ha il coraggio di assaggiarli, ma soprattutto perché questa nuova fonte di alimentazione potrebbe apportare dei grossi vantaggi non solo nei paesi in via di sviluppo ma anche nei paesi altamente industrializzati.

In questo capitolo si vuole valutare quale siano realmente gli aspetti positivi non solo per quanto riguarda i valori nutrizionali⁷⁵ che possiedono gli insetti ma soprattutto i vantaggi in termini di sostenibilità ambientale ed economica.

8.1. SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

La sostenibilità ambientale nella produzione di insetti gioca un ruolo fondamentale, infatti questa tipologia di alimentazione risulta essere una valida risorsa e un'opportunità per cercare di trovare nuove soluzioni che possono avere un impatto ambientale inferiore rispetto ai cibi tradizionali.

Discutere di sostenibilità ambientale risulta essere un argomento di non scarsa importanza, dato che, ad oggi, la richiesta globale di cibo, soprattutto di proteine animali, dovuta anche alla crescita della popolazione, all'urbanizzazione, all'incremento delle classi, è in costante crescita. Il problema però è che aumentando la domanda deve aumentare anche la produzione di cibo che porterà ad un maggior sfruttamento del suolo, degli oceani, dell'energia, dell'acqua e di conseguenza ad un aumento delle sostanze inquinanti, della deforestazione, dei

⁷⁵ I valori nutrizionali degli insetti sono descritti nel capitolo 9 del presente elaborato di tesi.

gas serra, perciò è necessario prendere in considerazione delle fonti di alimentazione alternative.⁷⁶

Di seguito saranno presi in considerazione tutti gli aspetti ecosostenibili di questa nuova alimentazione rispetto anche a quella tradizionale.

8.1.1. SFRUTTAMENTO DEL SUOLO

Attualmente secondo la FAO⁷⁷ l'allevamento di bestiame utilizza circa il 70% delle terre destinate all'agricoltura e il 30% della superficie terrestre, con una produzione di 229 milioni di tonnellate, ma con l'aumento della popolazione mondiale si presume che in questi ultimi anni fino al 2050 la richiesta per i prodotti dell'allevamento arriverà ad essere più del doppio, circa 465 milioni di tonnellate. Per quanto riguarda la produzione di pesce le aspettative sono molto simili, ad oggi il settore dell'acquacoltura corrisponde a circa il 50% della produzione mondiale di pesce. Sulla base di queste prospettive è assolutamente necessario ricercare nuove fonti di cibo che possano diventare una valida alternativa.

Un altro aspetto negativo derivante dall'intensificazione della produzione del bestiame è senza ombra di dubbio lo sfruttamento del suolo, l'aumento della necessità di terreno coltivabile porterà ad una maggiore deforestazione, ad un maggiore inquinamento sia del terreno sia delle acque, e quindi anche ad un aumento dei cambiamenti climatici. Al contrario l'allevamento di insetti apporterebbe dei grossi vantaggi in termini di sfruttamento del suolo. Gli insetti si riproducono velocemente e non hanno bisogno di grandi distese di terre, al contrario invece del bestiame, vivono ovunque e possono essere anche allevati su scarti alimentari.⁷⁸

⁷⁶ FAO (2013), "Edible insects: future prospects for food and feed security".

⁷⁷ *Ibidem.*

⁷⁸ *Ibidem.*

8.1.2. UTILIZZO DI ACQUA

L'acqua è fondamentale per la sopravvivenza ma soprattutto per l'agricoltura e l'allevamento, si stima infatti che il settore agricolo sfrutti più del 70% di acqua disponibile nel mondo. L'aumento della produzione provocherà conseguentemente un maggior utilizzo delle risorse idriche portando così 1.8 bilioni di persone, nel 2025, a vivere in una condizione di assoluta scarsità di acqua. In questo scenario gli insetti sarebbero una risorsa molto utile per cercare di ridurre lo sfruttamento di acqua.⁷⁹ Chapagain e Hoekstra nel 2003, hanno stimato che la produzione di 1 kg di proteine animali necessita di una quantità di acqua più di 5-20 volte quella necessaria per produrre 1 kg di grano, in particolare sono necessari 2300 litri per 1 kg di carne di pollo, 3500 litri per 1 kg di carne suina e 22000 litri per 1 kg di carne bovina, l'utilizzo di acqua da parte degli insetti ancora non è stata stimata ma in ogni caso si presume che possa essere sicuramente inferiore, dato che la maggior parte degli insetti è molto più resistente alla mancanza di acqua rispetto al bestiame convenzionale.⁸⁰

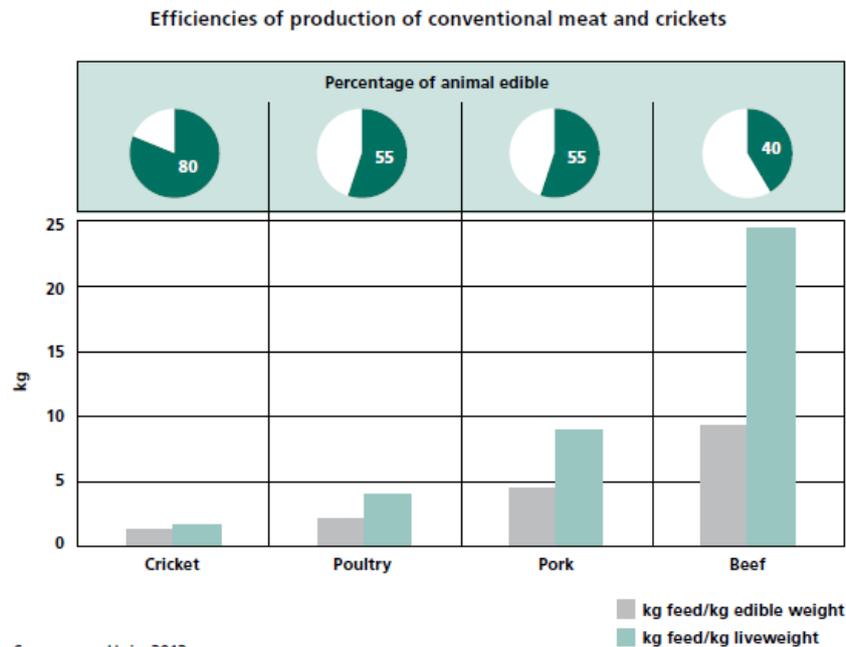
8.1.3. CONVERSIONE NUTRIZIONALE

Dato che gli insetti sono animali a sangue freddo, si presume che non abbiano bisogno di dispendere energia metabolica per mantenere la temperatura corporea, questo fa sì che gli insetti siano dotati di un'elevata efficienza di conversione nutrizionale ovvero di quanto mangime si devono nutrire per produrre un incremento in peso di 1 Kg. Questa loro caratteristica li rende ancora una volta potenzialmente più utili ed ecosostenibili del bestiame. Infatti gli animali usati convenzionalmente per l'allevamento hanno dei tassi di conversione nutrizionale molto più bassi degli insetti, che variano anche in base alla tipologia di animale e alle modalità di allevamento utilizzate. Per esempio per aumentare la propria massa di 1 kg, il pollo ha bisogno di 2.5 kg di mangime, il suino di 5 kg e il bovino

⁷⁹ FAO (2013), "Edible insects: future prospects for food and feed security".

⁸⁰ *Ibidem*.

di 10 kg, gli insetti al contrario hanno bisogno di molto meno cibo, riescono a convertire 2 Kg di cibo in 1 Kg di massa.⁸¹



Source: van Huis, 2013.

FIGURA 12: CONVERSIONE NUTRIZIONALE DI DIVERSE SPECIE ANIMALI (FAO, 2013)

8.1.4 SUBSTRATO ALIMENTARE

Un'ulteriore caratteristica degli insetti (soprattutto nella mosca soldato, nella mosca comune e nel verme della farina) che può apportare un vantaggio ambientale è la loro facoltà di nutrirsi di rifiuti organici, compost e liquami animali, riuscendo a trasformarli in proteine di alta qualità che possono essere poi utilizzate per l'alimentazione animale. Potendo convertire fino a 1.3 bilioni di tonnellate di rifiuti organici all'anno,⁸² questa nuova alimentazione dovrebbe essere presa in considerazione anche per essere sfruttata come mangime per animali, nonostante ancora oggi la legislazione non lo permetta.

⁸¹ FAO (2013), "Edible insects: future prospects for food and feed security".

⁸² *Ibidem*.

8.1.5 GAS SERRA ED EMISSIONI DI AMMONIACA

L'allevamento di bestiame è responsabile del 18% delle emissioni di gas serra, questa percentuale è perfino più alta di quella prodotta dal settore dei trasporti. Il metano e l'ammoniaca sono prodotti dagli allevamenti e corrispondono rispettivamente al 35-40% e al 65% delle emissioni globali e derivano corrispondentemente dalla fermentazione enterica dei ruminanti, dal letame animale prodotto e dalle urine. Al contrario negli insetti, solo le termiti, gli scarafaggi e gli scarabei producono metano in conseguenza alla fermentazione batterica delle *Methanobacteriaceae* nell'intestino caudale, che in ogni caso risultano essere molto inferiori (circa meno di 10-100 volte per kg di peso) rispetto alle emissioni prodotte, per esempio, dai suini.

Anche il letame e le urine sono delle fonti di inquinamento ambientale e ugualmente in questo caso gli insetti sarebbero molto utili perché le loro feci sono inodori, hanno un'umidità molto inferiore e possono essere seccate per poi essere utilizzate come concimi.

Dato che ogni giorno ci troviamo davanti a problematiche ambientali tra cui i cambiamenti climatici, l'aumento del livello del mare, lo scioglimento dei ghiacciai, dovute all'aumento dell'effetto serra causato dall'inquinamento, è importante cercare di trovare delle soluzioni che riducano l'inquinamento e che siano altrettanto valide di quelle utilizzate oggi. ⁸³

⁸³ FAO (2013), "Edible insects: future prospects for food and feed security".

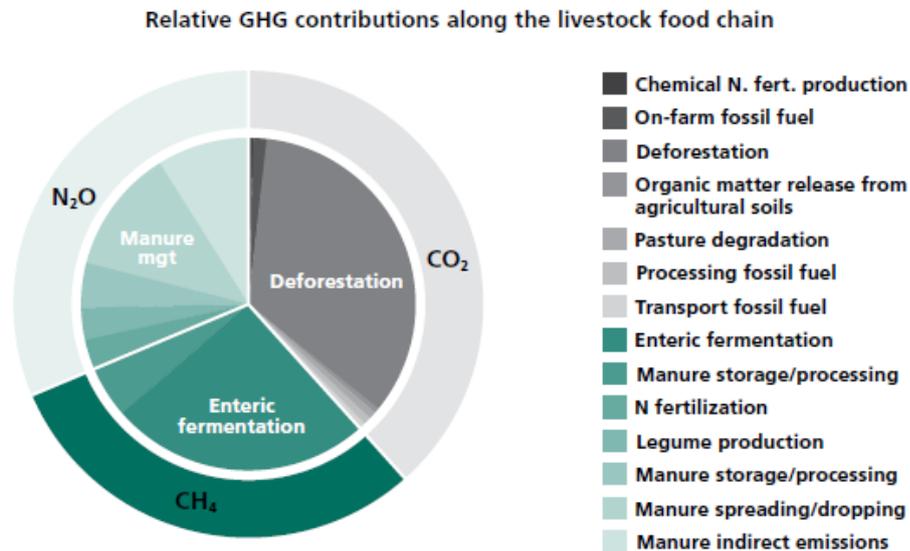


FIGURA 13: EMISSIONI DI GAS SERRA RELATIVE ALLA CATENA DI PRODUZIONE DEL BESTIAME (FAO, 2013)

8.2 SOSTENIBILITÀ ECONOMICA

La produzione e l'allevamento di insetti potrebbe portare da un punto di vista economico numerosi vantaggi sia alle piccole aziende sia ad aziende più grandi che lavorano a livello industriale.

La FAO⁸⁴ ha valutato gli aspetti positivi di questo nuovo commercio: l'allevamento e la produzione di insetti risulta essere un'importante opportunità di occupazione, soprattutto nei paesi in via di sviluppo nelle aree rurali e urbane ma non solo. L'allevamento di insetti può risultare anche un'importante mezzo di sussistenza, grazie anche alle multifunzioni degli insetti. Un esempio per comprendere meglio le possibilità di guadagno derivanti dagli insetti è rappresentato dall'allevamento di bachi da seta, formiche e api. I bachi da seta possono essere utilizzati non solo per ottenere la seta ma anche per essere venduti come alimento; le formiche rivestono un ruolo fondamentale nella lotta ai parassiti e possono essere allo stesso tempo vendute come alimento, così come le

⁸⁴ FAO (2013), "Edible insects: future prospects for food and feed security".

api che oltre ad essere utilizzate per la produzione di miele possono essere allevate per poi essere vendute come alimento (in Tanzania, addirittura, non vengono tolte le larve dal favo quando viene estratto il miele). Risulta così evidente come gli insetti possono avere questa duplice funzione che può portare per i piccoli allevatori maggiori guadagni.

La FAO,⁸⁵ inoltre, ha indagato le modalità di produzione e compravendita degli insetti: la raccolta, che può avvenire in natura, e i mezzi necessari per l'allevamento non richiedono delle tecniche molto sofisticate e nemmeno un investimento molto alto. In tale senso, queste attività potrebbero diventare una risorsa lavorativa importante soprattutto per coloro che ne hanno più necessità come i soggetti più poveri della società quali donne e lavoratori senza terra in aree rurali o urbane.

Gli allevatori possono vendere o barattare gli insetti derivanti dalla produzione in eccesso nei mercati locali dei villaggi o nei banchi come *street food*, possono venderli a degli intermediari oppure a dei grossisti; ovviamente maggiore sarà il numero di intermediari presenti, maggiore sarà anche il prezzo degli insetti per il consumatore finale. In Thailandia, infatti, gli intermediari comprano gli insetti dagli allevatori e poi li rivendono ai commercianti all'ingrosso che a loro volta li rivendono poi ai commercianti al dettaglio.

Nel nostro continente i prezzi online di questi insetti non sono molto economici, a titolo di esempio, di seguito, sono descritti una serie di prezzi di alcuni prodotti a base di insetto: in Italia si possono acquistare su Internet prodotti contenenti 15 g di insetti al prezzo di € 6, in Inghilterra si possono 70 g di formiche tessitrici (*Oecophylla smaragdina*) allo stadio di pupe sono vendute a €7.50, in Olanda 35 locuste migratorie costano ben € 9.99, mentre in Kenya 1 kg di termiti viene venduto a € 10 e nei mercati in Cambogia si possono comprare 150–200 g di grilli fritti a €0.40–0.70.⁸⁶

⁸⁵ FAO (2013), “Edible insects: future prospects for food and feed security”.

⁸⁶ *Ibidem*.

Le imprese basate sulla produzione di insetti, quindi, sono un emergente mercato che non può essere sottovalutato in quanto può diventare un importante opportunità imprenditoriale sia per le economie già sviluppate ma soprattutto per quelle in via di sviluppo.

Sulla base di queste premesse è necessario però che vi siano dei cambiamenti a livello legislativo e burocratico affinché l'attività svolta da questi produttori sia riconosciuta. In questo senso sarebbe opportuno creare delle organizzazioni o delle associazioni che risulterebbero un valido strumento per lo sviluppo di questo settore e potrebbero aiutare i produttori e gli allevatori a implementare le norme e i programmi che riguardano la loro attività e soprattutto a proteggere i piccoli produttori che vengono sfruttati dagli intermediari comprando a basso prezzo i prodotti e rivendendoli ad un prezzo molto più alto.

In breve il commercio degli insetti potrebbe essere una valida risorsa per implementare e sostenere i mercati e le aziende dei paesi in via di sviluppo ma affinché ciò risulti possibile dovrebbe essere creata una valida legislazione che protegga sia il prodotto che i produttori, al fine di evitare che i grandi produttori schiaccino i piccoli allevatori per i quali gli insetti rappresentano l'unica fonte di sussistenza e di guadagno. Ovviamente questo scenario si vede possibile solo nel caso in cui questo commercio diventi ancora più popolare da noi in occidente.⁸⁷

⁸⁷ FAO (2013), "Edible insects: future prospects for food and feed security".

9. IMPATTO CULTURALE

La barriera culturale è forse l'elemento più grande da abbattere per far sì che questa alimentazione arrivi anche nel nostro Paese.

La cultura dell'entomofagia ha delle radici molto più profonde di quelle che possiamo pensare.⁸⁸ Dagli occidentali è vista solo come una dieta alimentare presente nei paesi più poveri, in realtà le persone che si cibano di insetti, lo fanno non perché non possiedono altro cibo ma perché sono buoni⁸⁹, anche se è ovvio che la scarsità di carne in alcune zone del mondo ha fatto sì che le popolazioni dovessero ricercare altre fonti proteiche altrettanto buone e utili.

Le cultura riveste quindi un ruolo fondamentale nell'alimentazione. Le persone effettuano le loro scelte alimentari in base alla disponibilità e alla varietà di cibo, all'esperienza, alle disponibilità economiche, alle tendenze e alle mode presenti in quel determinato momento. Proprio per questi motivi le abitudini alimentari non sono facili da eradicare dato che entrano a far parte della nostra vita fin dai primi anni di vita.⁹⁰

Abbiamo numerosi esempi, inoltre, di come le tradizioni e in alcuni casi le religioni incidano sulla dieta di un determinato paese: esistono varie specie di animali delle quali, in alcune parti del mondo, è vietato il consumo mentre in altre sono consumati quotidianamente, come per esempio il maiale (considerato impuro dagli ebrei), le vacche (considerate sacre in India e pertanto ne è vietato il consumo), la carne di cavallo o di coniglio (che in alcuni paesi è consumata mentre altri sono molto restii all'idea come la Gran Bretagna) e sulla base di ciò possiamo affermare che anche il consumo di insetti è altamente legato alle tradizioni e alle culture dei paesi che li consumano.

⁸⁸ Vedi capitolo 4.1 del presente elaborato di tesi.

⁸⁹ "Il progetto edible insects. Nutrire il pianeta con nuove fonti sostenibili" AA.VV

⁹⁰ Paul Rozin (2002), "Human food intake and choice: biological, physiological, and cultural perspectives. In H. Anderson, J. Blundell, & M. Chiva (eds.) Food selection: From genes to culture. Paris: Danone Institute.

In occidente, gli insetti non sono mai stati visti come una potenziale fonte di cibo perché non è mai stata presa in considerazione la loro utilità e potenzialità, anzi in alcuni casi, gli insetti sono visti come animali in grado di provocare solo danni sia agli uomini che all'agricoltura, basti pensare alle punture di zanzara, alla pericolosità delle reazioni allergiche a vespe e a tafani, alla paura per i ragni, ma anche alle problematiche che gli insetti provocano negli stabilimenti alimentari come i danni alle derrate o la costante lotta da attuare nei confronti degli insetti infestanti.

Molto spesso le persone non sono nemmeno a conoscenza delle potenzialità e degli aspetti positivi che risiedono negli insetti, come per esempio il loro contenuto di proteine, e questo deriva anche dal fatto che nessuno ha mai pubblicizzato questi aspetti positivi creando così un'opinione pubblica che, ormai da tempi molto lunghi, non è mai stata positiva.

Fermo restando sull'importanza dell'igienicità e della sicurezza dei prodotti e sull'implementazione di studi che possono accertare e garantire al consumatore delle prove certe sulla salubrità dell'alimento, è importante anche cercare di trovare dei modi per far cambiare la mentalità delle persone, in primis sensibilizzando l'opinione pubblica verso i problemi che dovremo affrontare in futuro, se non riusciamo a trovare delle soluzioni al continuo sfruttamento dell'acqua e del suolo, e inoltre verso l'importanza che questi insetti potrebbero avere se sfruttati nel migliore dei modi. Certamente questo cambiamento non è assolutamente facile, soprattutto nel nostro continente dove l'alimentazione ha delle radici salde e durature nel tempo. Gli insetti non sono mai stati visti come un possibile cibo per gli uomini per questo cambiare la mentalità in breve tempo è difficile anzi quasi sicuramente impossibile.

Comunque, abbiamo già visto altre volte come le abitudini alimentari possono cambiare specialmente in un'occidente sempre più cosmopolita. Basti pensare all'ampio sviluppo di ristoranti che propongono piatti che non fanno assolutamente parte della nostra cultura alimentare come il kebab, il sushi, il

cibo cinese, i quali stanno riscuotendo un enorme successo. Allora perché gli insetti in questo momento stanno trovando numerose difficoltà ad entrare nella nostra alimentazione? Per alcuni, uno dei motivi fondamentali è il disgusto provato alla vista di questi animali.

In effetti la vista è un fattore predominante nella scelta del cibo, per questo sono state create, come già descritto in precedenza, valide alternative per il consumo di insetti come per esempio le farine, gli snack, le barrette, in questo modo sicuramente è più facile avvicinarsi per la prima volta a questa nuova alimentazione.

Sicuramente, in questo momento, è aumentata l'attenzione rivolta agli insetti, questo grazie anche alla presenza di aziende e ristoranti che hanno iniziato a promuovere questi prodotti ed all'appoggio di grandi organizzazioni come la FAO e l'EFSA, quindi lo sviluppo dell'entomofagia potrebbe sul serio arrivare a stabilirsi nei paesi più occidentalizzati.

Il numero di ristoranti, sagre, feste, aziende che offrono e vendono insetti commestibili inizia a crescere anche in Italia, anche se il nostro paese è quello che più di tutti resta ancorato alle proprie tradizioni alimentari, data anche la scarsa flessibilità legislativa verso questa nuova tipologia alimentare.

9.1. INDAGINE DI GRADIMENTO DEGLI INSETTI COMMESTIBILI

Proprio per quanto riguarda l'impatto culturale che potrebbe provocare l'inserimento di questi alimenti nella nostra dieta, sviluppando questa tesi di laurea, la domanda sorta spontanea riguardava l'orientamento dell'opinione pubblica rispetto a questa nuova tipologia di alimentazione.

Conseguentemente è stato predisposto un questionario per indagare se il termine *novel food* e l'entomofagia erano noti e soprattutto per capire il pensiero delle persone riguardo al consumo di insetti.

Il questionario redatto (Allegato 1) comprendeva quattro domande da sottoporre ad un numero ampio di soggetti di diverse fasce di età, per comprendere se

l'approccio ad una nuova alimentazione fosse diverso anche a seconda dell'età, del titolo di studio e del sesso. Le domande che sono state effettuate sono:

1. *Hai mai sentito parlare di Novel Food?*
 - 1.1 *Se sì cosa ne pensi dell'entomofagia (ovvero il consumo umano di carne di insetto)?*
2. *Hai mai assaggiato un insetto?*
 - 2.1 *Se sì quale? Se no per perché?*
3. *Proveresti ad assaggiare un insetto? Perché?*
4. *Secondo te l'alimentazione a base di insetti potrebbe entrare a far parte della nostra cultura?*

Il campione al quale è stato sottoposto il questionario è puramente casuale dato che l'indagine è stata svolta all'entrata di un centro commerciale al fine di riuscire a intervistare un numero di soggetti molto ampio e diversificato.

