



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
Δ.Π.Μ.Σ. ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΑ ΚΑΙ
ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ
ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Οφέλη των εντόμων στην ανάπτυξη νέων τροφίμων και
αναδυόμενοι κίνδυνοι στην ανθρώπινη υγεία»**

Κωνσταντίνος Καβάκης

ΒΟΛΟΣ, 2024

«Οφέλη των εντόμων στην ανάπτυξη νέων τροφίμων και αναδυόμενοι κίνδυνοι στην ανθρώπινη υγεία»

«Benefits of insects in novel foods development and emerging risks to human health»

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

- 1) Φωτεινή Φ. Παρλαπάνη**, Επίκουρος Καθηγήτρια, Μοριακή Μικροβιολογία και Ποιότητα Αλιευτικών Προϊόντων – Τροφίμων, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Επιβλέπουσα***.
- 2) Ιωάννης Σ. Μποζιάρης**, Καθηγητής, Υγιεινή και Συντήρηση Ιχθυηρών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος***.
- 3) Ιωάννης Καραπαναγιωτίδης**, Αναπληρωτής Καθηγητής, Διατροφή Υδρόβιων Ζωϊκών Οργανισμών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος***.

*Την παρούσα μελέτη θα ήθελα να την αφιερώσω στους γονείς μου, που στάθηκαν
αρωγοί στην προσπάθεια μου ώστε να γίνουν τα όνειρα μου πραγματικότητα.*

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την περάτωση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα Επίκουρο Καθηγήτρια Μοριακής Μικροβιολογίας και Ποιότητας Αλιευτικών Προϊόντων – Τροφίμων Δρ. Φωτεινή Φ. Παρλαπάνη για την ορθή καθοδήγηση και επίβλεψη της μελέτης, καθώς και για την στήριξη της στην προσπάθεια μου.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής, τον Καθηγητή Ιωάννη Σ. Μποζιάρη και Αναπληρωτή Καθηγητή Ιωάννη Καραπαναγιωτίδη, για τις χρήσιμες συμβουλές τους καθ' όλα τα στάδια διεκπεραίωσης της εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα έντομα θεωρούνται μία από τις πιο βιώσιμες πηγές πρωτεΐνης με πολλά οφέλη για την υγεία του ανθρώπου. Ωστόσο, είναι δυνατόν να εγκυμονούν κινδύνους κυρίως για την υγεία των κατοίκων της Δύσης οι οποίοι δεν είναι συνηθισμένοι στην κατανάλωση εντόμων. Από την άλλη μεριά, στην Λατινική Αμερική, την Αφρική και την Ασία τα έντομα αποτελούν διατροφική συνήθεια από πολύ παλιά. Σκοπός της μεταπτυχιακής διατριβής ήταν η συλλογή και σύνθεση (δεδομένων ερευνητικών μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί στο παρελθόν σχετικά με τα οφέλη των εντόμων στην ανάπτυξη νέων τροφίμων και τους αναδυόμενους κινδύνους στην ανθρώπινη υγεία. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, διάφορα είδη εντόμων όπως το *Tenebrio molitor*, *Rynchophorus ferrugineus*, *Omphisa fuscidentalis*, *Prionoplus reticularis*, *Alphitobius diaperinus*, *Melolontha* sp., *Acheta domesticus*, *Sphenarium purpurascens*, *Gryllus* spp., *Gryllus assimilis*, *Grylloides sigitlatus*, *Macrotermes belicosus*, *Termites* spp, *Cicada* spp., *Encosternum delegorguei*, *Ascra cordifera*, *Bombyx mori*, *Gonimbrasia belina*, *Hermetia illucens*, *Acheta domesticus*, *Acheta domestica* και διάφορα άλλα εδώδιμα έντομα, βρέθηκαν να χρησιμοποιούνται για την παραγωγή τροφίμων (πχ. ενεργειακές μπάρες, σνακ, λουκάνικα, μπιφτέκια, ζυμαρικά, λάδι για μπισκότα, κρέας, κέικ, ψωμιά χωρίς γλουτένη, ράβδοι δημητριακών, πίτσα, μπισκότα, burger κ.α.) και γευμάτων (πχ. μαγειρεμένα, τηγανητά, βραστά, ψητά) ανά τον κόσμο. Μεταξύ αυτών τα περισσότερα όπως το *T. molitor*, *Uromoides dermestoides*, *A. domesticus*, *A. domesticus*, *B. mori*, *G. sigillatus*, *Mimela* sp, *G. bimaculatus*, *Polyrhachis dives*, *A. melifera*, *S. purpurascens*, *A. diaperinus*, *R. ferrugineus*, *Thecodiplosis japonensis*, *Lasius niger*, *Imbrasia oyemensis*, *Carabus italicus*, *Lethocerus indicus*, και το *Protaetia brevitarsis* βρέθηκαν να περιέχουν βιοδραστικές ουσίες όπως χιτίνη, χιτοζάνη, φαινολικές ενώσεις, σαπωνίνες, υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, έλαιο, βιοενεργά πεπτίδια,

