

## Gli insetti edibili nell'economia circolare

Stefano Sforza\*

EDIBLE INSECTS IN CIRCULAR ECONOMY

**ABSTRACT:** The present agrifood production system can not sustainably feed the present and the future world population, and it needs to be re-designed in a circular economy perspective. Insects, with their ability to grow on agrifood by-products and wastes, yielding highly nutritious, and safe, food and feed ingredients, can help the transition to a more sustainable agrifood production. In the European Union, since 2018 insects have been designed as novel food, and their use as feed ingredients has been regulated. Insects are slowly, but steadily, becoming an integrated part of our agrifood system.

**KEYWORDS:** Circular economy; biorefinery; agrifood waste; insect-based Feed; insect-based food

**SOMMARIO:** 1. Gli scarti agroalimentari nel contesto delle criticità della produzione globale di alimenti e mangimi – 2. I benefici ed i rischi degli insetti come ingredienti di alimenti e mangimi – 3. L'uso degli insetti come alimenti e mangimi in Unione Europea – 4. Prospettive e potenzialità degli insetti nell'economia circolare.

### 1. Gli scarti agroalimentari nel contesto delle criticità della produzione globale di alimenti e mangimi

Il fenomeno della “Population Overshoot” può essere definito come il superamento della capacità di carico sostenibile di un ecosistema, causato da un'eccessiva popolazione, con danneggiamento dell'ambiente e consumo di risorse più velocemente di quanto esse non possano essere rigenerate. Utilizzando come indicatore l'impronta ecologica (la superficie di terre ed acque produttive richiesta per sostenere una data popolazione, inclusiva della loro capacità di assorbire i prodotti di scarto) e la biocapacità (che misura la capacità produttiva stessa di queste terre ed acque), si può agevolmente calcolare un'indice di sostenibilità, definito come quella percentuale della popolazione esistente che può essere sostenuta da un dato territorio. Quando questo indice non raggiunge il 100%, significa che parte della popolazione di quel territorio è in eccesso rispetto alle risorse che quel territorio può generare. Sfortunatamente, in base a questo indice, gran parte delle nazioni sulla terra sono oggi in “population overshoot”: su 7 miliardi di persone oggi sul nostro pianeta, più di 2.8 miliardi sono “in eccesso” rispetto alla capacità di carico dei territori in cui vivono.<sup>1</sup>

Considerando l'intero nostro pianeta come “serbatoio di risorse”, vi è indubbiamente una grande capacità di riserva, che però si sta rapidamente consumando o deteriorando. L'effetto finale (locale o

\*Professore Ordinario di Chimica Organica, Dipartimento di Scienze degli Alimenti e del Farmaco, Università di Parma. Mail: [stefano.sforza@unipr.it](mailto:stefano.sforza@unipr.it).

<sup>1</sup> <https://bit.ly/2YrIBWo> (last visited 20/06/2020).

globale) di un “population overshoot” è il potenziale collasso ecologico e sociale. Anche se la diminuzione della popolazione potrebbe sembrare l’unica soluzione a questa situazione (ma una soluzione difficilmente perseguibile a livello politico e sociale), vi è purtuttavia anche la possibilità di ridurre il consumo delle risorse fino ad un livello sostenibile, in questo modo riuscendo risolvere le criticità attuali senza dover ridurre il numero delle persone.<sup>2</sup> Ma è possibile ridurre il consumo di risorse e continuare una traiettoria di sviluppo, o saremo tutti obbligati ad una decrescita (che sia felice o meno) per raggiungere la sostenibilità? L’attuale tasso di crescita di diversi paesi del mondo porrà una pressione sempre più forte, nel prossimo futuro, sulle risorse naturali.<sup>3</sup> Coniugare sviluppo e sostenibilità sembra quindi un’impresa quasi impossibile. Eppure, gli Stati membri delle Nazioni Unite hanno adottato nel 2015 la cosiddetta “agenda 2030” per lo sviluppo sostenibile, un modello condiviso per la pace e la prosperità per le persone e il pianeta, ora e nel futuro.<sup>4</sup> I 17 obiettivi di sviluppo sostenibile riconoscono che il porre fine alla povertà e ad altre privazioni deve coincidere con strategie che migliorino la salute e l’istruzione, riducano la disuguaglianza e stimolino la crescita economica, il tutto affrontando i cambiamenti climatici e lavorando per preservare il nostro ecosistema. Utopia ottimistica, o sfida realistica?

Se si guarda in particolare all’ambito agroalimentare, non si può non constatare che il consumo delle risorse agricole e di acqua potabile ha raggiunto livelli impressionanti. Secondo la FAO, considerando il terreno mondiale disponibile per l’agricoltura (escludendo quindi le zone completamente brulle), circa il 30% è già fortemente degradato e con un alto rischio di perdita di biodiversità, un altro 10% è moderatamente degradato, circa il 45% è stabile o leggermente degradato, e solo circa un 15% è in miglioramento.

In uno scenario di sfruttamento esasperato delle nostre risorse agricole, vi sono da considerare anche gli squilibri alimentari attualmente esistenti sul nostro pianeta. Solo per fare un esempio tra i più eclatanti, il consumo di carne nelle varie parti del mondo mostra diversità estreme: secondo i più recenti dati FAO, se europei o nordamericani hanno a disposizione ogni anno tra gli 80 ed i 110 kg di carne pro capite, tale valore scende a circa 20-25 kg pro capite nelle nazioni più povere dell’Africa e dell’Asia.<sup>5</sup> Questo ed altri gravi squilibri causano gravi carenze nutrizionali nelle regioni più povere del mondo. Alle criticità dovute alla disuguaglianza ed all’impatto ambientale della produzione alimentare, si aggraverà la crescita globale della popolazione nei prossimi anni, che raggiungerà circa i 9 miliardi di persone intorno al 2050. Se ci si pone come obiettivo che tutte queste persone abbiano accesso a diete che raggiungano i livelli nutrizionali indicati dall’OCSE (come è certo auspicabile), il consumo di risorse per la produzione alimentare sarebbe 15 volte maggiore del presente, con i metodi di produzione oggi in uso. Questo perché l’aumento della domanda di proteine, principalmente di origine animale, comporterà anche un’enorme crescita della domanda di mangimi ad alto contenuto proteico, che a sua volta non potrà che aumentare ulteriormente l’impronta ecologica sull’ambiente. Per avere un’idea dell’impatto della produzione di queste proteine “nobili”, basti pensare che per la produzione di 1 kg

<sup>2</sup>A.V. BALATSKY, G.I. BALATSKY, S.S. BORYSOV, *Resource Demand Growth and Sustainability Due to Increased World Consumption*, in *Sustainability*, 2015, 7, 3430-3440.