Il numero di campioni su cui è stata svolta questa indagine è un numero limitato, circa 133, per cui i risultati di questo test non vogliono essere rappresentativi e generalizzati all'intera popolazione ma puramente esplorativi e limitati al numero totale dei partecipanti all'indagine.

Il numero totale dei soggetti è suddiviso nel modo seguente:

- Maschi: 66 soggetti
- Femmine: 67 soggetti
- Titolo di studio: scuola primaria: 22 soggetti
scuola secondaria primo grado: 36 soggetti
scuola secondaria secondo grado: 62 soggetti
laurea: 14 soggetti

Il numero totale degli intervistati è stato poi diviso in 4 fasce in base all'età:

- I fascia: 15-29 anni
- II fascia: 30-44 anni
- III fascia: 45-59 anni
- IV fascia: oltre 60 anni

Questa suddivisione è stata effettuata per indagare se ci fossero state delle grosse differenze di pensiero in base alle diverse età degli intervistati.

Alla fine delle interviste sono state analizzate tutte le risposte e sono stati valutati i risultati riportati di seguito. Nell'elaborazione dei risultati, i soggetti che hanno dichiarato di essere vegetariani non sono stati presi in considerazione dato che comunque le risposte sarebbero state ovviamente negative.

9.1.1. RISULTATI DOMANDA N. 1

Alla domanda numero 1 ovvero “*Hai mai sentito parlare di Novel Food? Se sì cosa ne pensi dell'entomofagia (ovvero il consumo umano di carne di insetto)?*” i risultati ottenuti sono stati riportati nel grafico seguente (figura n.14).

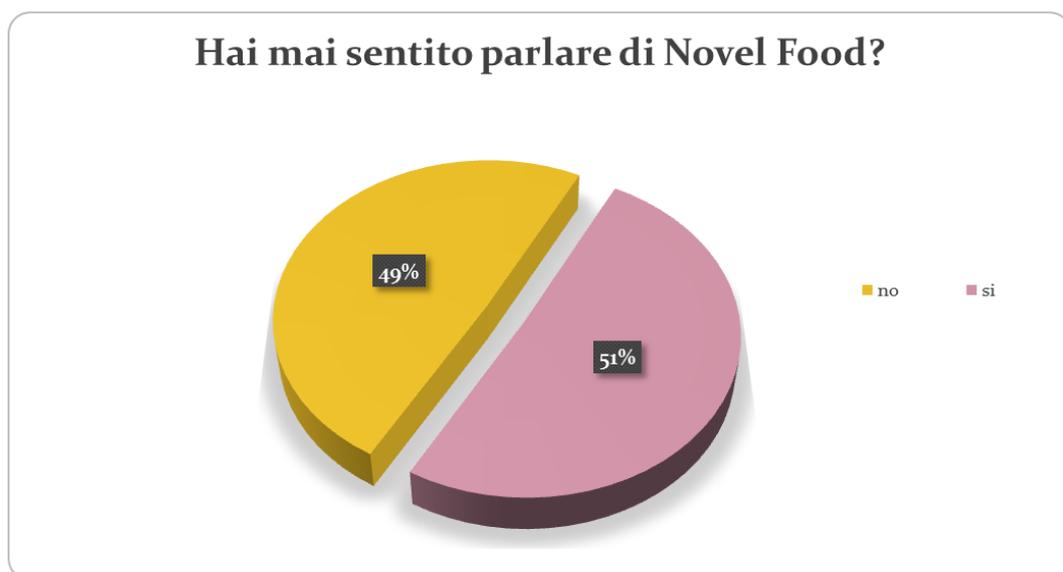


FIGURA 14: RISULTATI IN PERCENTUALE ALLA DOMANDA N. 1

Da questo grafico si nota una netta distinzione tra chi è a conoscenza del termine e chi no, in questo senso la metà dei soggetti non ha mai sentito parlare di *novel food* e questo dimostra quanto questo argomento sia molto poco trattato dai mass media, telegiornali, articoli di giornale. Solo ultimamente con gli insetti sono stati

pubblicati degli articoli o dei servizi televisivi ma non va dimenticato che il regolamento che legifera i nuovi prodotti è del 1997 quindi in fin dei conti non così recente.

Volendo fare un'osservazione più approfondita sono state valutate le risposte in base alle fasce di età definite in precedenza. Anche in questo caso non si notano grandi differenze perché è stata riscontrata una differenza sempre di circa il 50% tra coloro che non conoscono il significato del termine e coloro che invece lo conoscono.

Mentre cambia leggermente la percentuale tra maschi e femmine, infatti le femmine totali che conoscono il significato del termine rappresentano il 61% del totale dei soggetti intervistati. La differenza incontrata non rappresenta comunque un valore che può portare a conclusioni particolari (figura 14.1).

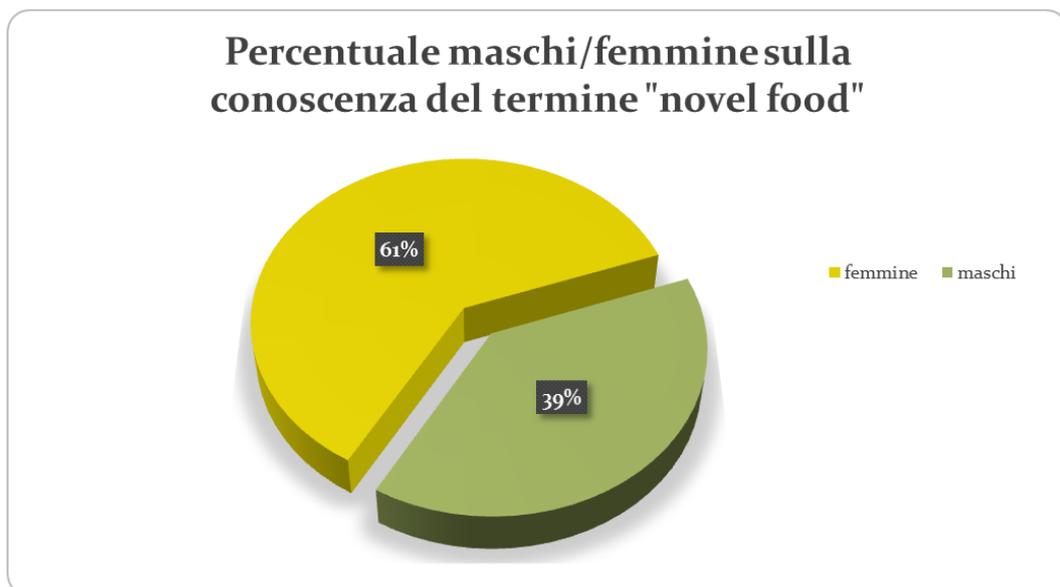


FIGURA 14.1: RISULTATI IN PERCENTUALE ALLA DOMANDA N. 1, PONENDO L'ATTENZIONE SULLA DIFFERENZA DI GENERE

Per quanto riguarda la seconda parte della domanda cioè “Cosa ne pensi dell’entomofagia (ovvero il consumo umano di carne di insetto)?”. I risultati sono riportati di seguito (figura n. 14.2).

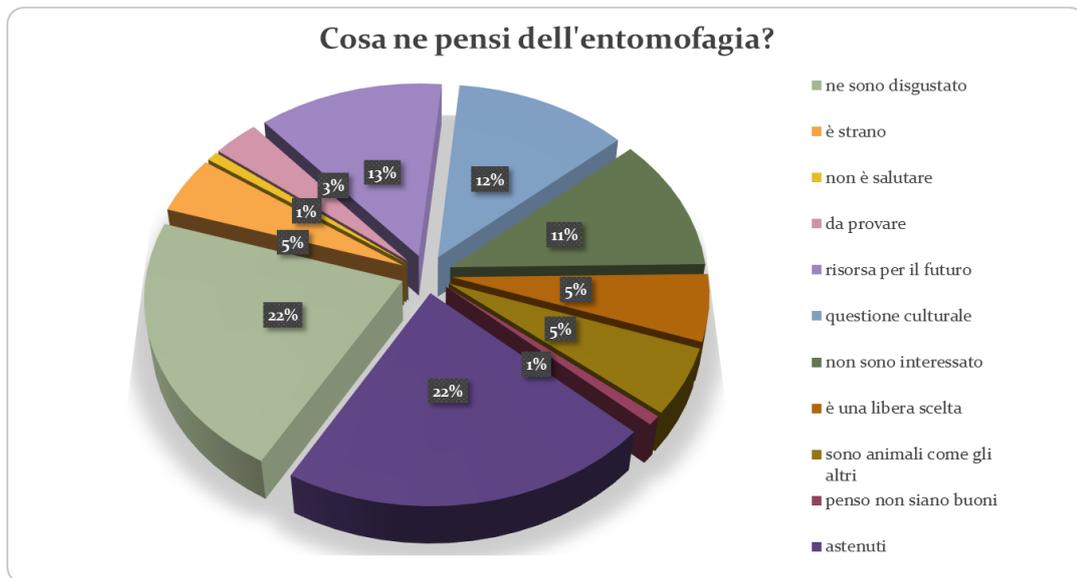


FIGURA 14.2: RISULTATI IN PERCENTUALE ALLA DOMANDA N. 1.1

Da questo grafico si evince che non ci sono delle divisioni nette tra coloro a favore e coloro che non lo sono. I soggetti categoricamente contrari sono una grande fetta (28%) e sono disgustati solo all’idea di poter vedere un insetto in un piatto; in ogni caso ci sono state diverse tipologie di risposte anche interessanti che non hanno escluso a priori questa tipologia di alimentazione ma semplicemente hanno affermato di non esserne interessati o che è una libera scelta che ogni persona può prendere, affermando che gli insetti sono animali come altri (anche se la percentuale di quest’ultima affermazione è molto bassa: 7%). Un’altra fetta ritiene che il consumo di insetti sia solo una questione culturale quindi non reputa questa pratica un qualcosa di abominevole ma solo lontana dalle nostre tradizioni; così come coloro che hanno definito questa pratica come una possibile risorsa per il futuro in un mondo dove la popolazione è sempre maggiore; è importante anche soffermarci su chi ha risposto che gli insetti non sono buoni per essere mangiati o non sono salutare per il nostro organismo senza però avere delle basi sulle quali poter giudicare a dimostrazione che il pregiudizio

è il primo scoglio che questa alimentazione deve superare e non sarà per niente semplice. Valutando anche la grossa fetta degli astenuti si può affermare che ancora una volta il pensiero verso questa fonte di alimentazione non è ben definito e chiaro al punto che le persone non riescono ad avere un'idea su quello che potrebbe accadere e sulle modalità di consumazione degli insetti non riuscendo nemmeno ad esprimere un'opinione.

Per quanto riguarda le differenze dei risultati in base all'età dei soggetti non si rilevano grandi diversità dal risultato generale, non ci sono delle grosse differenze di pensiero, il risultato generale rappresenta all'incirca le percentuali che si ritrovano nello specifico delle varie fasce d'età. Allo stesso modo è stata presa in considerazione la possibilità di una eventuale differenza tra le risposte rispetto al genere e al titolo di studio conseguito, ma dopo l'analisi non si sono riscontrate grandi differenze che potessero essere prese in considerazione in quanto indice di una grossa differenza di pensiero.

9.1.2. RISULTATI DOMANDA N. 2

Alla domanda numero 2 ovvero *“Hai mai assaggiato un insetto? Se sì quale? Se no perché?”* i risultati sono i seguenti: il 93% degli interessati non ha mai assaggiato un insetto mentre il 7% ha dichiarato di averne assaggiato almeno uno (figura 15).

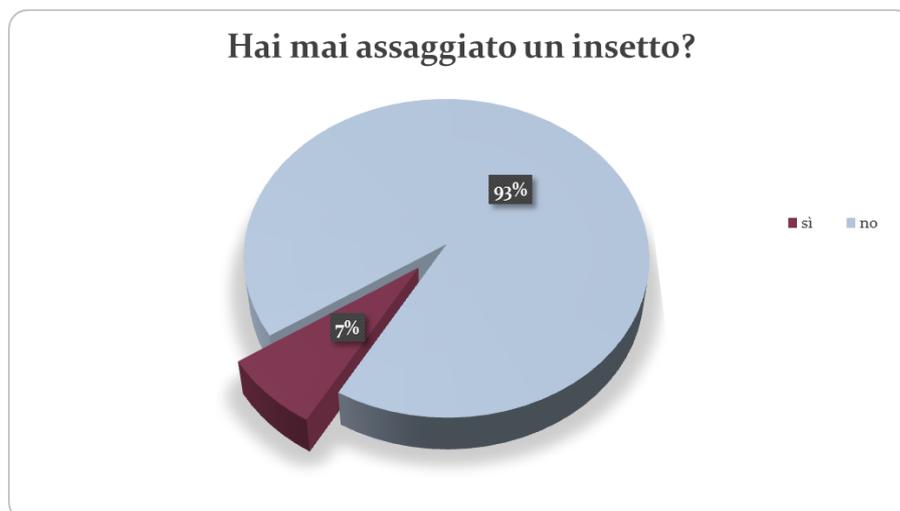


FIGURA 15: PERCENTUALE DI RISPOSTE ALLA DOMANDA N. 2

Gli insetti che sono stati consumati dal 7% dei soggetti sono stati:

- cavalletta,
- lombrico,
- larva disidratata,
- camola del cocco,
- formiche,

Alcuni dei soggetti hanno dichiarato di aver assaggiato gli insetti in Messico. Risulta curioso definire che la metà dei soggetti che li hanno mangiati appartengono alla IV fascia di età (soggetti oltre i 65 anni) e che l'80% sono uomini. Il numero totale dei campioni è comunque limitato e quindi non è possibile trarre ulteriori considerazioni rispetto alla differenza che sussiste tra maschi e femmine.

Mentre per quanto riguarda il titolo di studio non ci sono delle differenze su cui porre l'attenzione.

Prendendo in considerazione adesso coloro che non hanno mai assaggiato un insetto la motivazione principale è il disgusto verso di essi (figura 15.1).

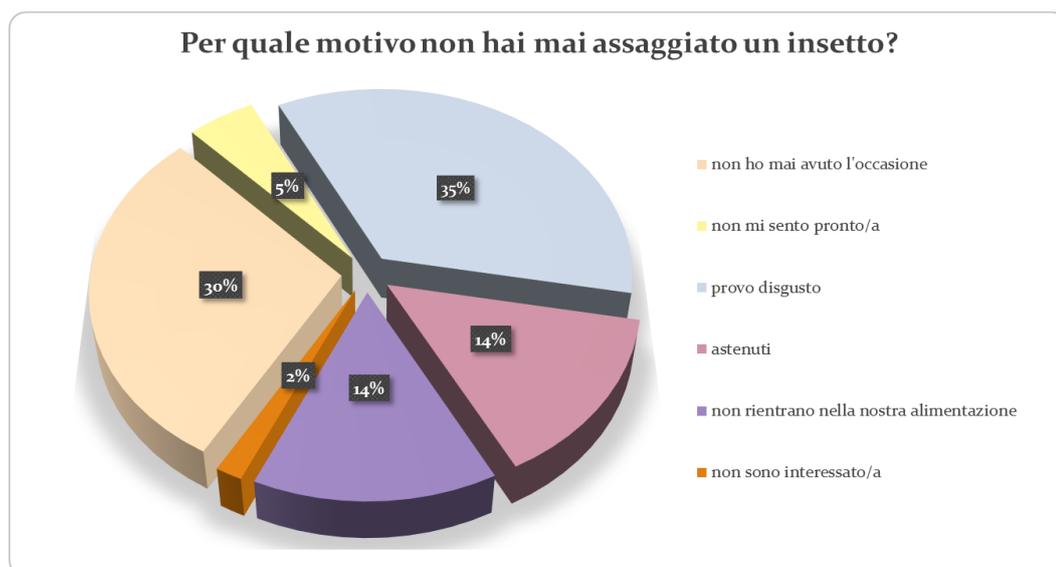


FIGURA 15.1: RISULTATI IN PERCENTUALE ALLA DOMANDA N. 2.1.

Anche in questo caso il lato estetico degli insetti è quello che rappresenta la barriera più grossa e al quale si pensa come prima cosa nel momento in cui si valuta il loro possibile consumo; in ogni caso si evidenzia anche una percentuale inferiore, ma non di molto, (29%) che dichiara di non aver mai assaggiato gli insetti solo perché non li ha mai trovati a disposizione.

Per quanto riguarda la possibile presenza di differenze di risposte in base al titolo di studio non sono stati rilevati spostamenti tali da suggerire una maggiore apertura mentale di chi possiede un titolo di studio superiore.

In questo caso anche la differenza uomo/donna nel definire il motivo per il quale non si è mai consumato un insetto non è particolarmente netta.

9.1.3 RISULTATI DOMANDA N. 3

Le percentuali della domanda numero 3 “*Proveresti a mangiare un insetto? Perché?*” sono riportate nel grafico che segue (figura n. 16).

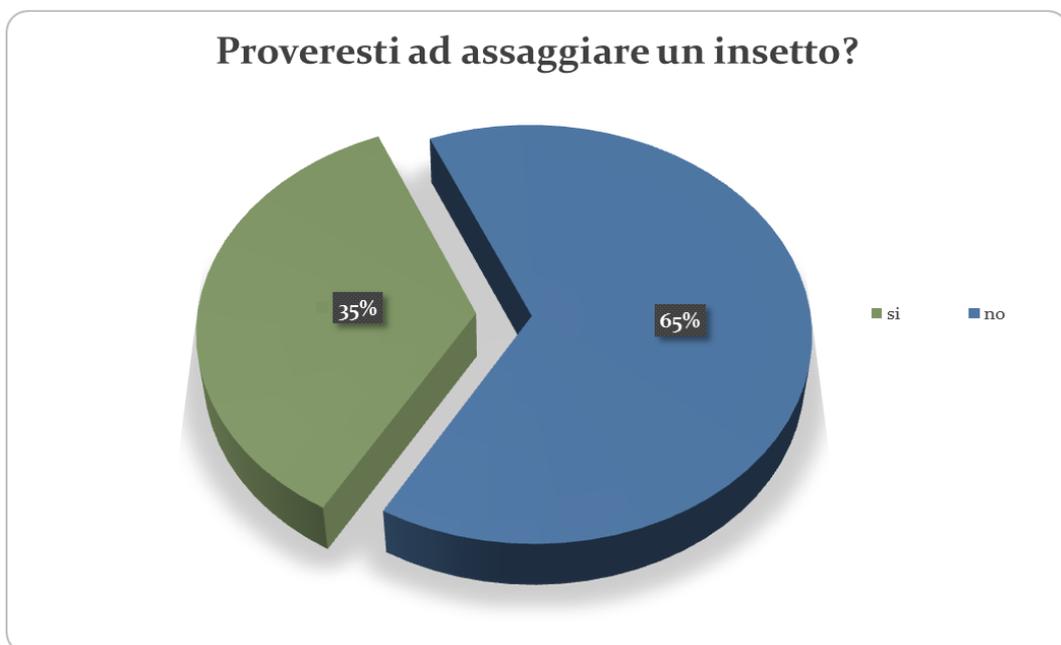
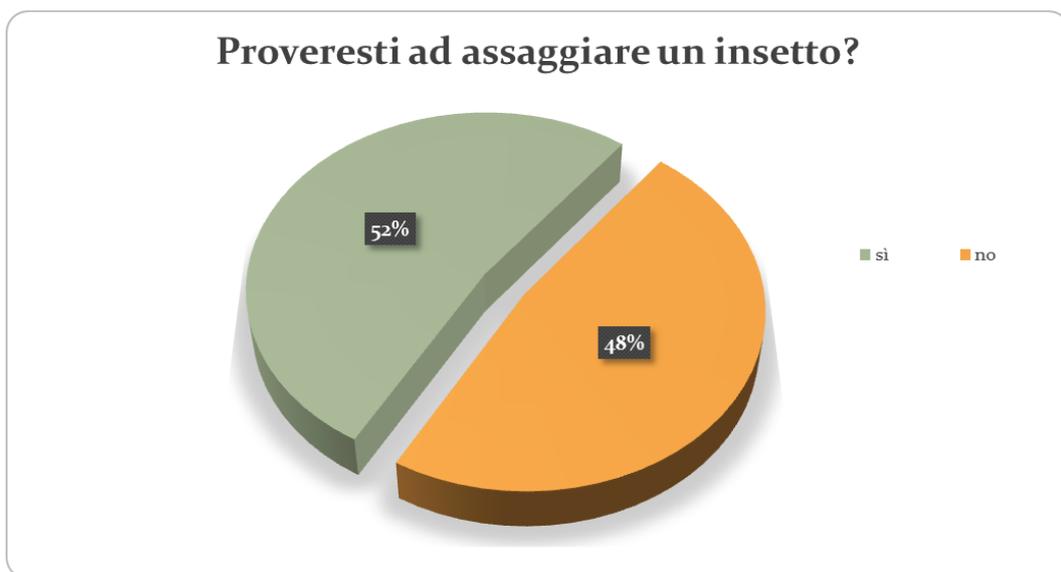


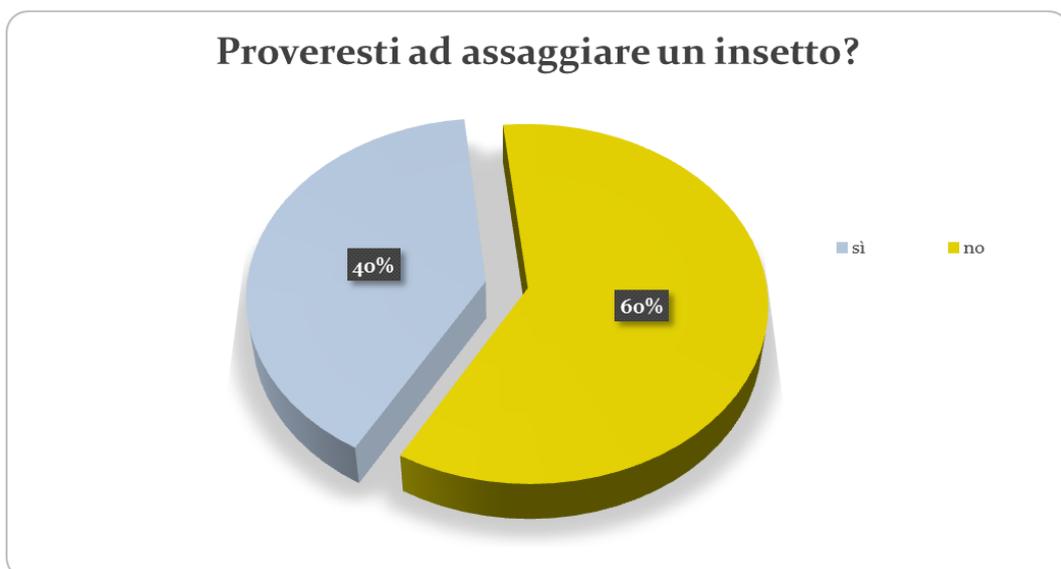
FIGURA 16: RISULTATI IN PERCENTUALE ALLA DOMANDA N.3

In questo caso si può osservare bene, anche se in un numero ristretto di soggetti, come l'entomofagia possa essere accolta. Il 65% dei soggetti dichiara di non voler nemmeno provare per una volta ad assaggiare un insetto.