<sup>3</sup>P.R. EHRLICH, A.H. EHRLICH, *Healing the Planet: Strategies for Resolving the Environmental Crisis*, Boston, 1991, 6-8, 12, 75, 96, 241.

<sup>4</sup>[www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/](http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/) (last visited 19/04/2020).

<sup>5</sup><https://bit.ly/2YXo7E3> (last visited 20/06/2020).

di carne di manzo occorre consumare in media 6.5 kg di cereali, 36 kg di fibre e 15300 litri di acqua<sup>6</sup> e produce circa 13.3 kg di anidride carbonica.<sup>7</sup>

Il sistema agroalimentare per come è concepito oggi è quindi chiaramente non sostenibile a livello globale, e deve affrontare un'enorme sfida: garantire una corretta alimentazione a tutta la popolazione attuale e futura, ma farlo in un modo che sia sostenibile sotto il profilo ambientale.

Sfida apparentemente impossibile, ma che in realtà può trovare diverse soluzioni alla portata delle tecnologie e del corpus di conoscenze scientifiche odierni. Una delle chiavi di volta di questa sfida impossibile passa certamente per la riduzione degli scarti agroalimentari e la valorizzazione dei sottoprodotti e dei co-prodotti delle filiere alimentari, uno dei paradossi dell'odierno sistema di produzione, distribuzione e consumo degli alimenti. Se da un lato, come visto, vi è la necessità nei prossimi anni di incrementare la produzione alimentare del 60-70% per nutrire una popolazione sempre crescente, dall'altro oltre un terzo del cibo oggi prodotto nel mondo viene sprecato, per l'impressionante totale di 1,3 miliardi di tonnellate all'anno, con le quali si potrebbero sfamare oltre due miliardi di persone. Gli sprechi riguardano soprattutto il sistema di produzione, ma coinvolgono anche il consumo, e sono presenti indistintamente in tutti i paesi. In Italia, solo per fare un esempio, vanno perduti ogni anno 149 kg pro-capite di alimenti. Questo è il risultato di sistemi di produzione concepiti in un momento in cui le risorse sembravano infinite. Questi sistemi di produzione devono giocoforza modificarsi.

L'economia circolare è uno dei nuovi fattori chiave dello sviluppo sostenibile, in campo agroalimentare e non solo. Con il termine "Economia Circolare" si definisce un sistema economico volto a eliminare gli sprechi, con un continuo riuso delle risorse disponibili. L'economia circolare impiega il riutilizzo, la condivisione, il rinnovo, la rigenerazione e il riciclaggio delle risorse per creare un sistema che sia il più possibile chiuso, riducendo quindi al minimo sia l'input di nuove risorse, sia la creazione di rifiuti e scarti.<sup>8</sup>

L'applicazione di questi concetti alla produzione di fonti sostenibili e rinnovabili di proteine, in particolare pensando ad alghe, microalghe, funghi e insetti, rappresenta quindi una sfida per il futuro dell'umanità. Tuttavia, la riprogettazione del nostro sistema di produzione alimentare in chiave di economia circolare non è né semplice, né tecnicamente immediato. Tale riprogettazione implica necessariamente un sistematico riutilizzo dei sottoprodotti, dei co-prodotti e degli scarti agroalimentari, in accordo con la legislazione vigente. Tuttavia, tali biomasse sono estremamente variabili in composizione, e facilmente soggette a degradazione. Le tecniche di stabilizzazione degli scarti, e di estrazione e purificazione delle sostanze riutilizzabili vengono in genere classificate come "bioraffineria diretta". Tali metodiche spesso si scontrano con difficoltà tecniche dovute proprio alla variabilità ed alla facilità di degradazione di queste biomasse (che ne limitano fortemente, per esempio, la logistica) e si rivelano spesso antieconomiche per i produttori. Inoltre, queste biomasse residuali sono spesso povere di nutrienti essenziali, in particolare grassi e proteine. Per questo motivo negli ultimi anni stanno sempre più prendendo piede i cosiddetti metodi di "bioraffineria indiretta": essi consistono nell'utilizzare gli scarti agroalimentari come substrato di crescita di microorganismi (alghe unicellulari, funghi batteri,

<sup>6</sup> [www.fao.org/faostat/en/#data/CL](http://www.fao.org/faostat/en/#data/CL) (last visited 19/04/2020).

<sup>7</sup> <https://timeforchange.org/eat-less-meat-co2-emission-of-our-food/> (last visited 20/06/2020).

<sup>8</sup> M. GEISSDOERFER, P. SAVAGET, N.M.P. BOCKEN, E.J. HULTINK, *The Circular Economy – A new sustainability paradigm?*, in *Journal of Cleaner Production*, 143, 2016, 757-768.

questi ultimi in particolare impiegati nelle fermentazioni industriali per ottenere biomolecole di interesse alimentare, chimico-farmaceutico o chimico) o macro-organismi (insetti), che vengono poi a loro volta utilizzati come fonte di nuove materie prime. In questo modo la biomassa iniziale viene stabilizzata, omogeneizzata e valorizzata biologicamente. Fermentazioni batteriche degli scarti volte alla produzione di biometano, o alla produzione di composti chimici per bioplastiche, alghe unicellulari cresciute in acque residuali ed utilizzate come fonte di proteine e lipidi, lieviti cresciuti in terreni preparati con scarti organici delle filiere alimentari per la produzione di bio-etanolo sono esempi moderni di bioraffineria indiretta degli scarti agroalimentari.

Tra questi metodi rientra a pieno titolo l'allevamento di insetti su materiali agroalimentari residuali. Gli insetti possono diventare una fonte importante, come vedremo nel prossimo paragrafo, di proteine dall'alto valore nutrizionale, di lipidi e di altri nutrienti. Il loro potenziale campo di applicazione non è solo nell'alimentazione umana, ma anche e soprattutto come fonte di nutrienti per l'alimentazione animale. Una fonte molto più sostenibile delle attuali.