In particolare si è vista una notevole differenza nelle varie fasce di età. Per comprendere meglio i risultati e capire quale sia la fascia più restia all'assaggio di questi animali sono riportati di seguito i grafici relativi alle varie fasce di età.

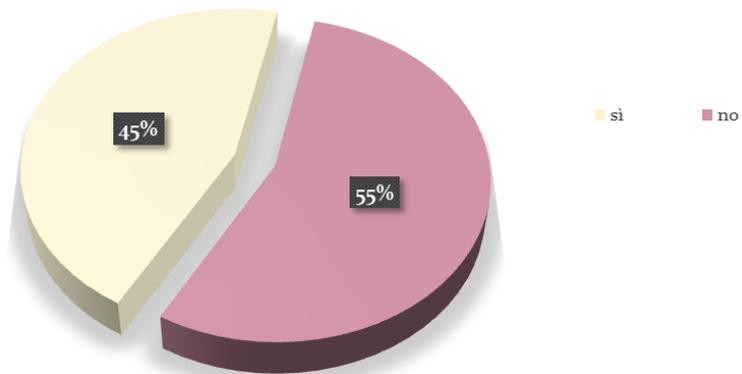


A) PERCENTUALE DI RISPOSTE DELLA I FASCA DI ETÀ ALLA DOMANDA N. 3



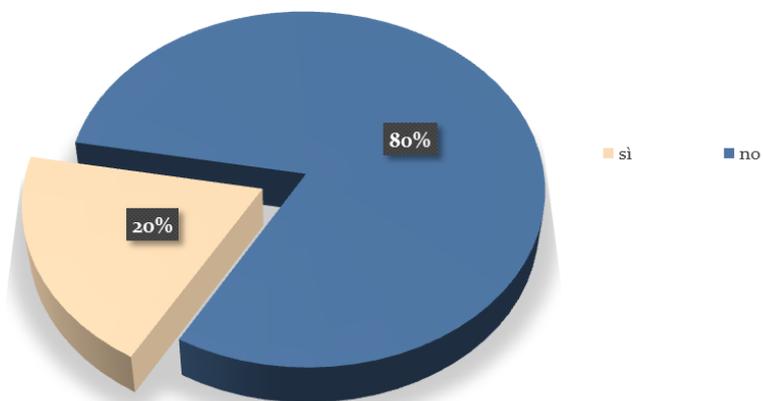
B) PERCENTUALE DI RISPOSTE DELLA II FASCA DI ETÀ ALLA DOMANDA N. 3

Proveresti ad assaggiare un insetto?



C) PERCENTUALE DI RISPOSTE DELLA III FASCA DI ETÀ ALLA DOMANDA N. 3

Proveresti ad assaggiare un insetto?



D) PERCENTUALE DI RISPOSTE DELLA I FASCA DI ETÀ ALLA DOMANDA N. 3

FIGURA 16.1: PERCENTUALI DI RISPOSTE DELLA I, II, III, IV, V FASCIA DI ETÀ ALLA DOMANDA N.3

Dai seguenti grafici è evidente una netta contrapposizione tra la prima fascia e l'ultima, è vero che anche nella prima fascia coloro che hanno dato una risposta affermativa sono solo il 52%, ma in ogni caso è in netta contrapposizione con il solo 20% della fascia "over 60". Sulla base di questi dati si nota come i giovani sono più aperti verso le novità e verso le nuove esperienze, forse dovuto al fatto che hanno già assistito all'arrivo di nuove culture alimentari e all'aumento dei ristoranti stranieri nelle nostre città. Mentre per le persone più anziane è palese che la cultura e le tradizioni nell'alimentazione pesino così tanto da non riuscire nemmeno a pensare di poter provare un prodotto che non era mai stato considerato prima.

Invece per le due fasce intermedie i risultati sono abbastanza simili senza grosse differenze.

In riferimento alla domanda numero 3, il totale delle risposte positive (35%) è stato valutato anche in termini di differenza fra uomini e donne, i risultati sono riportati in figura 16.5.

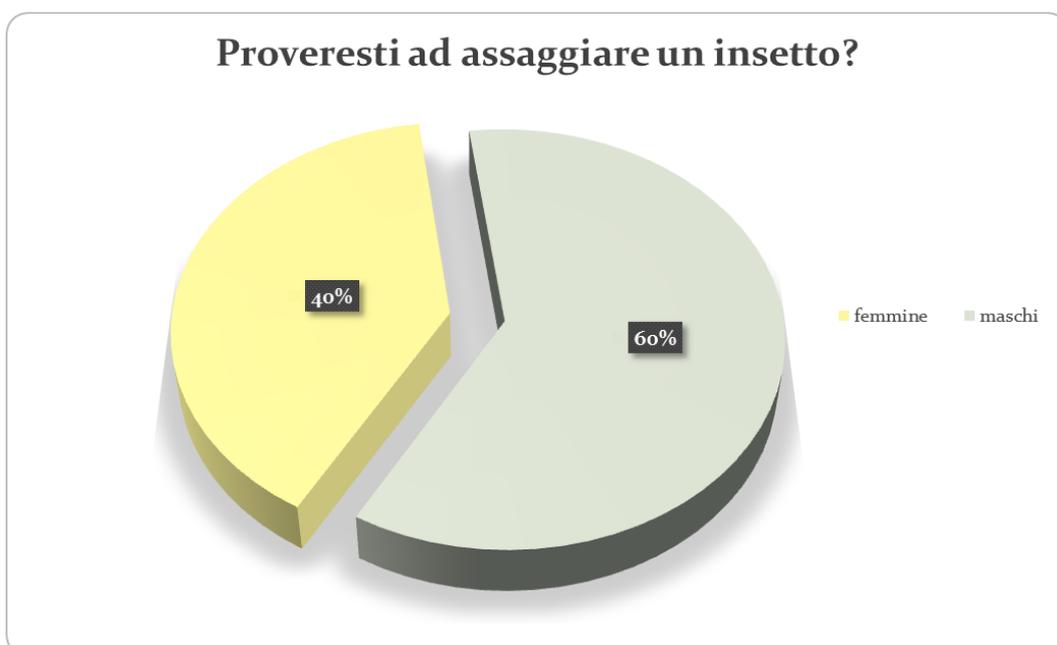


FIGURA 16.2: PERCENTUALI DI FEMMINE E MASCHI CHE PROVEREBBERO AD ASSAGGIARE UN INSETTO

Il pensiero degli uomini riguardo gli insetti è molto diverso rispetto a quello delle donne. Queste ultime sono molto più restie alla visione degli insetti, la maggior parte delle intervistate ha dichiarato di provare un senso di repulsione solo alla visione di questi. Gli uomini possiamo affermare che sono, in questo caso, molto più coraggiosi e aperti verso la novità.

Mentre non sono evidenti delle grosse diversità di pensiero in base al titolo di studio.

Le motivazioni che hanno spinto i soggetti a rispondere positivamente o negativamente sono molto simili a quelle date alla domanda numero 2.1 del suddetto questionario. In ogni caso in figura n. 16.6 sono definite le percentuali delle risposte ottenute.

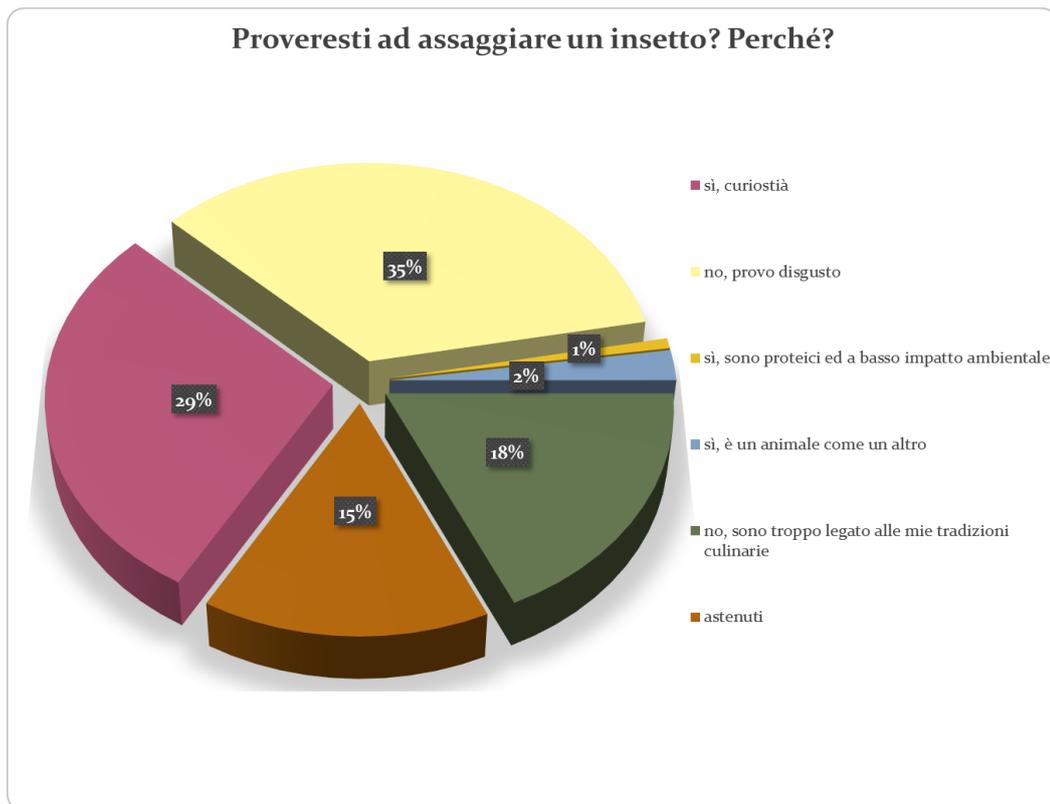


FIGURA 16.3: RISULTATI IN PERCENTUALE ALLA DOMANDA N. 3.

Anche in questo caso la maggioranza dei soggetti ha dichiarato di provare un senso di disgusto verso gli insetti tale da non voler provare nemmeno ad assaggiarli, invece nel 29% dei casi la curiosità verso una nuova cultura e nuove tradizioni porterebbe gli individui ad assaggiarli anche per poter giudicare personalmente se veramente sono buoni oppure no.

Solo un intervistato ha dichiarato che proverebbe a mangiare gli insetti perché li ritiene proteici ed a basso impatto ambientale e questo dimostra quanto poco si sappia relativamente a questi animali dato che questo aspetto è sconosciuto al 99% dei soggetti.

Il 18% ha dichiarato di essere troppo legato alle tradizioni culinarie italiane per provare qualcosa di diverso da quello che si è sempre visto in tavola, e questo dimostra come la cultura, la conoscenza e le abitudini influiscono sul pensiero e le decisioni.

Le motivazioni, esaminate nelle diverse fasce di età non presentano delle grosse differenze, così come per il titolo di studio.

9.1.4 RISULTATI DOMANDA N. 4

L'ultima domanda del questionario "*Perché? Secondo te l'alimentazione a base di insetti potrebbe entrare a far parte della nostra cultura?*" è forse la domanda più importante per capire se veramente in futuro ci sarà posto nei nostri piatti per questi insetti.

Di seguito sono riportati i dati in figura 17.

Secondo te l'alimentazione a base di insetti potrebbe entrare a far parte della nostra cultura alimentare?

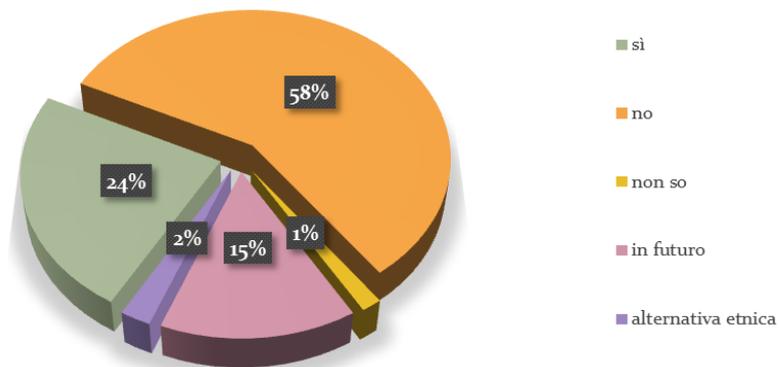


FIGURA 17: RISULTATI IN PERCENTUALE ALLA DOMANDA N. 4

Da questo grafico si evince che la maggior parte delle persone non pensa che gli insetti potrebbero entrare a far parte dell'alimentazione degli uomini (58%), mentre il 24% è convinto che gli insetti possono arrivare anche nel mondo occidentale. Altri (15%), invece hanno dichiarato che attualmente questo è impossibile, sempre a causa delle forti radici culturali che abbiamo legate all'alimentazione. In un futuro sicuramente gli insetti entreranno a far parte della nostra alimentazione o per necessità o per abitudine, grazie anche, forse, al minor attaccamento alle tradizioni delle future generazione che vivranno in un mondo sempre più cosmopolita e ricco di culture e popoli diversi. L'alimentazione a base di insetti come una novità da provare potrebbe essere il primo passo verso l'introduzione della nuova dieta alimentare, infatti come sono presenti oggi numerosi ristoranti etnici (greco, etiope, marocchino, cinese, giapponese...) che propongono molti piatti completamente differenti dalle nostre pietanze abituali, perché non un ristorante che propone piatti a base di insetto?

Volendo essere più precisi è stata effettuata una differenziazione in base all'età che però non ha mostrato grandi differenze tra il pensiero dei più giovani e dei più anziani, le percentuali sono molto simili a quelle del totale. Anche per quanto

riguarda il titolo di studio le differenze riscontrate non sono tali da poter trarre delle conclusioni in grado di rilevare una diversità di diversa percezione rispetto al grado di istruzione.

9.1.5 CONSIDERAZIONI FINALI

Concludendo, dai risultati dell'indagine, si è reso noto che i significati relativi all'entomofagia e ai *novel food* non sono ben conosciuti tra i soggetti che hanno partecipato al sondaggio e quindi è necessario aumentare soprattutto le conoscenze riguardo agli aspetti positivi che potrebbero apportare gli insetti.

Il pregiudizio risulta essere sempre presente e ben ancorato nella mentalità delle persone, al punto che non riescono nemmeno a immaginare gli insetti come alimento, perché da sempre visti come qualcosa di inutile o di marginale, superficiale.

Ci sono però alcuni casi dove la curiosità verso qualcosa di nuovo spinge il soggetto a rivedere i suoi limiti mentali e i suoi pregiudizi e ad uscire dagli schemi, mettendosi in gioco.

Per quanto riguarda il futuro dell'entomofagia è necessario muovere un primo passo verso un domani che si sta avvicinando sempre di più e che ovviamente lascerà la libera scelta ad ogni individuo. Sicuramente questo cambiamento non sarà immediato, i tempi di accettazione saranno molto lunghi, le persone non inizieranno a mangiare gli insetti da un giorno all'altro però è importante iniziare a parlarne per informare gli individui su quello che potremmo trovare un giorno per esempio nei supermercati o in alcuni ristoranti. Infatti è importante anche che ogni persona sia in grado di scegliere consapevolmente e razionalmente, avendo ricevuto informazioni su basi scientifiche e veritiere, con le quali prendere le proprie decisioni. Il pregiudizio sarà sempre alla base del pensiero umano, ma nel momento in cui si parla di un argomento che potrebbe essere veramente utile e che potrebbe aiutare il nostro pianeta, è importante dare la giusta attenzione

all'entomofagia e offrire le giuste motivazioni e le giuste indicazioni per una scelta libera da ogni pregiudizio.

10. INSETTI: ASPETTI NUTRIZIONALI

Dato che in questo periodo sono sempre più numerose le campagne che favoriscono una sana alimentazione, che aiutano a capire cosa e quando mangiare per cercare di combattere non solo disturbi alimentari come anoressia o obesità ma anche numerose malattie, in questo elaborato gli insetti sono presi in considerazione anche da un punto di vista nutrizionale.

Gli insetti anche se dall'aspetto forse non sono così appetitosi e non fanno venire subito il languorino in bocca sono tra gli animali più ricchi di proteine. Basti pensare che gli insetti rappresentano il pasto fondamentale di moltissimi animali come per esempio gli uccelli che nutrono i piccoli con insetti e dopo poco questi sono pronti a volare e a vivere la loro vita⁹¹.

Inoltre la FAO, come definito in precedenza, stima che le persone che si nutrono di insetti sono circa due miliardi in più di novanta paesi, per questo motivo risulta importante indagare e studiare gli aspetti nutrizionali di questi piccoli animali per capire se possono realmente entrare a far parte, o addirittura ampliare la nostra dieta favorendo così la loro produzione e il loro consumo.

La composizione nutrizionale degli insetti non è semplice da valutare e da quantificare, questo a causa dell'ampia varietà di specie presenti nel mondo, del loro habitat e della loro dieta; spesso anche nello stesso gruppo di insetti la valutazione nutrizionale può variare in base al loro stadio di metamorfosi. Infine, come tutti gli altri cibi, anche l'eventuale metodo di cottura a cui gli insetti sono sottoposti prima del consumo, ha un'influenza sul contenuto nutrizionale che presenteranno una volta nel piatto.⁹²

Nonostante tutto ciò, però, è comunque possibile definire le potenzialità nutritive che questi animali ci possono offrire, prendendo in considerazione tutti gli elementi nutrizionali, che favoriscono un'alimentazione sana ed equilibrata. Le

⁹¹ www.topinsect.be

⁹² FAO (2013), "Edible insects Future prospects for food and feed security".

componenti principali degli insetti sono i macronutrienti ovvero le proteine, i grassi e le fibre, ma sono anche ricchi di micronutrienti come rame, ferro, magnesio, manganese, fosforo, selenio e zinco, senza dimenticare la presenza di riboflavina, acido pantotenico, biotina e, in alcuni casi, acido folico.⁹³

10.1. VALORE ENERGETICO

La maggior parte degli insetti commestibili rappresentano un alimento con un alto contenuto calorico, sono infatti molto più nutrienti dei cibi che mangiamo solitamente. Ramos Elorduy⁹⁴ ha analizzato 78 specie di insetti in Messico, precisamente nella città di Oaxaca e ha così stabilito che il contenuto calorico fosse di 293–762 kilocalorie per 100 g di materia secca.

Nella tabella sottostante (tabella n. 2) la FAO ha riportato il valore energetico di alcune specie di insetto.

Location	Common name	Scientific name	Energy content (kcal/100 g fresh weight)
Australia	Australian plague locust, raw	<i>Chortoicetes terminifera</i>	499
Australia	Green (weaver) ant, raw	<i>Oecophylla smaragdina</i>	1 272
Canada, Quebec	Red-legged grasshopper, whole, raw	<i>Melanoplus femurrubrum</i>	160
United States, Illinois	Yellow mealworm, larva, raw	<i>Tenebrio molitor</i>	206
United States, Illinois	Yellow mealworm, adult, raw	<i>Tenebrio molitor</i>	138
Ivory Coast	Termite, adult, dewinged, dried, flour	<i>Macrotermes subhyalinus</i>	535
Mexico, Veracruz State	Leaf-cutter ant, adult, raw	<i>Atta mexicana</i>	404
Mexico, Hidalgo State	Honey ant, adult, raw	<i>Myrmecocystus melliger</i>	116
Thailand	Field cricket, raw	<i>Gryllus bimaculatus</i>	120
Thailand	Giant water bug, raw	<i>Lethocerus indicus</i>	165
Thailand	Rice grasshopper, raw	<i>Oxya japonica</i>	149
Thailand	Grasshopper, raw	<i>Cyrtacanthacris tatarica</i>	89
Thailand	Domesticated silkworm, pupa, raw	<i>Bombyx mori</i>	94
The Netherlands	Migratory locust, adult, raw	<i>Locusta migratoria</i>	179

Source: FAO, 2012f.

TABELLA 2: VALORI ENERGETICI DI ALCUNE SPECIE DI INSETTI (FAO, 2013)

⁹³ www.barillacfn.com

⁹⁴ FAO (2013), "Edible insects: future prospects for food and feed security".

10.2. PROTEINE

Le proteine sono dei composti formati da catene di aminoacidi legati uno all'altro da un legame peptidico (ovvero un legame tra il gruppo amminico di un amminoacido e il gruppo carbossilico dell'altro amminoacido). Le proteine svolgono un ruolo molto importante, infatti intervengono in numerosi processi come la catalisi delle reazioni metaboliche, la replicazione del DNA, e soprattutto svolgono funzioni energetiche, strutturali ed enzimatiche. Le proteine differiscono l'una dall'altra nella loro sequenza di amminoacidi. Gli aminoacidi detti essenziali sono quelli che non possono essere sintetizzati dall'uomo per questo devono essere introdotti mediante il cibo, questi amminoacidi sono otto: fenilalanina, valina, treonina, triptofano, isoleucina, metionina, leucina e lisina.⁹⁵

Possiamo definire il contenuto di proteine negli insetti abbastanza alto, si stima infatti tra il 13 e il 77 % nella materia secca mentre negli insetti freschi intorno a 7-48g/100g di peso (tabelle n. 2-3).⁹⁶

Ovviamente la percentuale dipende da vari fattori come ad esempio il substrato dal quale si nutrono (verdure, cereali, rifiuti), la modalità di cottura dell'insetto, il grado di metamorfosi (gli adulti hanno un contenuto di proteine maggiore).⁹⁷

Le proteine contenute negli insetti sono proteine di alto valore biologico, in quanto altamente digeribili e con un contenuto di aminoacidi essenziali che varia dal 46 al 96%.⁹⁸

Le proteine contenute nei cereali sono la fonte nutrizionale fondamentale che si ritrova in tutte le diete, ma queste hanno contenuti molto bassi di lisina e in alcuni casi anche di triptofano e treonina, al contrario molti insetti hanno un elevato contenuto di questi amminoacidi. Per esempio numerosi bruchi appartenenti alla famiglia dei Saturnidi, le larve del punteruolo della palma e gli insetti acquatici, hanno dei contenuti di lisina maggiori di 100 mg per 100 g di proteine crude.⁹⁹

⁹⁵ Wikipedia

⁹⁶ FAO (2013), "Edible insects: future prospects for food and feed security".

⁹⁷ *Ibidem*.

⁹⁸ "Il progetto edible insects. Nutrire il pianeta con nuove fonti sostenibili" AA.VV

⁹⁹ FAO (2013), "Edible insects: future prospects for food and feed security".

La grande risorsa degli insetti come alimenti ad alto contenuto di proteine può essere utile soprattutto per sanare le carenze nutrizionali in tutte quelle popolazioni che non riescono ad assumere questi composti con il cibo presente nel loro territorio. Ovviamente perché ciò sia possibile è essenziale prendere in considerazione i valori nutrizionali che provengono dalla dieta tradizionale, per esempio nella Repubblica Democratica del Congo i bruchi che sono appunto insetti ricchi di lisina, completano il fabbisogno nutrizionale delle proteine assunte attraverso gli alimenti tradizionali che al contrario sono molto poveri di questo amminoacido. Anche in Papua Nuova Guinea, le persone si cibano di tuberi che però sono molto poveri di lisina e di leucina, per questo motivo per compensare la suddetta lacuna nutrizionale, si cibano anche di larve del punteruolo della palma. In Africa, soprattutto nei paesi dove i cereali rappresentano l'elemento principale come per esempio in Angola, Kenya, Nigeria, Zimbabwe per sanare le carenze nutrizionali di triptofano e lisina, le persone si nutrono di alcune specie di termiti come la *Macrotermes bellicosu*.¹⁰⁰

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.

TABELLA 2: CONTENUTO DI PROTEINE CRUDE NEI DIVERSI ORDINI DI INSETTI (FAO, 2013)

¹⁰⁰ FAO (2013), “Edible insects: future prospects for food and feed security”.

Animal group	Species and common name	Edible product	Protein content (g/100 g fresh weight)
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	11
		Heart	17–23
		Liver	12–27
Fish (raw)	Finfish	Tilapia	16–19
		Mackerel	16–28
		Catfish	17–28
	Crustaceans	Lobster	17–19
		Prawn (Malaysia)	16–19
		Shrimp	13–27
		Molluscs	Cuttlefish, squid

Source: FAO, 2012f.

TABELLA 3: CONTENUTO DI PROTEINE DI INSETTI EDIBILI, RETTILI, PESCI E MAMMIFERI (FAO, 2013)

10.3. LIPIDI

I lipidi (o grassi) sono dei composti organici largamente diffusi in natura, e rappresentano una delle quattro principali classi di composti organici di interesse biologico, insieme a glucidi, protidi ed acidi nucleici. I lipidi sono costituiti prevalentemente da atomi di carbonio e di idrogeno uniti tra loro con legami covalenti scarsamente polari (caratteristica che conferisce il comportamento idrofobo) e disposti simmetricamente. I lipidi svolgono importanti funzioni nel nostro organismo, per esempio sono utilizzati per produrre energia e come riserva energetica, prendono parte al metabolismo cellulare, svolgono una funzione

antiossidante, mantengono il calore corporeo, hanno una funzione di regolazione ormonale, fungono da trasportatori per le vitamine liposolubili.¹⁰¹

Gli insetti sono una grande fonte di grassi, ovviamente le percentuali dipendono dalle specie e dal tipo di alimentazione.¹⁰²

Dalle analisi effettuate secondo Womeni¹⁰³ sulla composizione degli oli estratti dagli insetti, è stato valutato che questi sono molto ricchi di acidi grassi polinsaturi e quindi rappresentano una fonte considerevole di acido linoleico e α -linoleico, importanti soprattutto per la crescita di bambini e ragazzi. Inoltre il contenuto di omega-3 e omega-6 vede gli insetti come un'importante risorsa per sanare le carenze nutrizionali di questi importanti acidi grassi soprattutto in quei paesi che non hanno sbocchi sul mare e dove quindi risulta estremamente difficile introdurre questi elementi attraverso il consumo di pesce.¹⁰⁴

Nella tabella che segue (tabella numero 4) sono definite le percentuali del contenuto di grassi in alcuni insetti edibili che vengono consumati in Cameroon.

¹⁰¹ Wikipedia

¹⁰² FAO (2013), "Edible insects: future prospects for food and feed security".

¹⁰³ Womeni et. Al (2009) "Oils of insects and larvae consumed in Africa: potential sources of polyunsaturated fatty acids".

¹⁰⁴ FAO (2013), "Edible insects: future prospects for food and feed security"

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.

TABELLA 4: CONTENUTO DI GRASSO NEGLI INSETTI CONSUMATI IN CAMEROON (FAO, 2013)

10.4. CARBOIDRATI E FIBRE

I carboidrati, detti anche glucidi sono sostanze formate da carbonio ed acqua e sono contenuti principalmente negli alimenti di origine vegetale. Svolgono delle funzioni molto importanti nel nostro organismo come quelle di fonte energetica e trasporto di energia; sono anche noti come componenti strutturali della cellulosa nelle piante e della cartilagine negli animali. Inoltre giocano un ruolo fondamentale nel sistema immunitario, nella fertilità e nello sviluppo biologico.¹⁰⁵ Le informazioni relative alla quantità di carboidrati contenuti negli insetti sono scarse, nonostante questo alcuni studi hanno stimato che la percentuale varia tra lo

¹⁰⁵ Wikipedia

0 e l'86% di materia secca,¹⁰⁶ in ogni caso gli insetti sono per la maggior parte composti da una sostanza denominata chitina che rappresenta la componente principale dell'esoscheletro.

La chitina è un polisaccaride, costituito da più unità di N-acetilglucosamina (N-acetil-D-glucos-2-ammina) legate tra di loro con un legame di tipo β -1,4.¹⁰⁷ Questa sostanza sembra non possa essere digerita e assorbita dall'uomo e in questo caso si comporterebbe come una fibra alimentare¹⁰⁸ (ovvero polisaccaridi vegetali non disponibili, poiché l'organismo umano non è in grado di digerirle e nemmeno di assorbirle), si pensa però che possa essere utile per la difesa contro le infezioni parassitarie. Mentre in alcuni casi sono stati riscontrati episodi di allergie.¹⁰⁹

10.5. MICRONUTRIENTI

I micronutrienti sono gli elementi, presenti negli alimenti comuni, che vengono generalmente assunti in quantità inferiori al grammo per giorno. Si suddividono in vitamine e sali minerali. Per ciascun micronutriente è stata definita la dose giornaliera consigliata per evitare che la ridotta assunzione di questi elementi possa comportare gravi problemi di salute e malattie; i micronutrienti sono importanti per la crescita, la funzione immunitaria, lo sviluppo mentale, fisico e riproduttivo.¹¹⁰

Il contenuto di micronutrienti negli insetti è influenzato dallo stadio di metamorfosi dell'animale, dall'alimentazione e differisce anche in base alle varie specie e ordini. In ogni caso il consumo dell'insetto intero favorisce un apporto di nutrienti molto più ampio.¹¹¹

¹⁰⁶ EFSA (2015), "Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed".

¹⁰⁷ Wikipedia.

¹⁰⁸ FAO (2013), "Edible insects: future prospects for food and feed security".

¹⁰⁹ EFSA (2015), "Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed".

¹¹⁰ Wikipedia.

¹¹¹ FAO (2013), "Edible insects: future prospects for food and feed security".

10.5.1. SALI MINERALI

I sali minerali sono molto importanti nell'alimentazione umana e si stima che gli insetti siano molto ricchi di ferro, zinco, potassio, magnesio, rame, selenio.¹¹² Per esempio il contenuto di ferro nel bruco del Mopane si stima intorno ai 31-77 mg per 100 g di peso secco, mentre la locusta contiene circa 8-20 mg per 100 g di peso secco, al contrario si pensi che la carne di bovino ha un contenuto di ferro pari a 6mg per 100 g di peso secco. Dato quindi il grande apporto di ferro, gli insetti sarebbero una grande risorsa alimentare, soprattutto nei paesi in via di sviluppo, nei quali vengono riscontrate gravi problematiche di anemia conseguenti ad una carenza di ferro, in particolare nei bambini e nelle donne incinte.¹¹³

Un ulteriore sale minerale importante, la cui carenza può essere deleteria soprattutto per bambini e donne incinte, è lo zinco. Questo minerale risulta essere presente in quantità elevate negli insetti, la larva del punteruolo della palma, per esempio, ne contiene 26.5 mg per 100g, al contrario della carne bovina che ne contiene solo 12.5 mg per 100 g di peso secco.¹¹⁴

¹¹² EFSA (2015), "Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed".

¹¹³FAO (2013), "Edible insects: future prospects for food and feed security".

¹¹⁴ *Ibidem.*

Recommended intake of essential minerals per day compared with the mopane caterpillar (*Imbrasia belina*)

Mineral	Intake recommendation for 25-year-old males (mg per day)*	Mopane caterpillar (mg per 100 g dry weight)
Potassium	4 700	1 032
Chloride	2 300	–
Sodium	1 500	1 024
Calcium	1 000	174
Phosphorus	700	543
Magnesium	400	160
Zinc	11	14
Iron	8	31
Manganese	2.3	3.95
Copper	0.9	0.91
Iodine	0.15	–
Selenium	0.055	–
Molybdenum	0.045	–

Note: * Dietary reference intakes (DRIs): recommended dietary allowances and adequate intakes, minerals, Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies.

Source: Bukkens, 2005.

TABELLA 6: APPORTO GIORNALIERO DI MINERALI ESSENZIALI RACCOMANDATO PARAGONATO A QUELLI PRESENTI NEL BRUCO DEL MOPANE (FAO, 2013)

10.5.2. VITAMINE

Le vitamine rivestono un ruolo molto importante soprattutto nella fase di crescita poiché facilitano le reazioni chimiche che formano, tra l'altro, la pelle, le ossa e i muscoli.¹¹⁵

In generale gli insetti sono risultati ricchi di vitamina B1 (tiamina), B2 (riboflavina) e B12 soprattutto nelle specie di *Tenebrio molitor*, grillo comune, *Acheta domestica*. La vitamina A (retinolo e β -carotene) si ritrova soprattutto nei bruchi, ma in generale gli insetti non sono la migliore fonte di questa vitamina. La vitamina E è contenuta nelle larve del punteruolo rosso in grande quantità, oltre infatti il limite di assunzione giornaliera raccomandato.¹¹⁶

¹¹⁵ Wikipedia.

¹¹⁶ FAO (2013), “Edible insects: future prospects for food and feed security”.

11. VALUTAZIONE DEL RISCHIO

La definizione di “sicurezza alimentare” specificata dal *World Food Summit*, nel 1996, indica una condizione in cui: *“tutte le persone, in ogni momento, hanno accesso fisico, sociale ed economico ad alimenti sufficienti, sicuri e nutrienti che garantiscano le loro necessità e preferenze alimentari per condurre una vita attiva e sana”*.

Un aspetto fondamentale è, quindi, la sicurezza dell’alimento da un punto di vista igienico sanitario. Per garantire la sicurezza dei prodotti, in Europa, sono state emanate numerose normative con lo scopo principale di definire le procedure e i requisiti nel settore alimentare così da garantire la sicurezza dei prodotti “dal campo alla tavola”.

Un elemento fondamentale della nuova legislazione è stato l’attribuzione della responsabilità del prodotto all’operatore del settore alimentare che ha l’obbligo di verificarne la sicurezza e la conformità alla normativa, da un punto di vista igienico sanitario.

Dato l’arrivo di questi nuovi alimenti sulle nostre tavole, è importante essere sicuri che il prodotto che mangiamo sia sano e rispetti tutti i requisiti igienico sanitari previsti dalla normativa vigente.

Data questa prima premessa, risulta di fondamentale importanza prendere in considerazione non solo gli aspetti positivi che questi insetti possono apportare, sia alla nostra alimentazione sia alla sostenibilità dell’ambiente, ma anche i pericoli che possono derivare dal consumo umano di insetti.

Sono stati documentati alcuni casi di malattie derivanti dall’ingestione di insetti, per esempio in Kenya il decesso di cinque individui fu ricondotto all’ingestione di termiti contaminate da *Clostridium botulinum*, conservate sottovuoto durante i quattro giorni di trasporto. Il botulino è stato anche considerato come responsabile della morte di tre persone in Namibia a seguito di un pasto a base di bruchi.¹¹⁷

¹¹⁷ “Gli insetti: una risorsa sostenibile per l’alimentazione” AA.VV, 2015.

Risulta necessario, quindi, verificare effettivamente quanto questi animali siano sicuri e sani al fine di evitare tutti i possibili rischi che possono portare a malattie, tossinfezioni, infezioni alimentari per il consumatore. Inoltre, non meno importante risultano essere anche le modalità di allevamento degli insetti, e le fasi successive di uccisione, preparazione, conservazione e *packaging*, che precedono il consumo, per evitare il rischio di incorrere in contaminazioni crociate o derivanti da cattive modalità di conservazione del prodotto che potrebbero esporre l'allevatore a pericoli di infezioni durante lo svolgimento della propria attività lavorativa.

Di seguito, vengono presi in considerazione tutti i possibili rischi microbiologici, chimici, fisici derivanti dal consumo di insetti edibili e le eventuali allergie che possono provocare al consumatore, anche se, ad oggi, i dati inerenti i rischi di contaminazione che possono derivare da insetti non igienicamente sicuri non sono molte.

11.1. RISCHIO MICROBIOLOGICO

I microorganismi con i quali possono venire in contatto gli insetti sono di due tipi: quelli che derivano dalla contaminazione ambientale durante per esempio l'allevamento o la lavorazione e quelli che si ritrovano intrinsecamente negli insetti. In questo ultimo caso i microorganismi sono necessari per la crescita, il comportamento e la sopravvivenza dell'insetto e dipendono anche dal tipo di alimentazione, dalla specie e dal luogo in cui vivono.¹¹⁸

11.1.1. BATTERI

La flora microbica degli insetti è composta principalmente da: *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Bacillus*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Micrococcus*, *Lactobacillus* and *Acinetobacter*.¹¹⁹

I batteri patogeni degli insetti sono considerati innocui per gli animali e gli uomini, questo deriva dal fatto che gli ospiti sono filogeneticamente molto

¹¹⁸ EFSA (2015), "Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed".

¹¹⁹ *Ibidem*.

differenti¹²⁰. Il rischio microbiologico può derivare quindi dalla contaminazione attraverso il substrato nel quale sono allevati o durante il processo produttivo, dalla manipolazione o dalla conservazione.¹²¹

In Belgio e in Olanda sono stati valutati possibili rischi microbiologici derivanti dall'allevamento di insetti. Nel report pubblicato dalla “*Scientific Committee of the Belgian Federal Agency for the Safety of the Food Chain*” (FASFC, 2014)¹²² sono stati presi in considerazione gli insetti specificamente utilizzati per la produzione di cibo. Dalle analisi effettuate sono stati riscontrati dei valori alti (10 alla 7 CFU/g) di carica microbica aerobica totale e di carica microbica anaerobica totale, inoltre sono state ritrovate le *Enterobacteriaceae* nella larva della farina (*Tenebrio molitor*), nella locusta (*Locusta migratoria*) e nel caimano (*Zophobas atratus*); nel baco da seta crudo, invece, sono stati ritrovati bassi valori (meno di 10 CFU/g) di *Enterobacteriaceae*. Inoltre l'Olanda nel 2010 ha effettuato una valutazione dei rischi, nella quale è stata descritta un'indagine su 55 insetti che non avevano subito nessun tipo di trattamento ad eccezione del congelamento. Da questo studio ne deriva che il 59% degli insetti aveva una concentrazione di carica batterica aerobica maggiore di quella prevista come limite per le materie crude utilizzate per la preparazione delle carni, mentre non sono stati ritrovati il *Clostridium perfringens*, la Salmonella e il *Vibrio*; le spore di *Bacillus cereus* erano meno di 100 CFU/g.¹²³

Campylobacter è stato isolato in alcuni insetti che erano in contatto con il pollame infetto (soprattutto mosche che sono anche in grado di trasmettere il batterio al pollame sano), ma in realtà, secondo alcuni studi, questo batterio è in grado di sopravvivere nell'insetto solo per un breve periodo di tempo.¹²⁴ Un altro importante batterio, soprattutto per i problemi di salute pubblica che può causare,

¹²⁰ FAO (2013), “Edible insects: future prospects for food and feed security”.

¹²¹ EFSA (2015), “Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed”.

¹²² FASFC (2014), “Food safety aspects of insects intended for human consumption”.

¹²³ NVWA (2014), “Advisory report on the risks associated with the consumption of mass-reared insects”.

¹²⁴ EFSA (2015), “Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed”.

è la *Salmonella* trasmessa dalle mosche e dalle larve infette di mosca verde (*Lucilia sericata*) al pollame.¹²⁵

Al fine di ridurre i possibili rischi derivanti da cariche microbiche alte o eventuali batteri patogeni presenti, le modalità di preparazione degli insetti rivestono un ruolo fondamentale dato che alcuni studi, descritti di seguito, dimostrano che è possibile eliminarli o comunque ridurli ad un livello accettabile.

L'ebollizione di alcuni insetti (come il *Tenebrio molitor*, *Achetadomesticus* and *Brachytrupes sp.*) per 5 minuti risulta un trattamento efficiente per eliminare le *Enterobacteriaceae* ma non i batteri sporigeni, in ogni caso gli insetti bolliti costituiscono un prodotto da conservarsi a temperatura di refrigerazione (5- 7°C) che si mantiene stabile per 2 settimane, differentemente dal prodotto fresco.

In un altro studio è stato dimostrato che l'ebollizione a 100° per 8 minuti è in grado di ridurre la carica microbica totale e le *Enterobacteriaceae* a valori inferiori a 10 CFU/g. L'arrostimento da solo, invece, non si è dimostrato efficace nell'eliminazione totale delle *Enterobacteriaceae*, quindi per risultare efficace dovrebbe essere accoppiato ad un'ebollizione di qualche minuto.

Un ulteriore studio condotto sulle specie di *Tenebrio molitor* e *Locusta migratoria* ha dimostrato la capacità dell'essiccazione in forno (11 minuti a 90°) di ridurre la carica aerobica totale di 2-3 gradi logaritmici e la carica di *Enterobacteriaceae* di 3-5 gradi logaritmici.¹²⁶

11.1.2. FUNGHI

Gli insetti sono sensibili ai funghi entomopatogeni, che producono delle tossine che sono mortali per gli insetti. Questi funghi, infatti, vengono utilizzati nella lotta agli insetti parassiti, soprattutto, nelle colture di verdura. In realtà però non sono considerati sicuri perché non esistono abbastanza informazioni sugli effetti che

¹²⁵ EFSA (2015), "Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed

¹²⁶ "Gli insetti: una risorsa sostenibile per l'alimentazione" AA.VV, 2015

questi possono provocare agli uomini e agli animali; inoltre sono state riscontrate delle malattie associate a questi funghi in soggetti immunocompromessi.¹²⁷

In ogni caso, gli insetti possono essere portatori di funghi e lieviti pericolosi per l'uomo e gli animali. Alcuni di questi sono stati ritrovati nel *Tenebrio molitor* e nella *Locusta migratoria* freschi, liofilizzati ed essiccati.¹²⁸

In generale, il rischio di contaminazione da funghi negli insetti, può essere evitato garantendo corrette procedure di igiene durante la catena di produzione come per esempio la lavorazione o la manipolazione.¹²⁹

11.1.3. PARASSITI

Le informazioni e gli studi che si possono ritrovare in letteratura relativi ai parassiti trasmessi dagli insetti, riguardano per la maggior parte insetti raccolti in natura e soprattutto in Asia, perciò risulta difficile effettuare delle valutazioni sulla possibilità di incorrere in questo rischio in insetti allevati in condizioni controllate.¹³⁰

Di seguito sono stati riportati dei casi di parassiti ritrovati in insetti destinati al consumo animale e umano.

In una zona del sud-est dell'Asia sono state sospettate sei diverse specie di insetti, tradizionalmente consumati, che sarebbero stati la causa di trasmissione di Trematodi appartenenti alle famiglie di *Lecithodendridae* and *Plagiorchiidae*.

Un altro esempio di trasmissione di parassiti riguarda la malattia di Chagas, a causa della quale ogni anno muoiono più di 10000 persone, che viene contratta ingerendo insetti infetti. Anche il Trematode *Dicrocoelium dendriticum* (della famiglia dei *Dicrocoeliidae*) è un altro parassita che può essere trasmesso all'uomo dopo l'ingestione di formiche parassitate, contenenti metacercaria, mentre la "pseudoinfezione" è data dall'ingestione del fegato di animali infetti. In un'area peri-urbana del Kirgizstan è stata riscontrata una prevalenza di questo

¹²⁷ EFSA (2015), "Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed".

¹²⁸ FASFC (2014), "Food safety aspects of insects intended for human consumption".

¹²⁹ EFSA (2015), "Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed".

¹³⁰ *Ibidem*.

parassita dell'8%, anche se il test diagnostico utilizzato non era in grado di distinguere tra infezione e pseudo-infezione.¹³¹

Tra i patogeni di origine alimentare alcuni protozoi come *Entamoeba histolytica* e *Giardia lamblia*, sono stati ritrovati negli scarafaggi.¹³²

In ogni caso, come precedentemente menzionato, non ci sono dati riguardanti la presenza di parassiti in insetti allevati, per questo si presume che in un allevamento controllato e correttamente gestito verrebbero a mancare gli elementi necessari per il completo ciclo vitale dei parassiti e inoltre che con i corretti processi di lavorazione (congelamento e cottura) il rischio da parassiti possa essere eliminato.¹³³

11.1.4. VIRUS

Gli insetti possono entrare in contatto con numerosi virus, alcuni dei quali possono essere molto dannosi, provocandone addirittura la morte. Questi virus però, fortunatamente, sono specifici degli invertebrati, quindi non possono essere trasmessi agli uomini e agli animali. Il rischio correlato alla diffusione dei virus, può rappresentare un problema da prendere in considerazione nell'allevamento degli insetti, perché possono portare alla morte anche di intere colonie provocando così una perdita in produzione e in profitto per le aziende.¹³⁴

Esistono, invece, alcuni tipi di virus che infettano gli uomini e gli animali e che possono replicarsi negli insetti, utilizzati come vettori per la trasmissione delle malattie. Questi sono denominati *arbovirus* e alcune delle malattie che possono essere trasmesse all'uomo sono la Dengue, la Chickungunya, la West Nile Disease, la febbre emorragica, la febbre della Rift Valley mentre quelle trasmesse agli animali sono, per esempio, la Schmallenberg.¹³⁵

¹³¹ EFSA (2015), "Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed".

¹³² *Ibidem.*

¹³³ *Ibidem.*

¹³⁴ EFSA, 2015 "Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed".

¹³⁵ *Ibidem.*

I vettori più comuni dove si possono ritrovare e replicare sono le mosche, i moscerini e le zecche. Non ci sono evidenze comunque che questi virus siano presenti in altre specie destinate all'alimentazione umana e animale e in ogni caso sono dei virus che contengono un involucro lipidico che li rendono molto fragili e facilmente inattivabili, per questo motivo hanno molta meno probabilità di sopravvivere dopo i processi di lavorazione. Al contrario i virus che non contengono un involucro lipidico sono più resistenti e stabili.¹³⁶

Gli insetti possono anche essere utilizzati come dei vettori passivi da alcuni virus che colpiscono gli uomini, come è stato sospettato da Sawabe¹³⁷ per il virus dell'influenza aviaria H5N1 in Giappone, nel 2004, il quale ipotizzò che questo virus fosse stato trasportato da un moscone.¹³⁸

La letteratura riguardante la potenziale sopravvivenza dei virus negli insetti non è molto esaustiva, perciò così come dichiarato anche dall'EFSA, il rischio che questi virus possano essere trasmessi dalle mosche rimane presente.