## 2. I benefici ed i rischi degli insetti come ingredienti di alimenti e mangimi

Come indicato nel paragrafo precedente, la disomogeneità nella composizione delle biomasse residuali di origine agroalimentare rappresenta un forte problema tecnologico per una loro rielaborazione e riutilizzo che sia a basso costo e competitiva, anche in considerazione del loro basso valore nutrizionale e della loro difficile lavorabilità.<sup>9</sup> Gli insetti diventano in questo scenario una possibile soluzione biotecnologica a questo problema, poiché molte specie crescono e si sviluppano naturalmente su rifiuti organici e su vari tipi di biomassa residuale. Durante la crescita gli insetti incorporano le sostanze organiche e le trasformano, riducendo quindi la quantità di materiale di scarto, con evidenti vantaggi ambientali, e nel contempo generano una biomassa più omogenea. Inoltre, fattore chiave che rende l'utilizzo degli insetti particolarmente interessante, nel processo di incorporazione e trasformazione di sostanze organiche gli insetti non solo omogeneizzano, ma anche migliorano il valore nutrizionale della biomassa. Molti residui di origine vegetale infatti hanno una composizione in nutrienti (particolarmente proteine e grassi) piuttosto povera, e quindi scarsamente utilizzabile o valorizzabile per l'alimentazione umana o animale. D'altra parte, molte specie di insetti hanno un elevato contenuto di proteine e grassi dall'alto valore nutrizionale, e possono essere una fonte di sali minerali e vitamine. L'allevamento di insetti su biomasse residuali rappresenta quindi a tutti gli effetti una bioraffineria indiretta, come si accennava nel paragrafo precedente, in grado di convertire una varietà di materie prime a basso valore in uno o più prodotti finali dall'alto valore nutrizionale e quindi commerciale.

Probabilmente l'apporto più interessante è quello delle proteine ad alto valore nutrizionale. La percentuale di proteine negli insetti, anche se con notevoli differenze da specie a specie, varia dal 13% al 22% sul peso dell'insetto fresco tal quale.<sup>10</sup> Inoltre le proteine derivate da insetti hanno in genere un valore nutrizionale che non ha nulla da invidiare a quello della carne, ed è decisamente superiore a

<sup>9</sup> C.O. TUCK, E. PEREZ, I.T. HORVATH, R.A. SHELDON, M. POLIAKOFF, *Valorization of Biomass: Deriving More Value from Waste*, in *Science*, 337, 2012, 695-699.

<sup>10</sup> V. NOWAK, D. PERSIJN, D. RITTENSCHÖBER, U.R. CHARRONDIÈRE, *Review of food composition data for edible insects*, in *Food Chemistry*, 193, 2016, 39-46.

quello delle proteine di origine vegetale, con un elevato contenuto di aminoacidi essenziali, aspetto che le rende estremamente interessanti sia per il consumo umano che per quello animale.<sup>11</sup> Gli insetti quindi soddisfano in genere tutti i requisiti per essere definiti un'ottima fonte di proteine, anche se occorre sempre specificare con attenzione la specie di insetto per una corretta valutazione nutrizionale. In particolare, tra le varie specie studiate, le larve di *Tenebrio molitor* (le tarme della farina) sembrano essere una fonte ottimale di proteine.<sup>12</sup>

Per quanto riguarda il contenuto in grassi, la composizione lipidica degli insetti varia in modo estremamente rilevante, in dipendenza sia dalla specie che dalla dieta. In generale la percentuale dei lipidi nell'insetto fresco tal quale varia dal 9 al 20%. Anche la composizione tra acidi grassi saturi ed insaturi tende a variare in modo estremamente rilevante. Per esempio, le già citate larve di *Tenebrio molitor* sono anche un'ottima fonte acidi grassi poliinsaturi, che arrivano a coprire circa il 60% dei lipidi totali.<sup>13</sup> Gli insetti sono anche una fonte di sali minerali, ancora una volta però con un'estrema variabilità intra- and interspecie, che dipende sia dai diversi tipi di metabolismo, ma anche e soprattutto dalle diverse diete con cui gli insetti vengono nutriti, e dello stadio di sviluppo. In generale gli insetti possono essere considerati, seppur con i limiti di cui sopra, una fonte di zinco, magnesio, ferro, e iodio. Gli insetti non sono in generale una fonte di calcio, non avendo uno scheletro interno, ma questo può essere ottenuto nutrendo gli insetti con una dieta ricca di calcio. I dati sul contenuto in vitamine sono ancora molto scarsi, ma in generale sembrano indicare un buon apporto da parte degli insetti di vitamina B6, riboflavina, niacina, acido folico e vitamina B12.<sup>14</sup>

Oltre ai requisiti nutrizionali in macro- e micronutrienti, sempre più studi evidenziano anche benefici dovuti alle proprietà biofunzionali dei composti contenuti in ingredienti a base di insetti. Tra i composti maggiormente presenti è sicuramente degna di nota la chitina, un polisaccaride indigeribile (quindi classificabile come fibra dietetica), costituito da unità ripetute di N-acetilglucosammina, che costituisce l'esoscheletro di tutti gli insetti ed in generale di tutti gli artropodi (quindi anche dei crostacei), oltre ad essere il costituente principale della parete di molti funghi. Per comprendere l'importanza della chitina, basti pensare che essa è il secondo biopolimero per abbondanza nella biomassa terrestre dopo la cellulosa, e negli insetti è presente con percentuali fino al 10%. Alcuni studi indicano interessanti proprietà biofunzionali della chitina, specialmente nei mangimi animali, ma certamente con effetti che meritano di essere studiati anche nell'uomo. Per esempio, la presenza di chitina in mangimi per polli ha dimostrato una riduzione del grasso corporeo ed una miglior efficienza di conversione del mangime, mentre nei mangimi per ruminanti la presenza di chitina modula positivamente la fermentazione del rumine e mitiga le emissioni di metano. Negli esseri umani, alcuni batteri probiotici nell'intestino aumentano da 5 a 7 volte in diete che comprendono la chitina.<sup>15</sup>

<sup>11</sup> A. CALIGIANI, A. MARSEGLIA, G. LENI, S. BALDASSARRE, L. MAISTRELLO, A. DOSSENA, S. SFORZA, *Composition of black soldier fly prepupae and systematic approaches for extraction and fractionation of proteins, lipids and chitin*, in *Food Research International*, 105, 2018, 812-820.

<sup>12</sup> V. NOWAK, D. PERSIJN, D. RITTENSCHÖBER, U.R. CHARRONDIÈRE, *Review of food composition data for edible insects*, cit.

<sup>13</sup> *Ibid.*

<sup>14</sup> *Ibid.*

<sup>15</sup> A. VAN HUIS, *Nutrition and health of edible insects*, in *Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 23, 2020, 228-231.