11.1.5. PRIONI

Il rischio da prioni¹³⁹ derivante dal consumo di insetti è stato preso in considerazione in diversi studi e sono state ipotizzate 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.

¹³⁶ EFSA (2015), "Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed".

¹³⁷ Sawabe et.al., (2006), "Detection and isolation of highly pathogenic H5N1 avian influenza A viruses from blow flies collected in the vicinity of an infected poultry farm in Kyoto, Japan, 2004." American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, vol.75, n.2: 327–332.

¹³⁸ EFSA (2015), "Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed".

¹³⁹ I prioni (dall'inglese "prion") sono isomeri conformazionali di una glicoproteina normalmente espressa. Non sono considerabili come microrganismo, sono privi di acidi nucleici e conseguentemente dell'informazione genetica basata su di essi.

Nel primo e nel secondo caso il rischio, secondo alcuni studi, è risultato irrilevante. Questo perché i prioni non sono in grado di manifestarsi negli insetti quindi non sono in grado di sviluppare malattie da prioni. Per lo stesso motivo, risulta evidente che gli insetti non siano in grado di replicare i prioni mammiferi e quindi di essere considerati dei vettori biologici.¹⁴⁰

Nel terzo caso invece, esistono alcuni studi che 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.¹⁴¹

11.2. RISCHIO CHIMICO

Un aspetto importante da non sottovalutare sono le sostanze chimiche che possono essere ritrovate negli insetti. La contaminazione principalmente avviene a causa di sostanze presenti nei substrati dove vivono gli insetti. Importante quindi valutare la presenza di contaminanti ambientali come metalli pesanti, diossina, eteri di difenile polibromurato, micotossine e tossine vegetali. Altre sostanze contaminanti possono provenire dal substrato del quale si cibano e diventare tossiche se assunte in dosi abbondanti come per esempio il selenio, il cobalto; mentre in altri casi la contaminazione può avvenire a causa di sostanze chimiche utilizzate durante l'allevamento.

Gli studi effettuati sui possibili contaminanti chimici ritrovati sugli insetti di allevamento sono scarsi, sono invece più numerosi i dati riguardanti gli insetti che vivono in natura.¹⁴²

11.2.1. METALLI PESANTI

La concentrazione di metalli pesanti dipende dalle caratteristiche del substrato, dalla specie di insetti e dallo stadio di crescita. Sono stati effettuati alcuni studi per la ricerca di metalli sulle specie di insetti di *Musca domestica*, *Calliphora*

¹⁴⁰ EFSA (2015), "Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed".

¹⁴¹ *Ibidem.*

¹⁴² *Ibidem.*

vomitorea, *Chrysomya spp* e *Hermetia illucens*, allevati utilizzando diversi substrati, differenti metodologie di produzione e in differenti aree geografiche. Solo le concentrazioni di cadmio ritrovate in alcuni insetti superavano i limiti di legge per i mangimi animali, mentre per gli altri metalli i valori erano al di sotto dei limiti previsti dalla legge. In ogni caso il limite massimo europeo per il contenuto di cadmio nei mangimi di origine animale è di 2 mg/kg e tutti gli insetti analizzati avevano concentrazioni inferiori a questo limite.¹⁴³

Il bioaccumulo di cadmio è stato osservato anche in varie specie di cavallette, come *Calliptamus italicus*, *Oedipoda caerulscens*, *Oedipoda germanica*, e nelle specie di *Chortippus crassiceps* e *Neochetina eichhorniae*. Comunque l'accumulo di questo metallo dipende anche dallo stadio della specie di insetti, infatti le larve contengono concentrazioni più alte degli insetti adulti.¹⁴⁴

Gli Afididi contengono concentrazioni di cadmio e zinco pari a 0.386 mg Cd/kg and 319 mg Zn/kg, questi livelli sono rispettivamente otto e dieci volte più alti delle concentrazioni presenti nel grano.¹⁴⁵

Mentre le concentrazioni di piombo ricercate in cinque differenti specie di artropodi si aggirano intorno a 0,3-0,10 mg/kg di materia secca, per questo motivo alcune specie sono state sospettate di essere la causa di avvelenamento in una comunità della California e nella città di Monterey County.¹⁴⁶

Anche l'arsenico e il selenio si possono ritrovare negli insetti, è stato visto che il *Tenebrio molitor* conteneva delle concentrazioni di questi metalli.

Diversi studi ecotossicologici mostrano la capacità di alcuni insetti erbivori di accumulare elementi come rame, molibdeno e zinco. Per questi elementi, in Europa, sono già in vigore i livelli massimi autorizzati nei mangimi. Tuttavia,

¹⁴³ Charlton et al. (2015), "Exploring the chemical safety of fly larvae as a source of protein for animal".

¹⁴⁴ EFSA (2015), "Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed".

¹⁴⁵ *Ibidem*.

¹⁴⁶ *Ibidem*.

ulteriori ricerche sono necessarie per valutare l'appropriatezza dei livelli attuali anche per l'alimentazione degli insetti edibili.¹⁴⁷

Concludendo la via di contaminazione più importante per i metalli pesanti risulta essere il substrato dal quale gli insetti si cibano, anche se vanno tenute in considerazione lo stadio di metamorfosi e la specie dell'insetto. Quindi per evitare contaminazioni dannose è necessario verificare il substrato destinato agli insetti per accertare l'assenza o comunque il livello di possibili contaminanti che possono essere trasferiti agli insetti.

11.2.2. FARMACI VETERINARI E ORMONI

Durante la produzione di insetti, un aspetto che deve essere considerato è l'utilizzo di farmaci veterinari e ormoni. Quindi è importante constatare la possibilità della presenza di residui di farmaci che possono poi essere trasferiti agli animali o agli uomini che se ne cibano.¹⁴⁸

Gli insetti allevati possono richiedere trattamenti farmacologici per contrastare le possibili infezioni. Antibiotici, fungicidi e farmaci antiprotozoari, pertanto, potrebbero rappresentare possibili trattamenti da somministrare con il mangime, l'acqua e/o per nebulizzazione. Tuttavia, non vi sono dati per valutare le dosi massime di trattamento, i livelli massimi di residui e i tempi di sospensione.¹⁴⁹

Infine, particolare importanza è rivestita dal tipo di prodotto che si vuole ottenere. Se si tratta di prodotti derivati (farine, estratti di proteine, grassi, etc) bisogna considerare il relativo bioaccumulo in relazione alle caratteristiche dello specifico prodotto.¹⁵⁰

¹⁴⁷ EFSA (2015), "Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed".

¹⁴⁸ EFSA (2015), "Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed".

¹⁴⁹ "Gli insetti: una risorsa sostenibile per l'alimentazione" AA.VV.

¹⁵⁰ *Ibidem.*

11.2.3. PESTICIDI

Nel substrato dal quale si cibano gli insetti possono essere presenti dei residui di pesticidi, per questo anche tale aspetto deve essere preso in considerazione.

Alcuni insetti edibili come le cavallette e i tenebrioni sono alimentati completamente o in parte con vegetali freschi. I residui di pesticidi, presenti in tali verdure, entro i limiti massimi di residui stabiliti per i consumatori, potrebbero danneggiare la salute degli insetti allevati: la tossicità dei pesticidi per gli artropodi non bersaglio è stata recentemente considerata dall'EFSA, pur senza alcun riferimento specifico agli insetti edibili. In esperimenti controllati, le larve di tenebrioni hanno mostrato uno scarso bioaccumulo del triazolo epossiconazolo ma sono stati invece in grado di accumulare il fenilamide metalaxil.

Come nei vertebrati, il potenziale bioaccumulo è in parte dovuto alle proprietà chimiche di un dato pesticida. Tuttavia, non ci sono informazioni sull'eventuale capacità degli insetti edibili di bioaccumulare residui di pesticidi in scenari realistici.¹⁵¹

11.2.4. TOSSINE E MICOTOSSINE

Un ulteriore rischio chimico sono le tossine. Gli insetti contengono delle sostanze denominate "tossine degli insetti", che vengono sintetizzate oppure accumulate dal substrato. Secondo il diverso meccanismo, questi insetti possono essere divisi in due categorie:¹⁵²

- criptotossici: sono gli insetti che sono in grado di scatenare reazioni a livello gastrointestinale o essere causa dell'introduzione di composti tossici nell'organismo. Non contengono organi per l'inoculazione del veleno in quanto le sostanze potenzialmente velenose possono essere localizzate in strutture precise o diffuse in tutto il corpo.
- fanerotossici: sono gli insetti che hanno organi per la sintesi, l'immagazzinamento e l'inoculazione del veleno come per esempio le

¹⁵¹ "Gli insetti: una risorsa sostenibile per l'alimentazione" AA.VV 2015.

¹⁵² EFSA (2015), "Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed".

api o le formiche. Il veleno di questi insetti, di solito, è inattivato a livello gastroenterico e attivo solo per inoculazione. I possibili rischi dovuti a questa categoria riguardano il transito attraverso cavità orale ed esofago.

La produzione di tossine è un meccanismo che avviene come un processo di difesa, è una strategia evolutiva, infatti questi insetti avvertono i predatori attraverso i colori accesi e le fantasie particolari del loro strato superficiale. Alcune specie sono capaci di prendere le tossine dalle piante in questo modo risultano meno appetibili ai predatori, come avviene per il “coleottero arlecchino” (*Murgantia histrionica*) che accumula glucosinolati. Alcuni insetti della famiglia dei Tenebrionidi producono chinoni e alcheni, mentre il genere *Zygaena* produce glicosidi cianogenici.¹⁵³

Queste sostanze, irritanti a livello locale, possono in alcuni casi avere significativa tossicità sistemica, come nel caso di alcaloidi, steroidi o chinoni cancerogeni prodotti dai tenebrionidi. Il caso dei chinoni sottolinea l'importanza dello stadio biologico, in quanto essi vengono prodotti solo dagli individui adulti, ma non dalle larve che spesso rappresentano lo stadio edibile.¹⁵⁴

In Italia, nel territorio della Carnia (in Friuli Venezia Giulia) è una consuetudine per i bambini cibarsi delle ingluvie¹⁵⁵ degli insetti del genere di *Zygaena*, che sono dei coleotteri caratterizzati da un colore molto vivace, che contengono glicosidi cianogenici nel loro corpo, derivanti dall'assunzione da piante oppure da produzione propria, che rilasciano una sostanza tossica, il cianuro di idrogeno, durante la loro degradazione e per questo tale pratica potrebbe risultare pericolosa.¹⁵⁶

¹⁵³ EFSA (2015), “Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed”.

¹⁵⁴ “Gli insetti: una risorsa sostenibile per l'alimentazione” AA.VV 2015.

¹⁵⁵ L'ingluvie è una parte dell'apparato digerente presente negli uccelli e negli insetti, che ha la funzione di deposito e conservazione temporaneo del cibo.

¹⁵⁶ FAO (2013), “Edible insects: future prospects for food and feed security”.

In ogni caso alcune di queste tossine possono perdere le loro proprietà in seguito a processi di cottura.¹⁵⁷

I test tossicologici condotti sugli insetti o su proteine derivanti da insetti, ad oggi, non sono ancora disponibili. Quindi, per le tossine presenti intrinsecamente nell'animale è necessario determinare quali sono le tossine che possono essere eliminate mediante le fasi della preparazione degli insetti come cibo e quali sono le modalità per eliminarle.¹⁵⁸

Le micotossine, invece che possono essere ritrovate negli insetti, derivano nella maggior parte dei casi da funghi patogeni presenti nel substrato, come per esempio *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.* E *Fusarium spp.*¹⁵⁹

11.3. SUBSTRATO

Il 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.

I substrati che possono essere utilizzati negli allevamenti europei devono essere composti solo da materiali sicuri e sani, quindi sono proibiti i rifiuti, il letame, gli alimenti contenenti carne e/o pesce, ai sensi del Regolamento CE n. 767/2009¹⁶⁰ che proibisce l'uso di feci e tratti dell'intestino digerente di animali, anche se questi sono utilizzati in molti altri paesi come mangimi per gli insetti. Infatti uno degli aspetti positivi che caratterizza questi animali è proprio la facoltà di convertire il materiale di bassa qualità in materiale di alta qualità,¹⁶¹ così da poter apportare numerosi vantaggi anche a livello ambientale. Questo potrebbe rappresentare uno scoglio abbastanza arduo da superare, soprattutto in Europa.

¹⁵⁷ EFSA (2015), "Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed".

¹⁵⁸ EFSA (2015), "Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed".

¹⁵⁹ *Ibidem.*

¹⁶⁰ Il 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. 831/2003 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.

¹⁶¹ Riferimento al capitolo 6.1 del presente elaborato di tesi.

Al di fuori dell'Europa, le leggi che definiscono i possibili mangimi utilizzati per gli insetti non sono così restrittive infatti possono essere utilizzati verdure, mangimi industriali, mangimi di origine animale, letame, materiali organici (previo trattamento di calore).¹⁶²

In ogni caso anche il substrato con il quale vengono cibati gli insetti deve essere preso in considerazione nella valutazione del rischio, dato che, come già visto in precedenza, possono essere presenti dei microrganismi patogeni, pesticidi, sostanze chimiche, ma anche materiali utilizzati per il *packaging*, quindi plastica, carta, dai quali possono migrare delle sostanze chimiche che possono essere ingerite dagli insetti, contaminandoli. Ancora oggi purtroppo non ci sono abbastanza dati sulla migrazione dei composti.¹⁶³

L'EFSA ha diviso i substrati che possono essere utilizzati nelle seguenti categorie:

- a. Materiali utilizzati come mangimi secondo la lista europea dei mangimi;
- b. Alimenti prodotti per il consumo umano ma che non sono stati destinati al consumo umano per difetti nel packaging, scaduti o per problemi di produzione (possono rientrare in questa categoria carne e pesce);
- c. Sottoprodotti derivanti dai macelli non destinati al consumo umano esclusivamente per motivi commerciali, che non possiedono rischi per la salute (pelle, piume, peli, ossi...);
- d. Rifiuti alimentari sia di origine animale che non, prodotti da ristoranti, catering e in ambiente domestico;
- e. Letame animale e contenuto dell'intestino;
- f. Altri tipologie di rifiuti organici (es. verdure);
- g. Liquami prodotti dall'uomo.

A seguito di quanto evidenziato, è necessario uno studio che definisca quali sono i prodotti che possono essere utilizzati e valuti quelli che non sono di partenza

¹⁶² EFSA (2015), "Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed".

¹⁶³ *Ibidem*.

sicuri e che potrebbero contaminare il prodotto, al fine di garantire la salubrità e la sicurezza del prodotto.

11.4. ALLERGIE

Un'ulteriore aspetto da prendere in considerazione è il fattore allergico; si presume infatti che gli insetti, come qualsiasi altro tipo di animale, siano in grado di provocare delle reazioni allergiche, in particolare, si sospetta che la chitina, una componente dell'insetto, possa essere un allergene.

Risulta fondamentale valutare il possibile rischio di incorrere in allergie affinché il consumatore sia informato in modo idoneo. Le reazioni allergiche possono derivare non solo dal consumo di insetti ma anche da morsi e punture come appunto accade più comunemente, nel nostro continente, per le punture di vespe e api oppure dal contatto con insetti, o attraverso l'inalazione di allergeni presenti negli insetti. Le reazioni che possono derivare sono eczemi, riniti, congiuntiviti, angioedemi, asma bronchiale.¹⁶⁴

Esistono dei casi documentati di reazioni allergiche e shock anafilattici dopo il consumo di insetti da parte degli umani. In ogni caso si presume che i soggetti che stanno a stretto contatto con gli insetti (entomologi, lavoratori industriali e agricoli) corrono il rischio, con il tempo di sviluppare allergie.¹⁶⁵

Un ulteriore dato che riguarda la possibile allergenicità degli insetti è il colorante E120 ovvero il rosso carminio, estratto dal corpo essiccato di insetti del genere femminile di *Dactylopius coccus* (conosciuto anche come cocciniglia del carminio), utilizzato nell'industria alimentare e riconosciuto come causa di numerose reazioni allergiche e shock anafilattici.¹⁶⁶

In Cina si stima che circa 1000 persone manifestino ogni anno reazioni anafilattiche conseguenti l'ingestione di larve di *Bombyx mori*. Inoltre casi di

¹⁶⁴ EFSA (2015), "Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed".

¹⁶⁵ *Ibidem*.

¹⁶⁶ "Gli insetti: una risorsa sostenibile per l'alimentazione" AA.VV 2015

shock anafilattico sono descritti anche a seguito dell'ingestione di cavallette e grilli in Thailandia.¹⁶⁷

Data la somiglianza morfologica degli insetti ai crostacei e la pericolosità allergica di questi ultimi, è fortemente consigliato per coloro che ne sono allergici di fare particolare attenzione al consumo di insetti perché potrebbero provocare delle reazioni.¹⁶⁸

¹⁶⁷*Ibidem.*

¹⁶⁸ EFSA (2015), "Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed".

12. LAVORAZIONE, CONSERVAZIONE E PACKAGING

Un aspetto che deve essere preso in considerazione sempre in termini di sicurezza igienico sanitaria del prodotto sono le modalità di manipolazione, di conservazione e il *packaging*¹⁶⁹ dell'alimento. Forse può sembrare quasi irrilevante ma in realtà il corretto utilizzo di materiali idonei per gli alimenti può evitare l'insorgere di problemi per la salute degli uomini o degli animali, così come la corretta conservazione, le temperature adeguate i tempi di scadenza dei prodotti.

La lavorazione degli insetti viene effettuata con lo scopo di ridurre i rischi per la salute, gli insetti possono essere consumati o venduti in tre diversi modi: insetti consumati interamente, in forma di polvere o di pasta oppure isolando la chitina, le proteine o i grassi.¹⁷⁰

Per quanto riguarda gli insetti consumati interamente, prima della vendita, devono subire in ogni caso dei trattamenti di scottatura, essiccamento o congelamento con lo scopo di aumentare la durata del prodotto e ridurre la carica microbica. In ogni caso è necessario informare il consumatore delle azioni da effettuare a casa, previa consumazione, come per esempio il lavaggio, se necessario, o la rimozione di parti dell'insetto (ali o zampe) di alcune specie che potrebbero essere causa di strozzatura.¹⁷¹

¹⁶⁹ Con il *packaging* si fa riferimento all'imballaggio del prodotto, composto in materiali di qualsiasi natura, adibito a contenere e a proteggere determinate merci, dalle materie prime ai prodotti finiti, a consentire la loro manipolazione e la loro consegna dal produttore al consumatore o all'utilizzatore, e ad assicurare la loro presentazione, nonché gli articoli a perdere usati allo stesso scopo.

¹⁷⁰ FAO (2013), "Edible insects: future prospects for food and feed security".

¹⁷¹ *Ibidem*.

Per quanto riguarda gli insetti ridotti in pasta o polvere vengono macinati dopo l'essiccamento per creare la polvere o dopo il congelamento per creare la pasta; possono essere utilizzati sia come mangime ma anche come un ingrediente per creare altri prodotti (per esempio con la farina di grillo viene prodotta la pasta).¹⁷²

Il frazionamento degli insetti può essere effettuato meccanicamente o con l'estrazione di solventi. Per estrarre la chitina possono essere utilizzate delle tecnologie di estrazione che utilizzano il calore o l'acqua; mentre l'utilizzo dei solventi, come l'esano, riescono a separare i grassi e gli olii dalle proteine.¹⁷³

Gli insetti sono animali con un alto contenuto di nutrienti ed un ambiente favorevole sicuramente può aiutare la sopravvivenza e la crescita microbica presente all'interno dell'alimento, per questo le modalità di preparazione dei prodotti (arrostimento, frittura, bollitura, essiccamento) svolgono, come già visto, un ruolo importante per la sicurezza del prodotto.¹⁷⁴

Gli insetti sono, nella maggior parte dei casi, consumati molto presto dopo la raccolta, gli insetti vivi dopo essere stati lavati vengono trasportati in frigoriferi nel più breve tempo possibile; la refrigerazione è consigliata anche per gli insetti fritti e per quelli bolliti.

La modalità di processo più comune è l'essiccamento che limita la crescita dei microorganismi (anche se a volte con un'umidità molto alta possono risultare suscettibili).¹⁷⁵

In ogni caso deve essere anche valutata la *shelf life*¹⁷⁶ degli insetti affinché il produttore determini un termine massimo di conservazione oltre il quale il prodotto non è più in grado di garantire le caratteristiche di organoletticità, igienicità e gusto che possedevano al momento della produzione.

¹⁷² FAO (2013), "Edible insects: future prospects for food and feed security".

¹⁷³ *Ibidem.*

¹⁷⁴ *Ibidem.*

¹⁷⁵ *Ibidem.*

¹⁷⁶ Con il termine *shelf life* (letteralmente vita del prodotto sullo scaffale) si intende il periodo durante il quale un qualsiasi prodotto può essere tenuto presso un punto vendita al dettaglio, senza che vengano alterate le sue qualità e senza dover ricorrere a particolari accorgimenti che ne prolunghino la sua conservazione.

In Europa, tutti i materiali che vengono a contatto con gli alimenti devono rispettare il Regolamento CE n. 1935/2004¹⁷⁷, secondo il quale devono essere utilizzati materiali non in grado di trasferire dei composti che possono costituire un pericolo per la salute umana, che modifichino la composizione del prodotto alimentare o che comportino un deterioramento di esso.

Per *il packaging*, al di fuori dell'Europa e soprattutto nei mercati, vengono utilizzati dei materiali comuni, questo perché sono molto economici e facilmente e immediatamente a disposizione. Per esempio molto spesso sono usate le foglie come involucro; in altri casi possono essere utilizzati dei vasi d'argilla o i barattoli usati per lo yogurt, scatole di legno per bottiglie, sacchetti di iuta o di cotone.¹⁷⁸

Inoltre si pensa che il chitosano, materiale che proviene dalla deacetilazione della chitina, possa essere considerato come un polimero biodegradabile e di origine biologica da poter utilizzare come un prodotto per il *packaging*. Questo composto può climatizzare l'ambiente interno, è capace di assorbire gli ioni metallici ed è quindi in grado di rallentare i fenomeni di ossidazione ed ha proprietà antimicrobiche, quindi è risultato in grado di proteggere il prodotto da microorganismi, batteri, muffe e lieviti e per questo può essere considerato un valido prodotto per aumentare la *shelf life* degli alimenti. Ovviamente essendo il chitosano un composto naturale è fortemente sensibile all'umidità e per questo non può essere utilizzato come unico strumento per la conservazione del prodotto oppure completamente al naturale.

Resta fermo il fatto che tutti i materiali utilizzati devono risultare sicuri e igienici e non devono alterare la qualità del cibo.¹⁷⁹

Quindi è importante anche considerare quali sono i materiali che vengono a contatto con l'alimento per mantenere il prodotto nelle stesse condizioni di quando è stato confezionato ed evitare così delle perdite in qualità e soprattutto

¹⁷⁷ Regolamento europeo CE n. 1935/2004 del Parlamento europeo e del Consiglio del 27 ottobre 2004 riguardante i materiali e gli oggetti destinati a venire a contatto con i prodotti e che abroga le direttive 80/590/CEE e 89/109/CEE

¹⁷⁸ FAO (2013), "Edible insects: future prospects for food and feed security".

¹⁷⁹ Se-Kwon Kim (2011), "Chitin, chitosan, oligosaccharides and their derivatives".

evitare che determinati composti siano trasferiti al prodotto causando delle contaminazioni alimentari.

Sarebbe opportuno, pertanto, provvedere ad ampliare la vigente legislazione riguardo il *packaging*, in modo da definire le caratteristiche dei materiali che possono entrare in contatto con gli insetti. Ciò, al fine di garantire la sicurezza dei consumatori che intendono acquistare questo tipo di prodotti, evitando possibili frodi da parte del produttore nell'utilizzo di materiali non idonei i quali, potrebbero cedere sostanze chimiche dannose per l'uomo.

13. MICROBIOLOGIA ALIMENTARE

La microbiologia alimentare risulta essere un elemento cardine della sicurezza alimentare per poter garantire degli standard di igienicità. Questa parte della microbiologia si occupa esclusivamente dei microrganismi che entrano in contatto con gli alimenti.

Le caratteristiche ambientali che favoriscono la proliferazione dei microrganismi sono il pH, la temperatura, l'ossigeno, i sali, lo zucchero, l'attività dell'acqua, i nutrienti.

La contaminazione microbica dell'alimento può avvenire per contaminazione primaria o secondaria. La contaminazione primaria degli alimenti avviene all'origine, ovvero in fase di produzione delle materie prime, mentre la contaminazione secondaria si verifica in fase di lavorazione dell'alimento e può derivare da diverse cause come le scorrette modalità di conservazione, le scorrette pratiche igieniche degli operatori o il contatto con utensili o ambiente contaminati. Inoltre può verificarsi la contaminazione crociata ovvero il passaggio diretto o indiretto di microrganismi patogeni da cibi contaminati a cibi non contaminati fino a quel momento o tra superfici, utensili contaminati e alimenti.¹⁸⁰

I microrganismi che entrano in contatto con gli alimenti possono essere di tipo utile o di tipo patogeno.

13.1. MICRORGANISMI UTILI

I microrganismi utili che vengono a contatto con gli alimenti sono quelli che permettono una trasformazione conveniente di questi ultimi come per esempio la produzione di burro, di yogurt, di formaggio derivanti dalla fermentazione del latte ad opera dei batteri, ma anche la produzione di pane derivante dal processo di

¹⁸⁰ www.igieneincucina.altervista.org/la_contaminazione_degli_alimenti.htm

panificazione¹⁸¹, la produzione di bevande alcoliche come il vino (con la vinificazione¹⁸²) o la birra.

Inoltre i batteri in alcuni casi possono risultare di grande utilità non solo in campo alimentare ma anche per la produzione di medicinali, prodotti chimici, per la decomposizione di organismi morti, per la depurazione delle acque.¹⁸³

13.2. MICRORGANISMI DANNOSI

I microrganismi dannosi sono quelli che possono provocare effetti negativi sulla salute dell'uomo. Questi microrganismi sono a loro volta suddivisi in:¹⁸⁴

- patogeni trasmessi con gli alimenti e causa diretta di infezioni (es. *Salmonella typhimurium*);
- tossigeni, produttori di tossine che, ingerite con il cibo, generano intossicazioni (es. *Clostridium botulinum*);
- responsabili di alterazione del substrato alimentare in cui si riproducono rendendolo incommestibile (es. Muffe).

13.3. INFEZIONI, INTOSSICAZIONI E TOSSINFEZIONI ALIMENTARI

Sono numerose le infezioni che possono essere contratte attraverso il consumo di alimenti non sicuri da un punto di vista igienico sanitario.

Le infezioni alimentari sono causate da batteri vivi e vitali presenti all'interno di un alimento in grado di superare la barriera gastrica del consumatore e di arrivare all'intestino. I microrganismi invasivi possono provocare infiammazioni

¹⁸¹ Nella panificazione, il lievito (del genere *Saccharomyces*) fermenta gli oligosaccaridi che si staccano dall'amido durante la fase di impasto e di riposo della massa in lavorazione. I prodotti della fermentazione alcolica (alcol etilico ed anidride carbonica) passano in fase gassosa formando le caratteristiche bolle durante la lievitazione e la cottura.

¹⁸² La vinificazione è il processo biochimico di trasformazione dell'uva in vino e del suo affinamento. La buccia degli acini di uva trattiene alcuni lieviti che trasformano lo zucchero contenuto negli acini in alcol: questo processo si chiama fermentazione alcolica.

¹⁸³ Wikipedia.

¹⁸⁴ Wikipedia.

localizzate oppure infezioni sistemiche generalizzate, caratterizzate da diffusione per via ematica, febbre e formazione di anticorpi.

Sono esempi di infezione alimentare le malattie provocate dall'ingestione di alimenti contaminati da: *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* verocitotossici (STEC), *Salmonella spp.*, *Campylobacter spp.*¹⁸⁵

Le intossicazioni derivano dall'ingestione di alimenti contenenti tossine prodotte da microrganismi che si sono moltiplicati nell'alimento precedentemente al consumo ma che possono non essere più presenti al momento dell'ingestione. Alcuni esempi di intossicazione alimentari sono le malattie che derivano dall'ingestione di alimenti contaminati con le tossine di *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus* e *Staphylococcus aureus*.¹⁸⁶

Le tossinfezioni invece sono malattie causate dal consumo di alimenti contaminati sia da batteri sia dalle loro tossine. Il periodo d'incubazione delle tossinfezioni solito è di circa 12-48 ore. In genere le tossine prodotte manifestano la loro azione a livello gastroenterico determinando la comparsa di fenomeni diarroici; in alcuni casi, invece, le tossine possono andare a colpire altri distretti, così come avviene nel botulismo infantile.

Le tossinfezioni sono provocate da: *Yersinia enterocolitica*, *Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Vibrio Cholerae*.¹⁸⁷

13.4. RICERCHE MICROBIOLOGICHE

Alcuni dei parametri che possono essere ricercati al fine di verificare l'igienicità dei prodotti alimentari sono:

- Numerazione *Bacillus Cereus* presunto
- Carica microbica totale
- Numerazione *Clostridium Perfringens*
- Numerazione Enterobatteri

¹⁸⁵ www.izsalimento.izsto.it

¹⁸⁶ www.izsalimento.izsto.it

¹⁸⁷ www.epicentro.iss.it/problemi/tossinfezioni/tossinfezioni.asp.

- Numerazione Escherichia Coli
- Ricerca Salmonella spp
- Numerazione Stafilococco aureo a 37° C

13.4.1. BACILLUS CEREUS

Il *Bacillus cereus* è un batterio Gram-positivo che è in grado di produrre delle tossine che possono causare gravi intossicazioni alimentari, anche fatali. La tossina di questo batterio può provocare due diversi tipi di intossicazione alimentare, una di tipo emetico a causa dell'ingestione di una tossina a basso peso molecolare presente nell'alimento, oppure di tipo diarroico causata dall'ingestione di cellule/spore batteriche capaci di produrre enterotossine nell'intestino tenue. Nel primo caso i sintomi principali sono nausea e vomito, il periodo di incubazione è breve, fino a 6 ore dal momento di ingestione del cibo. Si possono manifestare crampi addominali e diarrea ma in maniera occasionale. La durata dei sintomi di solito non supera le 24 ore.

Nel secondo caso i sintomi principali sono diarrea acquosa, forti crampi addominali e talvolta nausea e vomito. Il periodo di incubazione varia tra le 6 e le 15 ore dopo il consumo degli alimenti contaminati. La durata dei sintomi è di circa 20-24 ore.

Il *Bacillus cereus* si trova nel suolo e nella polvere, contamina frequentemente alimenti a base di riso, carne e vegetali, prodotti lattiero-caseari, minestre, salse, dolciumi che non sono stati raffreddati rapidamente ed efficacemente dopo la cottura e/o adeguatamente conservati.¹⁸⁸

13.4.2. CARICA MICROBICA TOTALE

La carica microbica totale indica il numero di microrganismi vivi presenti in un campione, per unità di volume. A seconda della quantità di microrganismi

¹⁸⁸ www.food-info.net/it/bact/bacer.htm

presenti si possono creare delle infezioni, la quantità varia a seconda delle specie riscontrate, perché non tutte hanno la stessa capacità di provocare infezioni.¹⁸⁹

13.4.3. CLOSTRIDIUM PERFRINGENS

Il *Clostridium perfringens* è un batterio gram-positivo, anaerobio e sporigeno, appartenente al genere *Clostridium*. È un batterio ubiquitario in natura e può essere trovato come un normale componente di vegetali in decomposizione, nel sedimento marino, nel tratto intestinale degli esseri umani e di altri vertebrati, negli insetti, nell'acqua e nel suolo.

L'incubazione avviene tra le 8 e le 16 ore dopo l'ingestione del cibo contaminato. I sintomi possono essere crampi addominali e diarrea, in alcuni casi si possono riscontrare anche febbre e vomito. La malattia si risolve in circa 24 ore.

Alcuni ceppi di *C. perfringens* producono una tossina che causa una tossinfezione alimentare se ingerita, può essere presente nei cibi contaminati e nelle feci. L'enterotossina è termolabile ed è quindi inattivata a 74 °C.¹⁹⁰

13.4.4. ENTEROBATTERI

Le enterobatteriacee includono un numero ampio di batteri, il cui habitat naturale è costituito dall'intestino dell'uomo e di altri animali. Tutte le enterobatteriacee sono bacilli Gram-negativi, asporigeni; possono essere mobili o immobili e sono aerobi-anaerobi facoltativi.

Le infezioni che possono manifestarsi in seguito all'ingestione di questi batteri possono essere di tipo sistemico, intestinale, extraintestinale.¹⁹¹

13.4.5. ESCHERICHIA COLI

Escherichia Coli è un batterio Gram-negativo che appartiene al gruppo degli enterobatteri ed è la specie più nota del genere Escherichia: se ne distinguono almeno 171 sierotipi, ognuno con una diversa combinazione degli antigeni O, H, K, F.

¹⁸⁹ Wikipedia.

¹⁹⁰ Wikipedia.

¹⁹¹ medmedicine.it/articoli/87-malattie-infettive/enterobatteri

La specie *Escherichia coli* è un microrganismo a forma di bastoncello, gram-negativo, aerobio e anaerobio facoltativo, non sporigeno, che cresce alla temperatura di 44,5 °C.

È una delle specie principali di batteri che vivono nella parte inferiore dell'intestino di animali a sangue caldo. Questi microrganismi sono necessari per la digestione corretta del cibo. La sua presenza nei corpi idrici segnala la presenza di condizioni di fecalizzazione (è il principale indicatore di contaminazione fecale, insieme agli enterococchi).¹⁹²

13.4.6. SALMONELLA

Il genere *Salmonella* è caratterizzato da bacilli Gram-negativi, asporigeni, anaerobi facoltativi. I bacilli del genere *Salmonella* sono presenti nell'ambiente e possono essere sia commensali sia patogeni per uomini e per vari animali.

L'infezione da salmonella è trasmessa per via oro-fecale attraverso l'ingestione di cibi o bevande contaminate. Il periodo di incubazione è molto breve, infatti i sintomi della malattia possono manifestarsi anche solo dopo 12 ore dall'ingestione del batterio. I sintomi interessano il tratto gastrointestinale e sono rappresentati da:

- Dolore addominale
- Nausea e vomito
- Febbre e diarrea (feci di un forte color verde scuro)
- Malessere generale.

Questa patologia ha generalmente decorso breve e termina con la guarigione, ma non è da sottovalutare in soggetti più a rischio come bambini e anziani.¹⁹³

¹⁹² Wikipedia.

¹⁹³ Wikipedia.

13.4.7. STAFILOCOCCO AUREO

Lo stafilococco aureo è un batterio Gram-positivo, asporigeno, della famiglia delle *Micrococcaceae*, compreso nel genere *Staphylococcus*, immobile, aerobio, anaerobio facoltativo.

Generalmente questo batterio si ritrova a livello della cute, della mucosa della porzione anteriore del naso e della faringe nella maggioranza dei soggetti adulti.

È capace di produrre un'enterotossina che, se presente negli alimenti, può dare origine ad una intossicazione alimentare in tempi molto brevi dall'ingestione (2-8 ore), i sintomi sono nausea e vomito, in alcuni casi anche crampi addominali, diarrea, cefalea e febbre¹⁹⁴

¹⁹⁴ <http://www.msd-italia.it/altre/manuale/sez03/0280308a.html>

14. INDAGINE MICROBIOLOGICA

A questo punto, è possibile sostenere che l'entomofagia risulta essere una grande fonte sia di nutrimento sia di sostentamento.

Dato che, attualmente, la disponibilità di insetti a disposizione nel commercio europeo (siti internet, i ristoranti) è in aumento, emerge la necessità di garantire la sicurezza alimentare del prodotto affinché non vi siano delle ripercussioni sulla salute del consumatore.

Sicuramente in questo momento la legislazione, quasi inesistente, non aiuta, infatti la presenza di aziende che vendono quotidianamente questi prodotti senza un controllo da parte dell'Autorità Sanitaria potrebbe portare a delle spiacevoli conseguenze se il venditore non si occupa personalmente della sicurezza del proprio prodotto.

Dopo aver parlato degli aspetti positivi che potrebbe portare questa nuova alimentazione nel continente, al fine di verificare anche la sicurezza alimentare di questi nuovi prodotti, si è reso necessario, per la completezza della tesi, effettuare un'indagine microbiologica per verificare, mediante un campionamento, la conformità di questi nuovi alimenti alla normativa vigente.

14.1. CAMPIONAMENTO MICROBIOLOGICO DI INSETTI DESTINATI AL CONSUMO UMANO

Gli insetti utilizzati per il campionamento sono stati trovati in rete, presso il sito di un'azienda agricola italiana che alleva gli insetti in Italia e poi li vende sul proprio sito internet.

La varietà degli insetti presenti nel sito era veramente ampia, alcuni erano addirittura terminati in seguito alle numerose richieste da parte dei consumatori.

Di tutte le specie disponibili in quel periodo sono stati scelti sette tipi di insetti:

- CAVALLETTE
- VESPE GIGANTI
- GRILLI
- LARVE DEL BAMBÙ
- MIX INSETTI
- SCORPIONI
- BACHI DA SETA

La busta di “Mix insetti” conteneva: scorpione, grillo, larva del bambù, baco da seta, cavalletta, scarafaggio, vespa e caimano.

Questi prodotti sono arrivati in buste da 15 g ciascuna con apposita etichetta. Nell’etichetta frontale è definito il nome del prodotto, la quantità, la data di scadenza e la scritta “GUSTARE PER CREDERE”; in quella posteriore è definita la tabella nutrizionale del prodotto e le eventuali allergie riportando la scritta: *“Persone allergiche ai crostacei possono avere reazioni allergiche agli insetti commestibili”*, il numero del lotto (anche se alcune buste ne erano prive), le generalità dell’azienda produttrice e infine la scritta: “SOUVENIR” per mezzo della quale i produttori possono metterli in commercio, come dichiarato in una loro intervista: *«Basta mettere sul pacchetto la dicitura "souvenir" o "prodotto per collezionismo”. Gli escamotage esistono»*.¹⁹⁵ Questa scritta, infatti, definisce il prodotto come un oggetto da collezionismo e non un alimento e in questo modo è possibile “arginare” la legge.

Data la mancanza di una legislazione e le prove certe sull’igienicità degli insetti venduti, in questo momento vengono meno i principi cardine della sicurezza alimentare, ovvero la sicurezza igienico sanitaria del prodotto, e l’informazione al consumatore.

¹⁹⁵ <http://www.dagospia.com/rubrica-4/business/magnateve-sto-bacarozzo-due-fratelli-monselice-aprono-allevamento-112501.htm>



A) CONFEZIONE DA 15 G DI LARVE DEL BAMBÙ FRITTE DISIDRATATE (CON SALE)



B) CONFEZIONE DA 15 G DI BACHI DA SETA COTTI DISIDRATATI (CON SALE)



C) CONFEZIONE DA 15 G DI VESPE COTTE DISIDRATATE (CON SALE)



D) CONFEZIONE DA 15 G DI SCORPIONI COTTI DISIDRATATI (CON SALE)

14.2. MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO

La quantità di insetti, definita dal Laboratorio di analisi, che doveva comporre il campione, per effettuare tutte le analisi microbiologiche previste, era di 30 g per ciascun prodotto da analizzare.

Per effettuare il campionamento microbiologico, gli insetti sono stati inseriti nelle apposite buste sterili per le analisi microbiologiche, al fine di evitare la contaminazione di questi.

Le aliquote dovevano essere formate da un'aliquota unica (da 30 g), composta a sua volta da due unità campionarie (da 15 g ciascuna) per ogni specie di insetto.

In seguito, le due unità campionarie, relative a ciascuna specie di insetti, sono state inserite nelle buste antimanomissione con allegato l'apposito "Verbale di prelevamento campione conoscitivo" (Allegato 2); questa operazione è stata effettuata per tutte le sette specie di insetti da analizzare.

Infine i campioni sono stati inviati al Laboratorio di Sanità Pubblica (LSP) Area Vasta Centro per l'esecuzione delle analisi microbiologiche.



FIGURA 19: CAMPIONI DI INSETTI INSERITI NELLE APPOSITE BUSTE ANTIMANOMISSIONE, PRONTI PER LA SPEDIZIONE AL LABORATORIO DI ANALISI

14.3. ANALISI MICROBIOLOGICHE

Le analisi microbiologiche¹⁹⁶ sono state effettuate su un quantitativo totale di 30 g per la ricerca, per ciascun insetto campionato, di:

- Numerazione *Bacillus Cereus* presunto
- Carica microbica totale
- Numerazione *Clostridium Perfringens*
- Numerazione Enterobatteri
- Numerazione *Escherichia Coli*
- Ricerca *Salmonella* spp
- Numerazione *Stafilococco aureo* a 37° C

¹⁹⁶ Le caratteristiche specifiche di ogni batterio da analizzare sono state trattate nel capitolo precedente.

Una volta arrivati in laboratorio i campioni sono pronti per essere analizzati, in questa fase è importante non contaminare il campione, per questo motivo il tecnico di laboratorio deve prendere tutte le precauzioni necessarie (guanti, camice, occhiali, mascherina).

Il Laboratorio effettua le analisi microbiologiche, con prove accreditate dall'ente Accredia, sulla base delle normative vigenti.

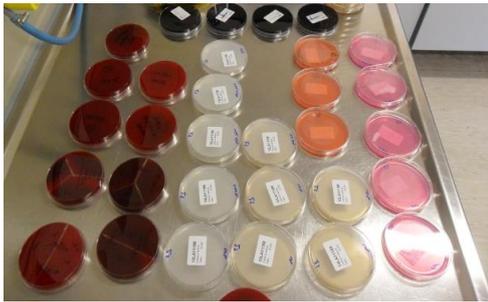
La conta della carica batterica totale è definita dalla norma UNI EN ISO 4883-1:2013; la ricerca di *Bacillus Cereus* è definita dalla norma UNI EN ISO 7932:2005; per la ricerca di *Clostridium Perfringens* la norma è la UNI EN ISO 7937:2005; la ricerca di Enterobatteri è definita dalla norma ISO 21528-1:2004; per il conteggio di *Escherichia coli* la norma che definisce il metodo di analisi è la ISO 16649-2:2001; per la ricerca di Salmonella spp. la metodica di analisi è definita dalla norma UNI EN ISO 6579:2008; mentre per la ricerca di *Staphylococcus aureus* si utilizza la UNI EN ISO 6888-1:2004.



A) PESATURA DEL CAMPIONE



B) CAMPIONE DOPO IL TRATTAMENTO NELLA MACCHINA STOMACHER



C) PIASTRE PETRI CON TERRENO DI COLTURA



D) SEMINA

FIGURA 20: MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELLE ANALISI MICROBIOLOGICHE

14.4. RISULTATI ANALISI

I risultati delle analisi microbiologiche sono molto interessanti, soprattutto in relazione alla ricerca delle possibili cause che possono aver portato alla presenza di alcuni microrganismi, prendendo anche in considerazione le modalità di uccisione, cottura, conservazione e *packaging* degli insetti.

Ovviamente nella normativa vigente non è presente un valore che definisca i limiti di accettabilità dei parametri microbiologici negli insetti, in ogni caso è un primo passo per capire quali microrganismi possiamo realmente riscontrare negli stessi. Per questo motivo per valutare i risultati ottenuti è stato preso in considerazione il “*Protocollo Tecnico della Regione Piemonte*”¹⁹⁷ che all’Allegato 1 definisce i criteri microbiologici per i prodotti alimentari.

I parametri microbiologici di alcune specie di insetti sono conformi alla normativa mentre in altri casi i parametri sono superiori a quelli previsti dalla legislazione vigente. Questo è un problema che non può essere trascurato dato che la tutela del consumatore è l’obiettivo principale che deve essere sempre garantito da un’azienda alimentare.

Il numero di campioni è sicuramente limitato, ma sufficiente per rilevare alcune problematiche di non conformità, che, data la particolarità della situazione legislativa e della metodologia di commercio, non possono essere facilmente evidenziate. Si pone, quindi, l’attenzione su alcuni scenari che potrebbero presentarsi in futuro, quando gli insetti potranno essere venduti senza alcuna limitazione come gli altri alimenti.

Di seguito sono riportate le tabelle contenenti i risultati dei parametri microbiologici ricercati dal laboratorio di analisi, con le relative normative che definiscono la metodica da utilizzare e le unità di misura con le quali sono espressi i risultati.

¹⁹⁷ Protocollo tecnico Regione Piemonte, Allegato 1. Rev. 02:2016.

PARAMETRO	RISULTATO	UNITÀ DI MISURA	METODICA
Numerazione <i>Bacillus Cereus</i> presunto	4.000	UFC/g	UNI EN ISO 7932:2005
Carica microbica totale	7.000	UFC/g	UNI EN ISO 4833-1:2013
Numerazione <i>Clostridium Perfringens</i>	<10	UFC/g	UNI EN ISO 7937:2005
Numerazione Enterobatteri	<10	UFC/g	ISO 21528-1:2004
Numerazione <i>Escherichia Coli</i>	<10	UFC/g	ISO 16649-2:2001
Ricerca <i>Salmonella</i> spp.	ASSENTE	Presenza-Assenza/25g	UNI EN ISO 6579:2008
Numerazione <i>Stafilococco aureo</i> a 37°C	<10	UFC/g	UNI EN ISO 6888-1 2004
Tossina <i>B. Cereus</i>	PRESENZA	Presenza-Assenza/10g	Immunoenzimatico

TABELLA 7: RISULTATI ANALISI MICROBIOLOGICHE DEL CAMPIONE DI VESPE COTTE DISIDRATATE (CON SALE)

Nel campione di vespe cotte disidratate (con sale) si può osservare l'assenza di *Salmonella* e la numerazione molto bassa (<10 UFC/g) di *Clostridium perfringens*, di *Enterobatteri*, di *Escherichia coli* e di *Stafilococco aureo*.