Dalla chitina si può ottenere per deacetilazione il chitosano, composto dalle notevoli proprietà antibatteriche ed antifungine, e come tale già oggi utilizzato (ovviamente al momento quello ottenuto dai crostacei, non dagli insetti) dall'industria farmaceutica, cosmetica ed agroalimentare. A livello di nutrizione umana, diversi studi hanno indicato per il chitosano proprietà antibatteriche, antiossidanti, di riduzione dell'assorbimento di colesterolo e grassi, ed effetti ipoglicemizzanti.<sup>16</sup> In acquacoltura, il chitosano aggiunto nella dieta dei pesci di allevamento sembra avere effetti antimicrobici, promotori della crescita, antiossidanti ed immunostimolanti. Usato come adiuvante per le piante, il chitosano attiva composti che stimolano la difesa delle piante da organismi patogeni e migliorano la conservabilità post-raccolta dei prodotti.

Tra i diversi potenziali benefici dell'utilizzo degli insetti come fonte di nutrienti, e specialmente nell'ottica della sostenibilità di cui si è discusso all'inizio del capitolo, non vanno dimenticati i benefici ambientali. A parità di biomassa dall'alto valore nutrizionale prodotta, la produzione di ingredienti derivati da insetti ha un impatto ambientale estremamente ridotto, se confrontata con altre fonti animali o vegetali. I dati disponibili sulla produzione di insetti su scala industriale indicano che se la dieta degli insetti è adeguata vi è un notevole beneficio ambientale dal loro utilizzo al posto di fonti proteiche più classiche, come per esempio la carne, il pesce o la soia. In particolare, quando si utilizzano sottoprodotti a basso valore della filiera agroalimentare (come per esempio i sottoprodotti della produzione cerealicola), l'allevamento di insetti si conferma tra le migliori strategie per la produzione sostenibile di mangimi e alimenti. La produzione di proteine in polvere e sostituti della carne a base di insetti nutriti con sottoprodotti agroalimentari risulta da 2 a 5 volte meno impattante per l'ambiente rispetto agli analoghi prodotti ottenuti dalle filiere tradizionali.<sup>17</sup>

Per quanto riguarda la sicurezza alimentare legata al consumo di insetti, sia come alimenti che come mangimi, l'introduzione degli insetti nella dieta di esseri umani ed animali non è ovviamente esente da rischi. Dato che il rischio zero non esiste, occorre operare verso gli insetti come si opera per qualunque altro alimento o mangime, ovvero con un'attenta procedura di *risk assessment* al fine di identificare le diverse tipologie di rischio, valutarne l'effettiva pericolosità, e mettere in atto tutte le azioni preventive, correttive e di controllo necessarie. Nell'ottobre 2015, EFSA ha pubblicato un parere scientifico sul profilo di rischio relativo alla produzione e al consumo di insetti come alimenti e mangimi, concludendo che «per quanto riguarda i rischi sia biologici che chimici, i metodi di produzione specifici, il substrato utilizzato (come mangime per gli insetti, n.d.a.), lo stadio di sviluppo dell'insetto, le specie di insetti, nonché i metodi utilizzati per l'ulteriore processamento, hanno tutti un impatto sulla possibile presenza di contaminanti biologici e chimici negli alimenti e nei mangimi per insetti».<sup>18</sup> I rischi presi in considerazione hanno incluso tutti i prevedibili potenziali rischi biologici (batteri, virus, parassiti, funghi, prioni), chimici (metalli pesanti, tossine, farmaci di uso veterinario ed altri) e l'allergenicità.

<sup>16</sup> D.I. SÁNCHEZ-MACHADO, J. LÓPEZ-CERVANTES, M.A. CORREA-MURRIETA, R.G. SÁNCHEZ-DUARTE, P. CRUZ-FLORES, G.S. LA MORA-LÓPEZ, *Chitosan*, in *Nonvitamin and Nonmineral Nutritional Supplements*, Cambridge, Massachusetts, 2019, 485-493.

<sup>17</sup> S. SMETANA, M. PALANISAMY, A. MATHYS, V. HEINZ, *Sustainability of insect use for feed and food: Life Cycle Assessment perspective*, in *Journal of Cleaner Production*, 137, 2016, 741-751.

<sup>18</sup> EFSA Scientific Committee, *Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed*, in *EFSA Journal*, 13, 2015, 4257.

Per quanto riguarda i rischi biologici, il documento ha concluso che non si evidenziano particolari tipologie di rischio quando si utilizzano per gli insetti substrati di crescita in buone condizioni igieniche che siano “food-grade” o “feed-grade”, in pratica biomasse già giudicate idonee per il consumo umano o animale (come per esempio gli scarti ortofrutticoli dei supermercati, o mangime standard per pol-lame). Il rischio biologico che invece possa eventualmente derivare dall’uso come substrato di crescita di altre biomasse generalmente non usate come alimenti o mangimi (es. biomasse lignocellulosiche, o deiezioni animali), deve invece essere attentamente valutato caso per caso. In generale la natura e le condizioni igieniche del substrato e dell’ambiente di crescita sono i fattori determinanti per minimizzare ogni tipologia di rischio biologico, ma anche i processi attuati per la produzione degli ingredienti finali hanno una forte influenza.

Per quanto riguarda i rischi chimici, il documento EFSA ha sottolineato il rischio di bioaccumulo negli insetti dei contaminanti chimici eventualmente presenti nel substrato utilizzato per la loro crescita (p. es. tossine antropogeniche o naturali, metalli pesanti, ecc.). In effetti studi successivi hanno dimostrato che gli insetti tendono ad accumulare alcuni metalli tossici, quali cadmio, piombo ed arsenico, se presenti nel substrato di crescita,<sup>19</sup> mentre al contrario sembrano non accumulare micotossine eventualmente presenti (anzi, alcuni studi suggeriscono che probabilmente in alcuni casi siano in grado di degradarle).<sup>20</sup> E’ da sottolineare come questo fattore di rischio dovuto al bioaccumulo di sostanze tossiche possa essere facilmente evitato con uno stringente controllo di qualità della biomassa utilizzata per la crescita degli insetti. Inoltre giova sottolineare anche che il rischio di bioaccumulo di metalli tossici non è assolutamente una specificità degli insetti, ma è da essi condiviso con altre specie che abitualmente consumiamo come alimenti (es. funghi o pesci).