Al contrario si può osservare una Carica microbica totale pari a 7000 UFC/g ma soprattutto la presenza di *Bacillus cereus* (4000 UFC/g) e della sua tossina. Risulta importante ricordare che la tossina di *Bacillus cereus* può essere molto pericolosa dato che potrebbe provocare intossicazioni alimentari, causando dei problemi, anche gravi, al consumatore e per questo dovrebbe essere assente in tutti gli alimenti che vengono immessi sul mercato.

PARAMETRO	RISULTATO	UNITÀ DI MISURA	METODICA
Numerazione <i>Bacillus Cereus</i> presunto	<10	UFC/g	UNI EN ISO 7932:2005
Carica microbica totale	50.000	UFC/g	UNI EN ISO 4833-1:2013
Numerazione <i>Clostridium Perfringens</i>	<10	UFC/g	UNI EN ISO 7937:2005
Numerazione Enterobatteri	<10	UFC/g	ISO 21528-1:2004
Numerazione <i>Escherichia Coli</i>	<10	UFC/g	ISO 16649-2:2001
Ricerca <i>Salmonella</i> spp.	ASSENTE	Presenza-Assenza/25g	UNI EN ISO 6579:2008
Numerazione <i>Stafilococco aureo</i> a 37°C	<10	UFC/g	UNI EN ISO 6888-1 2004

TABELLA 8: RISULTATI ANALISI MICROBIOLOGICHE DEL CAMPIONE DI CAVALLETTE COTTE DISIDRATATE (CON SALE)

In questo caso analizzando i risultati del campione di cavallette, la *Salmonella* è risultata assente e tutti i parametri sono risultati inferiori alle 10 UFC/g ad eccezione della carica microbica che invece è risultata essere abbastanza alta con valori di 50000 UFC/g.

In questo caso è importante capire se i livelli elevati di carica microbica siano dovuti ad un problema nella modalità di uccisione o di conservazione dell'alimento, in quanto, in tali situazioni, possono proliferare i batteri che sono presenti nell'insetto, e soprattutto se possono essere considerati idonei al consumo umano sulla base della legislazione presente.

PARAMETRO	RISULTATO	UNITÀ DI MISURA	METODICA
Numerazione <i>Bacillus Cereus</i> presunto	<10	UFC/g	UNI EN ISO 7932:2005
Carica microbica totale	100	UFC/g	UNI EN ISO 4833-1:2013
Numerazione <i>Clostridium Perfringens</i>	<10	UFC/g	UNI EN ISO 7937:2005
Numerazione Enterobatteri	<10	UFC/g	ISO 21528-1:2004
Numerazione <i>Escherichia Coli</i>	<10	UFC/g	ISO 16649-2:2001
Ricerca <i>Salmonella</i> spp.	ASSENTE	Presenza-Assenza/25g	UNI EN ISO 6579:2008
Numerazione <i>Stafilococco aureo</i> a 37°C	<10	UFC/g	UNI EN ISO 6888-1 2004

TABELLA 9: RISULTATI ANALISI MICROBIOLOGICHE DEL CAMPIONE DI GRILLI COTTI DISIDRATATI (CON SALE)

Il campione dei grilli è quello che è risultato essere il migliore in termini di requisiti microbiologici per cui è importante indagare se ciò sia dovuto alla specie di insetti o alla modalità di uccisione o di conservazione, in modo da ricercare soluzioni in grado di ridurre le cariche microbiche nelle altre specie di insetti.

Infatti il campione di grilli ha rilevato l'assenza di *Salmonella* e per il *Bacillus cereus*, il *Clostridium perfringens*, gli Enterobatteri, l'*Escherichia coli* e lo *Stafilococco aureo* un valore di <10 UFC/g ad eccezione della carica microbica che risulta comunque essere pari a 100 UFC/g quindi sempre molto più basse rispetto agli altri campioni.

PARAMETRO	RISULTATO	UNITÀ DI MISURA	METODICA
Numerazione <i>Bacillus Cereus</i> presunto	2.600	UFC/g	UNI EN ISO 7932:2005
Carica microbica totale	3.700	UFC/g	UNI EN ISO 4833-1:2013
Numerazione <i>Clostridium Perfringens</i>	<10	UFC/g	UNI EN ISO 7937:2005
Numerazione Enterobatteri	<10	UFC/g	ISO 21528-1:2004
Numerazione <i>Escherichia Coli</i>	<10	UFC/g	ISO 16649-2:2001
Ricerca <i>Salmonella</i> spp.	ASSENTE	Presenza- Assenza/25g	UNI EN ISO 6579:2008
Numerazione <i>Stafilococco aureo</i> a 37°C	<10	UFC/g	UNI EN ISO 6888-1 2004
Tossina <i>B. Cereus</i>	PRESENZA	Presenza- Assenza/10g	Immunoenzimatico

TABELLA 10: RISULTATI ANALISI MICROBIOLOGICHE DEL CAMPIONE DI SCORPIONI COTTI DISIDRATATI (CON SALE)

Per quanto riguarda il campione di scorpioni i risultati dimostrano l'assenza di *Salmonella* ed è sicuramente un aspetto molto positivo. Viene riscontrato però anche la presenza di *Bacillus cereus* per un totale di 2600 UFC/g e della sua tossina che come già definito in precedenza potrebbe causare problemi al consumatore. Gli altri parametri microbiologici risultano essere tutti inferiori alle 10 UFC/g, tranne la carica microbica totale che è risultata pari a 3700 UFC/g e quindi deve essere verificato il limite di accettabilità nella letteratura presente.

PARAMETRO	RISULTATO	UNITÀ DI MISURA	METODICA
Numerazione <i>Bacillus Cereus</i> presunto	2.300	UFC/g	UNI EN ISO 7932:2005
Carica microbica totale	800.000	UFC/g	UNI EN ISO 4833-1:2013
Numerazione <i>Clostridium Perfringens</i>	<10	UFC/g	UNI EN ISO 7937:2005
Numerazione Enterobatteri	40.000	UFC/g	ISO 21528-1:2004
Numerazione <i>Escherichia Coli</i>	<10	UFC/g	ISO 16649-2:2001
Ricerca <i>Salmonella</i> spp.	ASSENTE	Presenza- Assenza/25g	UNI EN ISO 6579:2008
Numerazione <i>Stafilococco aureo</i> a 37°C	<10	UFC/g	UNI EN ISO 6888-1 2004
Tossina <i>B. Cereus</i>	ASSENZA	Presenza- Assenza/10g	Immunoenzimatico

TABELLA 11: RISULTATI ANALISI MICROBIOLOGICHE DEL CAMPIONE DI LARVE DI BAMBÙ FRITTE DISIDRATATE (CON SALE)

Il campione di larve di bambù presenta una carica microbica molto alta (800000 UFC/g), la presenza di *Bacillus cereus* ma fortunatamente l'assenza della sua tossina. Inoltre presenta una numerazione di Enterobatteri molto alta, pari a 40000 UFC/g. La *Salmonella* è risultata assente e la numerazione di *Clostridium perfringens*, di *Escherichia coli* e di *Stafilococco aureo* è risultata inferiore alle 10 UFC/g.

PARAMETRO	RISULTATO	UNITÀ DI MISURA	METODICA
Numerazione <i>Bacillus Cereus</i> presunto	6.800	UFC/g	UNI EN ISO 7932:2005
Carica microbica totale	36.000.000	UFC/g	UNI EN ISO 4833-1:2013
Numerazione <i>Clostridium Perfringens</i>	<10	UFC/g	UNI EN ISO 7937:2005
Numerazione Enterobatteri	50	UFC/g	ISO 21528-1:2004
Numerazione <i>Escherichia Coli</i>	<10	UFC/g	ISO 16649-2:2001
Ricerca <i>Salmonella</i> spp.	ASSENTE	Presenza-Assenza/25g	UNI EN ISO 6579:2008
Numerazione <i>Stafilococco aureo</i> a 37°C	<10	UFC/g	UNI EN ISO 6888-1 2004

TABELLA 12: RISULTATI ANALISI MICROBIOLOGICHE DEL CAMPIONE DI BACCHI DA SETA COTTI DISIDRATATI (CON SALE)

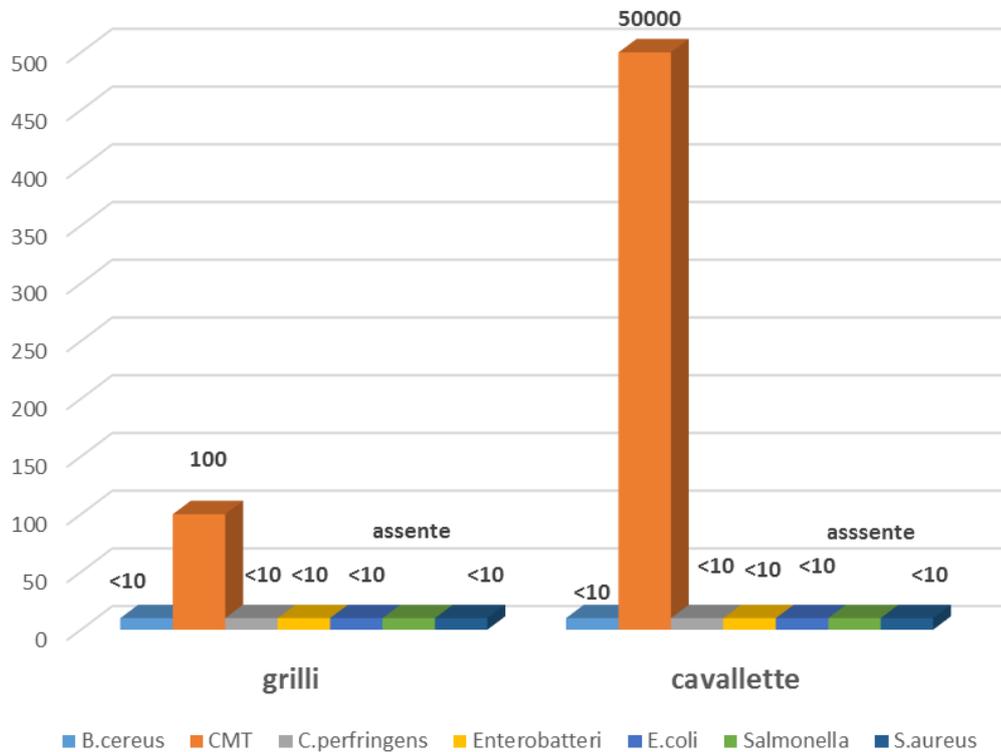
Nei bacchi da seta cotti e disidratati la *Salmonella* è risultata assente ma è il campione con la più alta carica microbica ovvero 36000000 UFC/g. In questo campione è presente anche il *Bacillus cereus* (6800UFC/g) e gli Enterobatteri (anche se il totale non è estremamente alto: 50 UFC/g). Gli altri parametri invece sono risultati essere inferiori alle 10 UFC/g.

Risulta importante indagare le cause della presenza di *Bacillus cereus* per capire se deriva da un problema di gestione dell'alimento o se è un problema dell'insetto stesso.

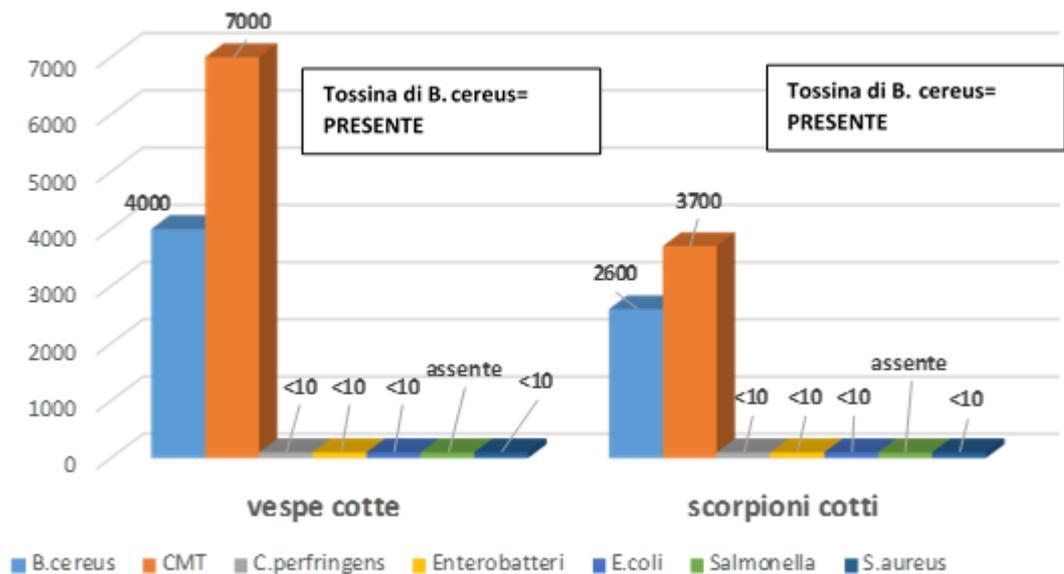
PARAMETRO	RISULTATO	UNITÀ DI MISURA	METODICA
Numerazione <i>Bacillus Cereus</i> presunto	2.000	UFC/g	UNI EN ISO 7932:2005
Carica microbica totale	250.000	UFC/g	UNI EN ISO 4833-1:2013
Numerazione <i>Clostridium Perfringens</i>	<10	UFC/g	UNI EN ISO 7937:2005
Numerazione Enterobatteri	9.000	UFC/g	ISO 21528-1:2004
Numerazione <i>Escherichia Coli</i>	<10	UFC/g	ISO 16649-2:2001
Ricerca <i>Salmonella</i> spp.	ASSENTE	Presenza-Assenza/25g	UNI EN ISO 6579:2008
Numerazione <i>Stafilococco aureo</i> a 37°C	4.000	UFC/g	UNI EN ISO 6888-1 2004
Tossina <i>B. Cereus</i>	PRESENZA	Presenza-Assenza/10g	Immunoenzimatico

TABELLA 13: RISULTATI ANALISI MICROBIOLOGICHE DEL CAMPIONE DI MIX INSETTI

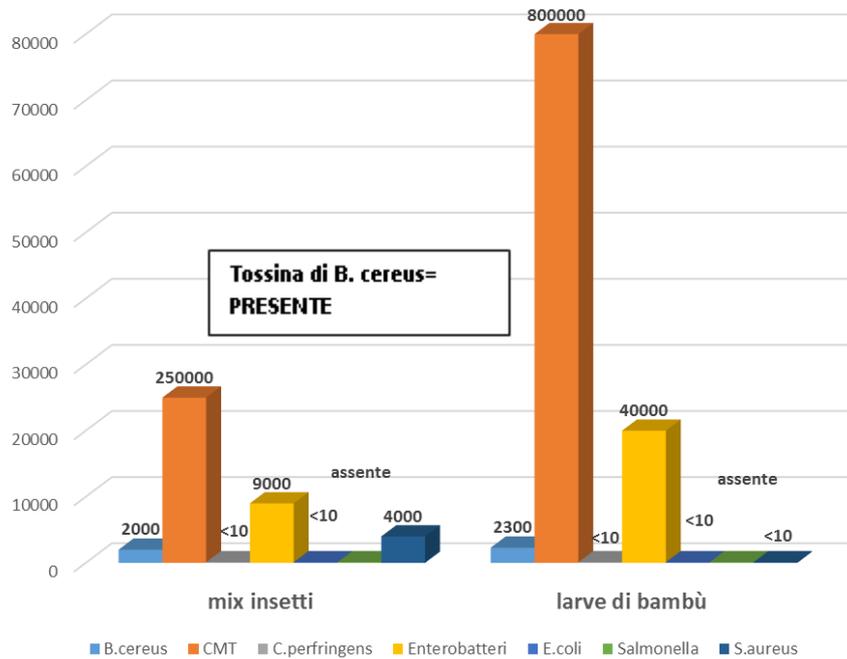
Il campione di mix insetti come già definito in precedenza era composto da: scorpioni, grilli, larve del bambù, bachi da seta, cavallette, scarafaggi, vespe e caimani. Date le problematiche riscontrate negli altri campioni, anche in questo campione contenente la maggior parte delle specie analizzate singolarmente, è stata riscontrata la presenza del *Bacillus cereus* (2000 UF/g) e della sua tossina, una carica microbica totale molto alta (dovuta sicuramente anche al fatto che gli stessi campioni delle specie di bachi da seta, scorpioni, larve del bambù avevano riscontrato una carica microbica molto alta), la presenza di Enterobatteri e la presenza di *Stafilococco aureus*; mentre *Escherichia coli* e *Clostridium perfringens* sono risultati <10 UFC/g e la *Salmonella* assente.



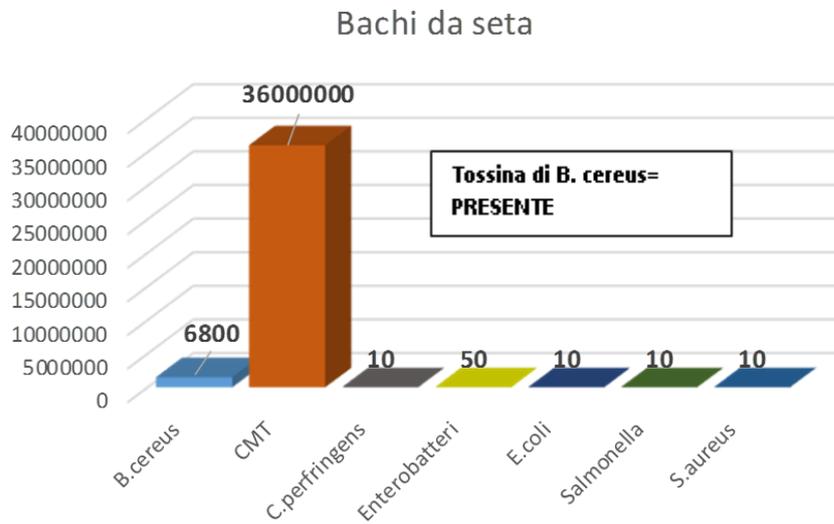
A) *RISULTATI ANALISI MICROBIOLOGICHE DEI CAMPIONI DI GRILLI E CAVALLETTE*



B) *RISULTATI ANALISI MICROBIOLOGICHE DEI CAMPIONI DI VESPE E SCORPIONI*



C) *RISULTATI ANALISI MICROBIOLOGICHE DEI CAMPIONI DI MIX INSETTI E LARVE DEL BAMBÙ*



D) *RISULTATI ANALISI MICROBIOLOGICHE DEL CAMPIONE DI BACHI DA SETA*

FIGURA 21: *RISULTATI ANALISI MICROBIOLOGICHE*

14.4.1. CONSIDERAZIONI FINALI

Dati i risultati ottenuti dalle analisi microbiologiche è importante effettuare delle considerazioni per capire se vi è un reale pericolo per il consumatore e quali possono essere i motivi che hanno portato alla presenza di microrganismi patogeni negli insetti, cercando di trovare delle soluzioni che eliminino il problema affinché gli alimenti presenti sul mercato non rappresentino un pericolo per il consumatore.

Come definito in precedenza al fine di valutare i risultati sono stati presi in considerazione, come punto di riferimento, i valori limite per le “*Preparazioni alimentari/gastronomiche cotte pronte per il consumo*” definiti dal Protocollo Tecnico.

Tale Protocollo prevede un valore limite di legge per la Salmonella pari a: “*Assente in 25 g*”. Tutti i campioni ne sono risultati privi, anche se alcuni studi¹⁹⁸ avevano evidenziato che gli insetti (soprattutto *M. domestica*) potessero essere la causa di trasmissione di Salmonella, soprattutto al pollame, ma in questo caso l’assenza di Salmonella in tutti i campioni esaminati può essere la dimostrazione che se allevati in condizioni igieniche idonee gli insetti non rappresentano possibili vettori per questo batterio.

Per quanto riguarda il *Bacillus cereus*, il protocollo definisce l’accettabilità degli alimenti con valori inferiori alle 100 UFC/g.

La presenza di *Bacillus cereus*, e della sua tossina, è stata riscontrata nei campioni di bachi da seta, mix insetti, vespe e scorpioni. Come già definito in precedenza, la tossina, sia di tipo emetico che diarroico, potrebbe portare alla formazione di gravi problemi di salute. Di fondamentale importanza è indagare la causa della presenza di questo batterio e adottare tutti gli accorgimenti possibili al fine di eliminare il rischio di contaminazione.

¹⁹⁸ Paragrafo 10.1.1. del presente elaborato di tesi.

Per quanto riguarda le *Enterobacteriaceae*, il Protocollo Tecnico definisce come accettabili i valori inferiori alle 100 UFC/g. Quindi l'unico campione che è risultato non conforme per quanto riguarda gli enterobatteri è quello delle larve di bambù con un valore di 40000 UFC/g.

Il *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* e Stafilococco aureo sono risultati essere <10 UFC/g in tutte le specie analizzate (ad eccezione dello Stafilococco aureo nel pacchetto "mix insetti" dovuto forse alla contaminazione di altre specie presenti che però non sono state analizzate singolarmente), questo significa che la manipolazione degli alimenti è risultata idonea ad evitare la contaminazione con questi batteri.

Data la modalità di conservazione scelta dalla ditta produttrice, ovvero la disidratazione, l'aspettativa della carica microbica totale presente con questo tipo di trattamento dovrebbe essere molto vicina allo zero. La disidratazione è una modalità di conservazione degli alimenti che si basa sulla riduzione della componente di acqua all'interno di essi, così da ottenere un'azione microbiostatica e microbica. Dati, però, i risultati ottenuti, significa che questa metodologia, probabilmente, non è risultata efficace e quindi è necessaria la ricerca di una modalità di conservazione migliore che non comporti la crescita e l'aumento dei microrganismi.

Per evitare la crescita dei batteri potrebbe essere presa in considerazione, come possibile soluzione, l'adozione di date di scadenze più basse al fine di garantire l'igienicità del prodotto. La data di scadenza degli insetti acquistati è il 3/03/2017 ma non è presente la data di produzione quindi non è possibile capire da quanto tempo il prodotto è presente sul "mercato".

Un ulteriore aspetto da prendere in considerazione è il *packaging* degli insetti che gioca un ruolo molto importante nella conservazione degli alimenti. Sarebbe opportuno trovare un tipo di involucro che corrisponda ai requisiti previsti dal

Regolamento (CE) n. 1935/2004¹⁹⁹ e che quindi non permetta il deterioramento dell'alimento e sia idoneo a contenerli garantendo l'assenza di rilascio di sostanze tossiche o dannose.

Le analisi sono state effettuate sotto forma di campione conoscitivo. Data la particolarità dei "prodotti" analizzati e gli esiti dei risultati ottenuti è stato ritenuto opportuno riferire al responsabile del Dipartimento di Igiene degli Alimenti e Nutrizione dell'Azienda USL competente per territorio, la nostra indagine microbiologica e la criticità dei risultati ottenuti, al fine di valutare l'eventuale adozione di adeguati provvedimenti e le precauzioni necessarie alla tutela del consumatore finale.