Infine, per quanto riguarda l’allergenicità, questo si profila probabilmente come il rischio maggiore, anche se ovviamente riguarda solo una fascia esigua della popolazione. Se al momento infatti nessun caso di allergia in animali è stato riportato, derivante dall’uso di insetti come mangimi, sono invece stati documentati numerosi casi in cui il consumo di insetti ha provocato reazioni allergiche in esseri umani. Data la vicinanza genetica tra crostacei ed insetti, vi è un forte rischio di allergia incrociata in soggetti allergici ai crostacei, o agli acari della polvere (che sono ovviamente insetti). In accordo con queste considerazioni, recenti studi indicano che l’allergene prevalente degli insetti potrebbe essere la tropomiosina, proteina che elicitava forti reazioni negli allergici ai crostacei.<sup>21</sup> L’allergenicità di un ingrediente non è di per sé motivo per non produrre alimenti che lo contengano (basti pensare alle allergie al latte, alle uova o alle arachidi, solo per citarne alcune tra le più diffuse, che sono ingredienti comuni in gran parte delle preparazioni alimentari), ma certamente impone un sistema di “warning” per il consumatore. Un logico suggerimento normativo basato su queste evidenze scientifiche, peraltro già ampiamente adottato su base volontaria dalle aziende che producono alimenti a base di insetti,

<sup>19</sup> P. SCHRÖGEL, W. WÄTJEN, *Insects for Food and Feed-Safety Aspects Related to Mycotoxins and Metals*, in *Foods*, 8, 2019, 288.

<sup>20</sup> K. NIERMANS, J. WOYZICHOVSKI, N. KRÖNCKE, R. BENNING, R. MAUL, *Feeding study for the mycotoxin zearalenone in yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) larvae - investigation of biological impact and metabolic conversion*, in *Mycotoxin Research*, 35, 2019, 231-242.

<sup>21</sup> G. LENI, T. TEDESCHI, A. FACCINI, F. PRATESI, C. FOLLI, I. PUXEDDU, P. MIGLIORINI, N. GIANOTTEN, J. JACOBS, S. DEPRAETERE, A. CALIGIANI, S. SFORZA, *Shotgun proteomics, in-silico evaluation and immunoblotting assays for allergenicity assessment of lesser mealworm, black soldier fly and their protein hydrolysates*, in *Scientific Reports*, 10, 2020, 1228.

potrebbe quindi essere quello di obbligare ad indicare in etichetta che l'alimento siffatto non dovrebbe essere consumato da soggetti con allergia conclamata ai crostacei.

In conclusione, i rischi legati al consumo di insetti non sembrano certamente essere maggiori, o diversi, rispetto a quelli posti da un qualunque altro alimento. Non esiste quindi un rischio specifico legato all'utilizzo degli insetti come tali, se si esclude il potenziale allergenico che condividono con altre categorie di alimenti, ma piuttosto la necessità di un attento controllo delle condizioni igieniche e di contaminazione dei substrati utilizzati per la crescita degli insetti, dei luoghi di crescita, dei processi attuati per la lavorazione. Questi fattori sono certamente da tenere sotto un attento controllo di qualità, ma sono comunque fattori che accomunano la produzione di insetti edibili a quella di un qualunque altro alimento. È probabile che, per motivi culturali, gli insetti saranno introdotti nel mercato alimentare dei nostri paesi non nella loro "forma" originale, ma come prodotti trasformati, quali farine proteiche o ingredienti lipidici.

Non vi è quindi dubbio alcuno che gli insetti abbiano enormi potenzialità come fonte di nutrienti sicura e a basso costo. Del resto, l'entomofagia è da lungo tempo praticata in molte regioni del mondo. Attualmente gli insetti vengono consumati in diverse forme da circa 2 miliardi di persone in Africa, Asia, America centrale e meridionale e Australia, non solo perché incontrano il consenso dei consumatori, ma anche perché sono una fonte di cibo nutriente ed economica. Ci sono circa 1500–2000 specie di insetti commestibili registrate in tutto il mondo, che sono parte abituale della dieta delle popolazioni sopra citate. Questa enorme potenzialità interessa anche e soprattutto il mondo dell'alimentazione animale, che soffre di una cronica carenza di fonti proteiche di alta qualità e di basso costo.

### 3. L'uso degli insetti come alimenti e mangimi in Unione Europea

Il notevole potenziale degli insetti da allevamento delineato nei paragrafi precedenti, e le recenti aperture legislative dell'Unione Europea che andremo rapidamente ad illustrare in questo paragrafo, hanno stimolato la nascita e la crescita di un elevato numero di imprese nel settore dell'allevamento e del trattamento di insetti ai fini di ottenere nuovi ingredienti per alimenti e mangimi. Al momento, più di 40 aziende in Europa sono associate all'"International Platform for Insects as Food and Feed" (IPIFF), la più importante associazione di produttori del settore.<sup>22</sup>

Tuttavia, nonostante questa spinta produttiva, e nonostante le potenziali ricadute benefiche in termini economici ed ambientali, e le oggettive potenzialità di mercato, resistono tuttora in Unione Europea diversi ostacoli ad un pieno sviluppo di questo settore, oltre, come vedremo, ad una notevole disomogeneità tra Nord e Sud Europa.

Per quanto riguarda l'uso degli insetti come alimenti, vi è stata lungamente una certa confusione nell'Unione Europea. Brevemente, il Regolamento 258/97 ha stabilito le procedure per l'introduzione sul mercato dei cosiddetti "Novel Foods", alimenti non presenti sul mercato europeo prima del 1997.<sup>23</sup> Tuttavia, anche sulla scorta della diffusa pratica dell'entomofagia a livello mondiale di cui si è detto in precedenza, si è a lungo dibattuto dopo l'introduzione di questo Regolamento se gli insetti dovessero

<sup>22</sup> [www.ipiff.org/](http://www.ipiff.org/) (last visited 11/05/2020).

<sup>23</sup> Sul tema specifico si rimanda al contributo di L. SCAFFARDI, *I Novel Food, un futuro ancora da definire*, in questo fascicolo.



essere considerati “Novel Foods” oppure no. In questo regime di incertezza si sono inserite le Autorità Nazionali dei vari stati europei, che hanno interpretato in alcuni casi il dettato normativo ritenendo gli insetti, o gli alimenti a base di insetti, non rientranti nell’ambito di applicazione della norma sui Novel Food. Come conseguenza, si è generata un’Unione Europea a due velocità, con stati che hanno entusiasticamente abbracciato da subito l’introduzione nei supermercati di hamburger di insetti (quali Belgio, Olanda, Danimarca, Finlandia, Regno Unito) e stati che hanno applicato una visione totalmente restrittiva verso questi nuovi alimenti, bandendoli completamente (in primis Italia, Spagna, Francia). Come si vede, la divisione ricalca molto bene quella tra stati dell’area mediterranea, più legati alla propria storia e tradizione culinaria (e più ricchi di prodotti DOP), diffidenti verso le nuove evoluzioni in materia di alimenti (a volte erroneamente percepite come una minaccia verso i prodotti tradizionali), ed il nord Europa, meno legato alla tradizione e più innovativo. Come conseguenza di questo diverso atteggiamento, i paesi del Nord Europa hanno visto quasi immediatamente la nascita e la crescita di numerose aziende per l’allevamento ed il processamento di insetti, mentre il Sud Europa è rimasto sostanzialmente al palo, situazione che si trascina in parte ancora oggi.