¹⁹⁹ Regolamento (CE) N. 1935/2004 e del Parlamento Europeo e del Consiglio del 27 ottobre 2004 riguardante i materiali e gli oggetti destinati a venire a contatto con i prodotti alimentari e che abroga le direttive 80/590/CEE e 89/109/CEE

15. CONCLUSIONI

Al termine di questo elaborato è importante riprendere gli obiettivi generali che erano stati prefissati all'inizio della sua stesura, per trarre delle conclusioni che possano rispondere a tutte le domande e gli interrogativi posti.

Le motivazioni che hanno portato il mondo occidentale alla ricerca di nuove fonti di sostentamento che potessero essere utili sia per gli occidentali stessi che per i paesi in via di sviluppo sono molte: la più importante è forse l'aumento sempre maggiore del numero di abitanti del nostro pianeta e di conseguenza il costante aumento della ricerca di cibo che possa soddisfare almeno in termini di sopravvivenza l'intera popolazione mondiale; è da questa causa che poi risalgono le altre motivazioni, infatti l'aumento intensivo dell'agricoltura e dell'allevamento porterebbe ad un aumento sempre maggiore dell'inquinamento, dell'effetto serra, dello sfruttamento del terreno, dell'energia e dell'acqua peggiorando così ancora di più le condizioni attuali della nostra terra.

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.

L'obiettivo principale di questa tesi era quello di definire l'igienicità di questi alimenti sia in termini di sicurezza alimentare che in termini di valori nutrizionali, per valutare la possibilità della loro commercializzazione anche nel nostro paese.

Il grande interesse verso gli insetti è dovuto anche alle loro grandi proprietà nutritive, infatti gli insetti sono risultati essere una fonte nutritiva molto interessante che ovviamente può variare in base al substrato dal quale si nutrono, la specie e lo stadio di metamorfosi e le modalità di cottura.

Il contenuto calorico si stima intorno a 293–762 kilocalorie per 100 g di materia secca. Anche il contenuto di proteine è molto alto circa 7-48g/100g di peso negli insetti freschi. Inoltre sono molto ricchi di grassi (soprattutto di acidi grassi polinsaturi e omega-3 e omega-6). Per quanto riguarda i carboidrati le informazioni sono scarse e comunque sono formati per la maggior parte dalla chitina che tuttora non è chiaro se possa essere digerita dagli esseri umani. Gli insetti sono anche ricchi di Sali minerali come ferro, zinco, potassio, magnesio, rame, selenio e vitamine, soprattutto vitamina A, B1 (tiamina), B2 (riboflavina) e B12 ed E.

Nella valutazione del rischio, effettuata dall'EFSA, sono stati indagati i possibili rischi microbiologici, chimici e allergici che si possono presentare in seguito al loro consumo.

Dal punto di vista igienico sanitario, gli insetti possono essere contaminati da numerosi batteri, in particolare *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Bacillus*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Micrococcus*, *Lactobacillus*, *Acinetobacter*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella*, *Vibrio*, *Bacillus cereus* che possono essere eliminati attraverso corrette modalità di cottura e utilizzando un substrato idoneo.

I virus che possono essere trasmessi dagli insetti agli uomini, secondo alcuni studi sono risultati essere solo gli *arbovirus* che, comunque, non si riscontrano nelle specie che vengono utilizzate come alimento umano. Per quanto riguarda i dati

inerenti alla presenza di parassiti sono tutti relativi a insetti non allevati e quindi si presume che in un allevamento controllato questo tipo di contaminazione non si presenti, così come per la contaminazione derivante da funghi e lieviti. Mentre per quanto riguarda i prioni si presume che possa rappresentare un rischio solo nel caso in cui il substrato dal quale si nutrono sia infetto, dato che gli insetti non sono in grado di sviluppare propriamente delle malattie da prioni.

Un rischio importante deriva dalle sostanze chimiche derivanti da substrati contaminati, in particolare metalli pesanti, diossina, eteri di difenile polibromurato, micotossine e tossine vegetali che possono essere, in alcuni casi, bioaccumulati dagli insetti oppure derivanti da residui di pesticidi contenuti nei vegetali freschi utilizzati come mangimi per gli insetti che possono, inoltre, danneggiare anche la salute degli stessi (al momento non ci sono dati inerenti al possibile bioaccumulo).

Per quanto riguarda il rischio derivante da tossine è necessario determinare quali di esse è possibile eliminare mediante le fasi di cottura; le micotossine invece possono essere riscontrate negli insetti a causa di substrati contaminati. Anche l'utilizzo di farmaci per curare gli insetti è un aspetto da tenere in considerazione per evitare possibili rischi per l'uomo.

Gli insetti possono essere anche causa di allergie alimentari per questo chi ha intenzione di consumarli deve poter conoscere l'eventuale presenza di allergeni.

I risultati delle analisi microbiologiche, della nostra indagine sugli insetti commestibili, hanno portato alla rilevazione della presenza di *Bacillus cereus*, compresa la sua tossina, nei campioni di vespe cotte disidratate (con sale), scorpioni cotti disidratati (con sale), bachi da seta cotti e mix insetti. Tali elementi evidenziano probabili criticità nelle modalità di trattamento degli insetti, pertanto necessitano di valutazioni che consentano l'eliminazione di batteri patogeni presenti, considerando anche l'adozione di idonee date di scadenza per garantire l'igienicità del prodotto anche a distanza di tempo dalla produzione.

Un aspetto positivo riscontrato nei risultati è l'assenza di Salmonella in tutti i campioni analizzati e la presenza di valori inferiori alle 10 UFC/g di *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* e Stafilococco aureo.

Gli Enterobatteri sono stati riscontrati in quantità, tali da determinare un giudizio di non conformità, solo nelle specie di larve di bambù fritte disidratate, questo può significare che tale specie necessita di un trattamento diverso da quello attuale per poter eliminare questi batteri.

Quindi, in base ai risultati ottenuti, si può affermare che il consumo di grilli e cavallette non rappresenti un pericolo per la sicurezza umana, mentre i bachi da seta, il campione di mix insetti, gli scorpioni e le vespe non possono essere ritenuti un prodotto adatto al consumo umano per la presenza della tossina di *Bacillus cereus*. Le larve di bambù fritte invece risultano non conformi a causa di valori elevati di Enterobatteri.

Al momento comunque non sembra che questa nuova tipologia di alimentazione abbia riscosso un enorme successo, dall'indagine di gradimento effettuata, infatti, si riscontra che solo il 35% dei soggetti intervistati sarebbe disposto a mangiare un insetto, con una netta prevalenza degli uomini rispetto alle donne (60%). Inoltre la maggior parte degli intervistati ha dichiarato di non voler nemmeno provare ad assaggiarli a causa del disgusto che prova alla sola vista. Ponendo uno sguardo verso il futuro, coloro che pensano che gli insetti potrebbero entrare a far parte della nostra cultura alimentare sono solo il 24% contro il 58%, mentre una piccola percentuale (2%) ha dichiarato che potrebbero diventare un'eventuale alternativa culinaria etnica.

Data la disponibilità non solo di insetti ma anche di prodotti a base di insetto, presenti attualmente nel mercato europeo, è necessario che venga emanata una normativa che definisca le modalità di allevamento, produzione, vendita, commercializzazione e i requisiti chimici e microbiologici che devono essere rispettati durante tutta la catena alimentare, al fine di garantire la sicurezza del prodotto. Affinché ciò sia possibile è necessario, inoltre, effettuare nuovi studi che

possano dare delle certezze scientifiche per quanto riguarda l'igienicità dei prodotti destinati all'alimentazione, in quanto l'obiettivo principale da realizzare è la tutela del consumatore attraverso la sicurezza alimentare.

Il percorso di avvicinamento a questo nuovo tipo di alimento è sicuramente difficoltoso e lungo per la presenza di una cultura alimentare ben radicata nel territorio. Occorre quindi sviluppare una maggiore conoscenza e coscienza verso le problematiche ambientali che non sono limitate solo ai confini delle nazioni, ma riguardano l'intero pianeta nel quale viviamo.

ALLEGATI

ALLEGATO 1

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE

SESSO: MASCHIO
 FEMMINA

ETA':

TITOLO DI STUDIO: SCUOLA PRIMARIA
 SCUOLA SECONDARIA DI I GRADO
 SCUOLA SECONDARIA DI II GRADO
 LAUREA

1. Hai mai sentito parlare di Novel Food?

.....
.....

a. Se sì cosa ne pensi dell'entomofagia (ovvero il consumo umano di carne di insetto)?

.....
.....

2. Hai mai assaggiato un insetto? Sì No

a. Se sì quale?

.....

Se no per perché?

.....

3. Proveresti ad assaggiare un insetto? Perché?

.....

.....

4. Secondo te l'alimentazione a base di insetti potrebbe entrare a far parte della nostra cultura alimentare?

.....

.....

ALLEGATO 2

 <p>Servizio Sanitario della Toscana Dipartimento della Prevenzione UF Sanità Pubblica Veterinaria e Sicurezza Alimentare</p>	<p>Responsabile dr. Stefano Cantini Presidio di Pistoia: V.le G. Matteotti, 19 - 51100 Pistoia ☎ 0573 353614 - 15 ☎ 0573 353610 @ mail: stefano.cantini@uslcentro.toscana.it Presidio della Valdinevole: c/o villa Ankuri, Via 1° Maggio 154, - 51010 Massa e Cozzile ☎ 0572 942808 - 10 - 11 - 65 ☎ 0572 942909-06 @ mail: m.tognarelli@uslcentro.toscana.it</p>
--	---

Verbale di prelevamento n° _____

L'anno _____, addìdel mese di i sottoscritti Tecnici della Prevenzione si sono presentati alle orenei locali della Ditta sita in Via n° il cui Responsabile Legale risulta essere il Sig. nato a il residente a in Via n° e hanno proceduto al **prelevamento di**

Detto prelievo viene effettuato in presenza del Sig. nato a il residente a in Via n° in qualità di

Ulteriori osservazioni dei verbalizzanti

Il **campione conoscitivo** viene prelevato in un'unica aliquota, posto in sacchetto sterile e successivamente in sacchetto in plastica con banda antimanomissione, conservato e trasportato alla temperatura di e inviato al Laboratorio di Biotossicologia di **Firenze** per la ricerca **microbiologica**

I VERBALIZZANTI

4.1.4 Campioni regolamentari e di saggio

I campioni prelevati per le analisi di laboratorio dagli organi di controllo possono essere regolamentari o di saggio.

Il campione regolamentare è prelevato con la rigorosa osservanza delle norme vigenti e viene fatto per accertare e reprimere le infrazioni alla legge.

È obbligatorio effettuare il prelievo quando sussistono fondati elementi per sospettare che il prodotto non sia conforme alla legge.

Il campione di saggio può essere prelevato, previo consenso dell'interessato, con la sola osservanza delle norme tecniche, e viene eseguito:

- come indagine conoscitiva, esplorativa e selettiva, all'interno dei piani mirati di lavoro su determinati generi alimentari;
- come indagine conoscitiva sui processi produttivi dei singoli prodotti e quindi su substrati non direttamente destinati al consumo.

4.1.5. Verbale di prelevamento di un campione

Per ciascun campione regolamentare prelevato occorre redigere apposito verbale.

Per i campioni di saggio è sufficiente redigere un sommario verbale a giustificazione della merce prelevata e per le esigenze amministrative del Servizio.

Copia del verbale di prelevamento verrà lasciata all' esercente.

I controlli, in applicazione al presente piano, sono effettuati a scopo conoscitivo, pertanto il prelievo ufficiale dei campioni viene effettuato in aliquota singola, costituita da più unità campionarie.

In caso di campioni non conformi, l' autorità competente può procedere alla verifica della corretta esecuzione delle misure sanitarie prescritte, con campionamento ufficiale previsto dal D.M. 20 aprile 1978.

BIBLIOGRAFIA

- Abdalbasit Adam Mariod (2013), "Insect oil and protein: Biochemistry, food and other uses: Review" *Agricultural Sciences* vol. 4, n.9B: 76-80.
- ANSES (2015), "Opinion of the French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety on "the use of insects as food and feed and the review of scientific knowledge on the health risks related to the consumption of insects".
- S. Belluco, C. Losasso, M. Maggioletti, C. C. Alonzi, M. G. Paoletti, and A. Ricci (2013), "Edible Insects in a Food Safety and Nutritional Perspective: A Critical Review" *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* vol.12: 296-313.
- S. Belluco, C. Losasso, M. Maggioletti, C. Alonzi, A. Ricci, and M. G. Paoletti (2015), "Edible insects: a food security solution or a food safety concern?" *Animal Frontiers* vol. 5 n. 2: 25-30.
- Charlton et al. (2015), "Exploring the chemical safety of fly larvae as a source of protein for animal".
- Circolare del 9/10/2013, controllo ufficiale in merito all'uso di insetti in campo alimentare con specifico riferimento all'applicabilità del reg. (CE) 258/97 sui novel food.
- Gene DeFoliart (1999), "The Human Use of Insects as a Food Resource: A bibliographic Account in Progress".
- "Gli insetti: una risorsa sostenibile per l'alimentazione
- EFSA (2015), "Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed".
- FAO (2010), "Forest insects as food: humans bite back".
- FAO (2013), "Edible insects: future prospects for food and feed security".
- FAO (2014), "Il contributo degli insetti per la sicurezza alimentare, l'economia e l'ambiente".

- FASFC (2014), “Circular concerning the breeding and marketing of insects and insect-based food for human consumption”.
- FASFC (2014), “Food safety aspects of insects intended for human consumption”.
- Antonietta Galli e Laura Franzetti (2003) in “Metodi per l’analisi microbiologica degli alimenti”.
- “Il progetto edibile insects nutrire il pianeta con nuove fonti sostenibili”, AA. VV.
- S. Kelemu, S. Niassy, B. Torto, K. Fiaboe, H. Affognon, H. Tonnang, N.K. Maniania and S. Ekesi (2015), “African edible insects for food and feed: inventory, diversity, commonalities and contribution to food security” Journal of Insects as Food and Feed Wageningen Academic Publisher vol.1, n.2: 103-119.
- Legge 30 aprile 1962, n. 283: 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.
- Dario De Medici, Lucia Fenicia, Leucio Orefice e Angelo Stacchini (1996), “Metodi di analisi per il controllo microbiologico degli alimenti”, (Rapporti ISTISAN 96/35).
- NVWA (2014), “Advisory report on the risks associated with the consumption of mass-reared insects”.
- Maurizio Guido Paoletti e Angelo Leandro Dreon (2005), “Ecological Implications of Minilivestock. Potential of Insects, Rodents, Frogs and Snails” Science Publishers (cap.1 “Minilivestock Environment, Sustainability, and Local Knowledge Disappearance”).
- Protocollo tecnico Regione Piemonte, Allegato 1. Rev. 02:2016.
- Regolamento (CE) n. 258/97 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 gennaio 2002 che stabilisce i principi e i requisiti generali della legislazione alimentare, istituisce l'Autorità europea per la sicurezza alimentare e fissa procedure nel campo della sicurezza alimentare.
- Regolamento europeo CE n. 1935/2004 del Parlamento europeo e del Consiglio del 27 ottobre 2004 riguardante i materiali e gli oggetti destinati a venire a contatto con i prodotti e che abroga le direttive 80/590/CEE e 89/109/CEE
- Regolamento (CE) n. 2073/2005 della Commissione del 15 novembre 2005 sui criteri microbiologici applicabili ai prodotti alimentari
- 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) 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.
- Paul Rozin (2002), "Human food intake and choice: biological, physiological, and cultural perspectives. In H. Anderson, J. Blundell, & M. Chiva (eds.) Food selection: From genes to culture. Paris: Danone Institute.
- Sawabe et.al., (2006), "Detection and isolation of highly pathogenic H5N1 avian influenza A viruses from blow flies collected in the vicinity of an infected poultry farm in Kyoto, Japan, 2004." American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, vol.75, n.2: 327–332.

- Se-Kwon Kim (2011), “Chitin, chitosan, oligosaccharides and their derivatives”.
- Womeni et. Al (2009) “Oils of insects and larvae consumed in Africa: potential sources of polyunsaturated fatty acids.
- A.L. Yen (2015), “Insects as food and feed in the Asia Pacific region: current perspectives and future directions” Journal of Insects as Food and Feed Wageningen Academic Publisher vol.1, n.1: 33-55.

SITOGRAFIA

- www.barillacfn.com/it/magazine/cibo-e-societa/insetti-sulla-tavola-in-indonesia (consultato il 2 agosto 2016)
- <http://chinahopelive.net/> (consultato il 1 agosto 2016)
- [Www.crunchy-bites.com](http://www.crunchy-bites.com) (consultato il 7 agosto 2016)
- <http://www.dagospia.com/rubrica-4/business/magnateve-sto-bacaro-2-2016-04-23> (consultato il 23 aprile 2016)
- <http://www.efsa.europa.eu/it/press/news/151008a> (consultato il 10 marzo 2016)
- <http://www.entomofago.eu/category/europa/page/3/> (consultato il 30 luglio 2016)
- <http://www.fondazione Slow Food.com/it/arca-del-gusto-slow-food/larve-di-insetto/> (consultato il 1 agosto)
- <http://www.food-info.net/it/bact/bacer.htm> (consultato il 1 settembre 2016)
- <http://www.foodnavigator.com/Market-Trends/Eating-whole-insects-preferred-to-bug-snack-mixes-Study> (consultato il 13 agosto 2016)
- <http://www.ilfattoquotidiano.it/2015/10/28/cibo-alghe-e-insetti-sulle-tavole-degli-europei-arriva-il-via-libera-da-strasburgo/2168083/> (consultato il 27 giugno 2016)
- http://www.igieneincucina.altervista.org/la_contaminazione_degli_alimenti.htm (consultato il 22 agosto 2016)
- <http://www.italbugs.com/> (consultato il 2 agosto 2016)
- <http://www.izsalimento.izsto.it> (consultato il 17 agosto 2016)
- <http://www.izsalimento.izsto.it/palimenti/index.php/sicurezzaalimenti/peri-colibologici> (consultato il 1 settembre 2016)
- <http://labs.russell.wisc.edu/insectsasfood/the-human-use-of-insects-as-a-food-resource/> (consultato il 20 giugno 2016)

- <http://www.macchinealimentari.it/2014/09/21/chitosano-macromolecola-naturale-per-il-packaging-alimentare/> (consultato il 20 agosto 2016)
- <http://medmedicine.it/articoli/87-malattie-infettive/enterobatteri> (consultato il 23 agosto 2016)
- <http://www.msd-italia.it/altre/manuale/sez03/0280308a.html> (consultato il 23 agosto 2016)
- www.salute.gov.it (consultato il 29 luglio 2016)
- http://www.salute.gov.it/portale/temi/p2_5.jsp?area=Alimenti%20particolaris%20e%20integratori&menu=nuovi (consultato il 29 luglio 2016)
- <http://4ento.com/download-view/edible-insects/> (consultato il 10 giugno 2016)
- www.topinsect.be (consultato il 7 agosto 2016)
- <http://www.vegajournal.org/content/archivio/38-anno-ii-numero-1/195-uomo-e-cultura-tra-tradizione-e-innovazione> (consultato il 19 agosto 2016)
- https://it.wikipedia.org/wiki/Carica_batterica (consultato il 1 settembre 2016)
- https://it.wikipedia.org/wiki/Casu_frazigu (consultato il 5 agosto 2016)
- https://it.wikipedia.org/wiki/Clostridium_perfringens (consultato il 1 settembre 2016)
- https://it.wikipedia.org/wiki/Escherichia_coli (consultato il 1 settembre 2016)
- <https://it.wikipedia.org/wiki/Glucidi> (consultato il 18 agosto 2016)
- <https://it.wikipedia.org/wiki/Insecta> (consultato il 16 agosto 2016)
- <https://it.wikipedia.org/wiki/Lipidi> (consultato il 18 agosto 2016)
- https://it.wikipedia.org/wiki/Microbiologia_alimentare (consultato il 31 agosto 2016)
- <https://it.wikipedia.org/wiki/Micronutrienti> (consultato il 18 agosto 2016)

- <https://it.wikipedia.org/wiki/Milbenk%C3%A4se> (consultato il 5 agosto 2016)
- <https://it.wikipedia.org/wiki/Mimolette> (consultato il 5 agosto 2016)
- <https://it.wikipedia.org/wiki/Proteina> (consultato il 2016)
- <https://it.wikipedia.org/wiki/Salmonella> (consultato il 1 settembre 2016)

RINGRAZIAMENTI

Al termine di questa tesi di laurea desidero ringraziare tutti coloro che hanno dato un contributo per me veramente importante.

In primis ringrazio il mio relatore, il Dott. Rastelli Fabio per la sua professionalità e la sua disponibilità con cui mi ha accompagnata in questo viaggio pronto a rispondere ad ogni tipo di chiarimento, dubbio e perplessità. Altro ringraziamento va al Dott. Nardone Giovanni per il suo interessamento mostrato fin dal primo giorno e la sua disponibilità. Li ringrazio inoltre per i loro consigli che mi hanno permesso di capire le cose importanti su cui porre l'attenzione, restando sempre al mio fianco, partecipando anche all'esperimento di "degustazione degli insetti". Inoltre un ringraziamento al Dott. Bonaccorsi Guglielmo.

Un ringraziamento particolare alla Dott.ssa Salvi Donatella per la professionalità ed il costante impegno con il quale ci ha accompagnato passo dopo passo in questo percorso di studio.

Ringrazio il Laboratorio di Sanità Pubblica Area Vasta Centro per lo svolgimento delle analisi microbiologiche e in particolar modo, per la loro disponibilità e gentilezza, la Dott.ssa Talini Mariella e la Dott.ssa Gestri Donella, che mi hanno permesso di assistere alle analisi, illustrandomi tutti i procedimenti e le metodiche utilizzate.

Un ringraziamento molto speciale va a tutta la mia famiglia che mi ha supportato e letteralmente "sopportato" in questo cammino, standomi sempre vicino. In particolare ringrazio mia Madre, il mio punto di riferimento, e mio Padre, la mia forza, per tutti i suoi preziosissimi consigli, sempre pronto ad ascoltarmi e ad aiutarmi in qualsiasi momento. Ringrazio mio fratello Andrea, per sostenermi ed

essere sempre al mio fianco, Laurene, per la sua vicinanza e amicizia e i miei nonni che non mi hanno fatto mai mancare il loro affetto.

Un ringraziamento dal cuore va ad Alessandro al quale è toccato la parte più difficile, ovvero l'ascolto di tutti i problemi, ma che con pazienza e con amore mi è sempre stato accanto, credendo in me, spronandomi ed aiutandomi.

Ringrazio i miei compagni di università, in particolare Martina e Francesco, con i quali ho condiviso tutte le mie esperienze, senza di loro questi tre anni non sarebbero stati gli stessi. Ringrazio anche tutte le mie amiche più care, in particolar modo Giulia, Giorgia e Martina, per il loro continuo interessamento e supporto.

Ultimo ma sicuramente non meno importante è il ringraziamento che va a tutti coloro che si sono prestati alla redazione del questionario dedicando una piccola parte del loro tempo a me e a tutti coloro che con una semplice domanda sui miei studi mi hanno fatto sentire il loro interessamento e il loro calore.