Il nuovo Regolamento 2283/2015, in vigore dal 1° gennaio 2018, ha definitivamente chiarito che gli insetti sono da considerarsi “Novel Food”, ma non ha migliorato questa differenza esistente tra Sud e Nord Europa. Il Regolamento da un lato stabilisce che qualunque azienda che voglia immettere sul mercato alimenti a base di insetti debba prima ricevere l’autorizzazione dalla Commissione Europea, dopo valutazione di sicurezza da parte dell’EFSA, ma ha anche stabilito nelle norme transitorie che le aziende che sono già sul mercato possano continuare a produrre ed a commercializzare i loro prodotti a base di insetti, in attesa dell’autorizzazione. Questo ha creato una situazione abbastanza paradossale, tale per cui se un’azienda olandese produce già da anni alimenti a base di insetti, può continuare a farlo anche se non ancora autorizzata dalla Commissione Europea, perché comunque è stata autorizzata dalla propria Autorità Nazionale, mentre per esempio un’azienda italiana che volesse entrare oggi sul mercato (italiano o europeo), non può cominciare a produrre se prima non ha ottenuto questa autorizzazione dalla Commissione Europea, stante l’attuale e non modificata posizione di diniego della nostra Autorità Nazionale (il Ministero della Salute).<sup>24</sup> L’industria europea degli insetti come mangimi ed alimenti è destinata quindi a rimanere ancora a lungo a due velocità, con il rischio che la situazione cristallizzi anche a livello dei consumatori, prefigurando un Sud Europa ferocemente avverso agli insetti come alimenti ed in difesa dei propri alimenti tradizionali (erroneamente pensati in contrapposizione), ed un Nord Europa schierato per la difesa degli insetti come “Novel Food”. Una situazione deleteria per la coesione del mercato europeo e per lo sviluppo del settore, che sarebbe bene evitare a tutti i costi.

Diverse domande di valutazione come “Novel Food” su prodotti a base di insetti sono ad oggi già state presentate all’EFSA,<sup>25</sup> ed è ragionevole attendersi che entro il 2020 arriveranno le prime autorizzazioni. Le prime richieste di autorizzazione presentate riguardano 5 diverse specie: l’alfitobio (*Alphitobius diaperinus*), due specie di grilli (*Grylloides sigillatus* e *Acheta domestica*), la tarma della farina (*Tenebrio molitor*) e la locusta migratoria (*Locusta migratoria*).

<sup>24</sup> Ministero della Salute, Informativa in merito l’uso di insetti in campo alimentare con specifico riferimento all’applicabilità del Regolamento (UE) 2015/2283 sui *novel food*, Nota Ministeriale 8 gennaio 2018.

<sup>25</sup> Sul tema specifico si rimanda al contributo di L. SCAFFARDI, *I Novel Food, un futuro ancora da definire*, op.cit.

Gli insetti sono quindi destinati a finire comunque sui banchi dei nostri supermercati, in forme più o meno riconoscibili (insetti interi, o barrette proteiche a base di farina di insetto), con quale successo dipenderà molto dalle strategie di marketing e dalle preferenze dei consumatori. È tuttavia probabile che il consumo di insetti come alimenti, in qualunque forma, rimarrà almeno per un certo tempo un mercato di nicchia, senza sviluppare volumi importanti.

E' invece nel settore degli insetti come mangimi che le potenzialità di sviluppo sono ben più ampie, con volumi e mercati ben maggiori. Senza dimenticare che gli insetti potrebbero trovare uso (ma come vedremo, non in UE al momento) in applicazioni tecniche diverse dagli alimenti (bioplastiche, prodotti per l'edilizia, prodotti per l'industria chimica, ecc.).<sup>26</sup> Eppure è proprio in questi settori così promettenti per lo sviluppo degli insetti da allevamento che si avverte la mancanza di una legislazione organica che ne regoli la produzione, l'uso e il commercio, tenendo ben presenti le loro specificità. Infatti, ad oggi le (molteplici) norme che regolano l'allevamento degli insetti sono derivate da schemi precedentemente sviluppati e modellati per le classiche produzioni animali, che probabilmente mal si adattano a questa nuova tipologia: in tutta evidenza, una larva di mosca è cosa ben diversa da una mucca.

Tanto per avere un'idea della complessità del quadro normativo, se consideriamo l'uso degli insetti come ingredienti per mangimi, ma anche necessariamente come animali a cui occorre fornire un certo tipo di dieta, sono molteplici i Regolamenti e le Direttive che occorre tenere presente, e come si vedrà, in gran parte norme già esistenti sviluppate per tutti gli altri animali da allevamento: a) Regolamento (UE) 68/2013 sul catalogo delle materie prime per mangimi; b) Direttiva 98/58/CE relativa alla protezione degli animali negli allevamenti; c) Regolamento (CE) 178/2002 che stabilisce i principi e i requisiti generali della legislazione alimentare; d) Regolamento (UE) 2015/2283 relativo ai nuovi alimenti; e) Regolamento (CE) 183/2005 sull'igiene dei mangimi; f) Regolamento (CE) 999/2001 relativo alle norme per la prevenzione, il controllo e l'eradicazione di alcune encefalopatie spongiformi trasmissibili; g) Regolamento (CE) 1009/2009 sulla protezione degli animali al momento dell'uccisione; h) Regolamento (CE) 1069/2009 sui sottoprodotti di origine animale (ABP); i) Regolamento (UE) 893/2017 che modifica gli allegati I e IV del regolamento (CE) 999/2001 e gli allegati X, XIV e XV del regolamento (UE) 142/2011 della Commissione per quanto riguarda le disposizioni relative alle proteine animali trasformate.

In particolare, quest'ultimo regolamento ha introdotto per la prima volta la possibilità di usare proteine trasformate ottenute da sette specie di insetti ben definite (larve di mosca e mosca soldato, larve di tarme delle farine, varie specie di grilli), come ingredienti proteici per l'acquacoltura, di fatto aprendo la via per questi nuovi ingredienti verso un mercato dalle vaste potenzialità (il mercato globale dell'acquacoltura è stimato intorno ai 120 miliardi di dollari annui). Vi è inoltre l'intenzione, da parte della Commissione Europea, di attuare nell'immediato futuro un'analogia apertura verso i mercati dell'allevamento avicolo e suinicolo. Vi è da rimarcare che questo regolamento riguarda le proteine estratte dagli insetti ("Processed Animal Proteins" o PAP), mentre gli insetti interi, come tali o essiccati, erano già stati autorizzati come mangimi dal Regolamento 68/2013, anche per polli o maiali. Per cui ci troviamo ora, dal punto di vista normativo, nella situazione piuttosto peculiare per cui è possibile dare da mangiare ad un pollo un insetto intero, vivo o morto, ma non un mangime che contenga le proteine estratte da quell'insetto, che però può contemporaneamente essere usato per nutrire un pesce.

<sup>26</sup> <http://www.valoribio.eu/en/project/objectives/> (last accessed 13/5/2020).

Il Regolamento 893/2017 sopra citato elenca anche in modo preciso i substrati che possono essere utilizzati per crescere gli insetti. Questi comprendono i substrati vegetali di qualunque tipo e gli scarti alimentari non processati (i cosiddetti “former foodstuff”) che contengano vegetali, uova o prodotti lattiero-caseari. Esclude invece categoricamente la possibilità di nutrire questi insetti con scarti alimentari non processati contenenti carne o pesce, con scarti provenienti da catering, dalla macellazione, o con deiezioni animali.

Questo insieme di norme pone, a ben guardare, una serie di ostacoli all'utilizzo pieno delle potenzialità degli insetti, potenzialità già tecnicamente fattibili, ma non legalmente perseguibili in questo momento. Perché i nuovi ingredienti a base di insetti prendano piede è importante che il loro mercato abbia una sostenibilità economica, che deriva dal trovare il maggior numero possibile di applicazioni per l'utilizzo degli insetti, non solo come mangimi o alimenti, ma eventualmente anche in altre filiere lontane dall'alimentare. Gli insetti si prestano perfettamente, essendo già stata dimostrata, come detto in precedenza, la loro applicabilità per diverse preparazioni tecniche. Un aspetto importante degli insetti è inoltre la loro capacità di crescere su sottoprodotti agroalimentari di basso valore. Ciò significa che in linea di principio sono disponibili grandi quantità di materie prime a basso costo, creando quindi la possibilità di coltivare insetti a basso costo, ed allo stesso tempo smaltendo scarti agroalimentari in maniera economicamente conveniente, con vantaggi per l'ambiente e con la possibilità di ottenere biomasse a base di insetti utili, per esempio, per l'industria chimica. Tuttavia, il Regolamento 893/2017 sopra citato esclude completamente l'uso come mangimi per animali da allevamento (“Farmed Animals”) di biomasse catalogate come rifiuti, e non fa nessuna differenza se questi animali da allevamento sono insetti. Il regolamento 1069/2009 individua infatti indirettamente gli insetti come “farmed animals”, alla stregua di bovini, ovini, suini, pollame pesci.<sup>27</sup> In quanto “farmed animals”, gli insetti possono essere nutriti solo con mangimi autorizzati, proprio come tutti gli altri “farmed animals”. Tuttavia, se questa norma è comprensibile quando gli insetti sono destinati alla catena alimentare, direttamente come prodotti alimentari o indirettamente come mangime per animali, la logica non è più così chiara se gli insetti sono allevati specificatamente come agenti per il trattamento dei rifiuti o come fonte di materie prime da utilizzare al di fuori della catena alimentare (ad esempio bioplastiche, detergenti industriali, lubrificanti, rivestimenti o colle). Ovviamente quest'ultima opportunità è una specificità degli insetti, che altri animali da allevamento non hanno, e che andrebbe adeguatamente tutelata e valorizzata. Per esempio, se oggi un'industria volesse allevare insetti sul letame, o su scarti di macellazione di Categoria 1, per poi trasformarli in bioplastiche o biomateriali per l'edilizia

<sup>27</sup> Il Regolamento per i sottoprodotti di origine animale 1069/2009 introduce una sua propria definizione di “Farmed Animal” nell'Articolo 3: «[...]5. “animal” means any invertebrate or vertebrate animal; 6. “farmed animal” means: (a) any animal that is kept, fattened or bred by humans and used for the production of food, wool, fur, feathers, hides and skins or any other product obtained from animals or for other farming purposes; [...]». Quindi, in base a questa definizione, gli insetti allevati per qualunque scopo sono “farmed animals” esattamente come bovini, suini, pollame, ovini, pesci. Di conseguenza i mangimi legalmente utilizzabili per gli insetti sono esclusivamente gli stessi utilizzabili per tutti gli altri animali d'allevamento. Da notare che, in maniera alquanto contraddittoria, la Direttiva 58/1998 (protezione degli animali negli allevamenti) ed il Regolamento 1099/2009 (protezione degli animali al momento dell'uccisione) avevano escluso esplicitamente gli invertebrati (quindi anche gli insetti) dal loro campo di applicazione.

(tutto tecnicamente possibile, e perfino già dimostrato su scala di laboratorio), l'insieme delle norme sopra citate glielo vieterebbe.

L'attuale quadro legislativo non appare quindi essere stato redatto pensando agli insetti come agenti di bioconversione e trattamento degli scarti, ma esclusivamente come animali da reddito nella filiera alimentare, non diversamente da pesci, bovini, suini, ovini e pollame. Di fatto si esclude quindi una delle maggiori potenzialità dell'allevamento di insetti, cioè quella di apportare benefici all'ambiente e di svolgere un ruolo chiave nell'Economia Circolare. La legislazione in vigore contiene numerose norme che hanno perfettamente senso nell'allevamento tradizionale, ma che in realtà sono controproducenti nello sviluppo di un'industria a base insetti che svolga un ruolo chiave nell'economia circolare. Vietare un certo tipo di substrato di crescita per motivi legati alla sicurezza alimentare, non sembra avere molto senso se gli insetti sono destinati ad usi non alimentari e non mangimistici, e blocca l'attuazione di una piena economia circolare, in cui gli insetti possono perfettamente svolgere questo ruolo di connessione intersettoriale trasformando i rifiuti organici in nuovi materiali *bio-based* per l'industria chimica. La strada maestra è quella quindi di un regolamento globale sull'allevamento di insetti, che tenga conto delle specificità di questa pratica e di questa filiera e di tutti i diversi campi possibili di applicazione, tenendo sempre come punto fermo il ruolo di questa pratica per la creazione di una vera e piena economia circolare.

#### 4. Prospettive e potenzialità degli insetti nell'economia circolare

I recenti sviluppi nella ricerca ci mostrano chiaramente che gli insetti commestibili sono una promettente alternativa alla produzione convenzionale di carne, sia tramite consumo umano diretto sia per uso indiretto, utilizzandoli come mangimi per gli animali da allevamento. Non solo, ma possono anche essere un modo efficiente di diminuire la quantità di biomassa catalogata come scarto, aumentando le risorse disponibili e diminuendo la quantità di rifiuti, in una vera ottica di economia circolare. Un aspetto socio-economico non trascurabile è che l'allevamento degli insetti può essere una fonte di reddito aggiuntiva per gli agricoltori, aiutandoli a smaltire i rifiuti agroalimentari a basso costo e contemporaneamente generando una biomassa con un valore di mercato: questa potrebbe essere un'opportunità per dare valore aggiunto al comparto agricolo e dell'allevamento. L'allevamento di insetti richiede infatti una minima conoscenza tecnica, ed è quindi alla portata anche dei membri più poveri e vulnerabili della società.

Rimane certamente molto lavoro da fare, perché molto rimane da conoscere per quanto riguarda gli aspetti nutrizionali, di sicurezza, di allevamento, di processo, sulla effettiva sostenibilità dell'allevamento di insetti rispetto alle pratiche tradizionali di agricoltura e di allevamento, chiarire gli eventuali benefici socio-economici della pratica, e soprattutto sviluppare un quadro normativo chiaro e completo a livello (inter)nazionale, che possa spianare la strada a maggiori investimenti, portando allo sviluppo completo (dalla scala domestica alla scala industriale) della produzione e del commercio di insetti per alimenti e mangimi, ma anche per applicazioni tecniche. Considerando le immense quantità di biomassa derivata da insetti che sarebbero in teoria necessarie per sostituire gli attuali ingredienti ricchi di proteine ora utilizzati (farine di pesce e di soia), occorre pensare ad una transizione a grandi impianti di processo automatizzati che producano prodotti stabili, affidabili e sicuri. La sfida per questa

nuova industria sarà quella di garantire una produzione economica e affidabile di biomasse da insetti di qualità elevata e costante, ma certamente in un quadro normativo che favorisca questo sviluppo. Nonostante ancora molto sia da studiare e migliorare, il processo dell'industrializzazione dell'allevamento di insetti è comunque avviato, e non si fermerà. Gli insetti come alimenti sono destinati inevitabilmente a comparire, presto o tardi, nei banchi dei supermercati nazionali ed europei (in alcuni sono già comparsi), in forme più o meno riconoscibili. Ancora più rapidamente entreranno, probabilmente all'insaputa del consumatore medio, come ingredienti di mangimi degli animali da reddito (per i pesci già sta succedendo). La terza opzione, gli insetti come materie prime per applicazioni tecniche, non è al momento in via di sviluppo, proprio perché l'attuale quadro normativo europeo non contempla questa opzione, che pure sarebbe forse una delle più interessanti in ambito di economia circolare.

L'allevamento industriale di insetti è senza dubbio una grande opportunità di sviluppo per tutto il comparto agricolo e dell'allevamento. La vera questione è se i nostri comparti nazionali vorranno/potranno cogliere questa opportunità. Questo sarà possibile solo se da un lato la politica si renderà conto di questa occasione e disporrà un quadro normativo che favorisca ed asseconi questa transizione, e dall'altro si metta in atto nei confronti del consumatore un'adeguata campagna di informazione sui benefici nutrizionali ed ambientali di questa pratica, onde evitare ostilità preconcepite, spiegando che mangiare insetti, o mangiare animali nutriti con insetti, fa bene a loro e fa bene al pianeta. Gli insetti contribuiscono alla sicurezza alimentare e possono essere parte della soluzione alla carenza generalizzata di proteine, hanno un elevato valore nutrizionale, possono essere allevati con basse emissioni di gas a effetto serra, scarsissimo uso di terra coltivabile e convertono i mangimi in nutrienti con un'efficienza altissima. Questo messaggio, che ha solide basi scientifiche, deve adeguatamente essere convegnato ai consumatori, anche per evitare improprie contrapposizioni insetti/alimenti tradizionali, che non sussistono nella realtà pratica. Insieme all'informazione, l'accettabilità presso i consumatori si genererà anche tramite prezzi adeguati e lo sviluppo di prodotti derivati dagli insetti che siano sensorialmente apprezzabili.

L'allevamento di insetti può essere quindi un grande volano di crescita economica, che sarebbe veramente paradossale lasciare completamente nelle mani delle nazioni del Nord Europa, considerando quanto il nostro paese, ed il Sud Europa in generale, abbia bisogno di investire nella crescita e nell'innovazione, anche e soprattutto nel comparto delle produzioni primarie.

La vera opportunità per il decollo di una vera economia circolare, opportunità che al momento in Europa non si sta cogliendo, è la produzione di insetti per applicazioni tecniche combinata con la biodegradazione di deiezioni animali e il compostaggio e la sanificazione dei rifiuti. Il mancato sviluppo di questa opportunità è dovuto certo alla mancanza per il momento di un mercato per le applicazioni tecniche che usi gli insetti come materia prima, ma anche e soprattutto ad un quadro normativo, come detto, che non prevede questa opzione per gli insetti da allevamento.<sup>28</sup>

La vera questione, quindi, non è se l'allevamento industriale di insetti come alimenti e mangimi sia qualcosa da perseguire oppure no, perché in realtà, qualunque sia l'opinione del lettore, sta già accadendo, più o meno assecondato dalle norme vigenti. Il vero punto è come vogliamo fare crescere questa attività, e come si possa governare il processo dal punto di vista scientifico, economico, sociale e

<sup>28</sup> A. VAN HUIS, J. VAN ITTERBEECK, H. KLUNDER, E. MERTENS, A. HALLORAN, G. MUIR, P. VANTOMME, *Edible insects: future prospects for food and feed security*, Wageningen, 2016, 161-162.

normativo per favorirne lo sviluppo, prevenire ed evitare i rischi connessi, e portare a compimento al meglio tutte le potenzialità.

*Focus on*