γλυκοζαμινογλυκάνη, αλκαλοειδή, κ.α., που προλαμβάνουν ή αντιμετωπίζουν διάφορες ασθένειες στον άνθρωπο. Ωστόσο, βρέθηκε ότι η κατανάλωση εντόμων ενέχει σοβαρούς κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία οι οποίοι είναι δυνατόν να οδηγήσουν ακόμη και στον θάνατο. Όσον αφορά την παρουσία μικροβιολογικών και χημικών κινδύνων στα εδώδιμα έντομα, δεν υπάρχει ακόμη αρκετή πληροφόρηση. Επομένως, είναι επιτακτική ανάγκη να πραγματοποιηθούν πειράματα σχετικά με τους μικροβιολογικούς και χημικούς κινδύνους που να αποδεικνύουν την ασφάλεια τέτοιων τροφίμων σε αυτά καθώς και κλινικές μελέτες για την ωφελιμότητα αυτών στην υγεία του ανθρώπου. Συμπερασματικά προκύπτει ότι τα έντομα αν και αποτελούν μία πολύ καλή πηγή πρωτεΐνης και βιοδραστικών ουσιών για τον άνθρωπο, η κατανάλωση αυτών θα πρέπει να γίνεται με προσοχή δεδομένου του γεγονότος ότι εγκυμονούν πολύ σοβαρούς κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία.

Λέξεις-Κλειδιά: εδώδιμα έντομα, βιοδραστικές ουσίες, αναδυόμενοι κίνδυνοι, αναφυλαξία, ανθρώπινη υγεία, μικροβιολογικοί κίνδυνοι, χημικοί κίνδυνοι, τρόφιμα

ABSTRACT

Insects are among the most sustainable sources of protein with many benefits for human health. However, they may pose health risks, especially to people of the West, who are not used to eating insects. On the other hand, in Latin America, Africa and Asia, insects have been a dietary habit for many years. The aim of the master's thesis was to collect and synthesize data from the literature, on the benefits of insects in novel foods development and emerging risks to human health. According to the results, various species of insects such as *Tenebrio molitor*, *Rynchophorus ferrugineus*, *Omphisa fuscidentalis*, *Prionoplus reticularis*, *Alphitobius diaperinus*, *Melolontha* sp., *Acheta domesticus*, *Sphenarium purpurascens*, *Gryllus* spp., *Gryllus assimilis*, *Grylloides sigitlatus*, *Macrotermes belicosus*, *Termites* spp, *Cicada* spp., *Encosternum delegorguei*, *Askra cordifera*, *Bombyx mori*, *Gonimbrasia belina*, *Hermetia illucens*, *Acheta domesticus*, *Acheta domestica* and various other edible insects, found to be used for food production (e.g. energy bars, snacks, sausages, burgers, pasta, cookie oil, meat, cakes, gluten-free breads, cereal bars, pizza, cookies, burgers, etc.) and meals (e.g. cooked, fried, boiled, grilled) around the world. Among them most like *T. molitor*, *Ulomoides dermestoides*, *A. domesticus*, *A. domesticus*, *B. mori*, *G. sigillatus*, *Mimela* sp, *G. bimaculatus*, *Polyrhachis dives*, *A. melifera*, *S. purpurascens*, *A. diaperinus* , *R. ferrugineus*, *Thecodiplosis japonensis*, *Lasius niger*, *Imbrasia oyemensis*, *Carabus italicus*, *Lethocerus indicus*, and *Protaetia brevitarsis* were found to contain bioactive compounds such as chitin, chitosan, phenolic compounds, saponins, carbohydrates, proteins, oil, bioactive peptides, glycosaminoglycan, alkaloids, etc., which prevent or tackle various diseases in humans. However, eating insects has been found to pose serious risks to human health which may even lead to death. Regarding the presence of microbiological and chemical risks in edible insects, there is still not enough

information. Therefore, experiments on microbiological and chemical hazards that prove the safety of such foods as well as clinical studies on their effect on human health have to be carried out. In conclusion, although insects are a very good source of protein and bioactive compounds for humans, their consumption poses very serious risks to human health.

Key words: edible insects, bioactive compounds, risks, human health, toxic compounds, microbiological hazards, chemical hazards, foods

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος (Ευχαριστίες).....σελ 5	σελ 5
Περίληψη.....σελ 6	σελ 6
Abstract.....σελ 9	σελ 9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο	
Εισαγωγή.....σελ 11	σελ 11
1.1 Η εντομοφαγία από τα προϊστορικά χρόνια έως σήμερα.....σελ 11	σελ 11
1.2 Αειφορία βρώσιμων εντόμων.....σελ 12	σελ 12
1.3 Βρώσιμα έντομα ένας νέος βιώσιμος διατροφικός πόρος που αξίζει να προωθηθεί.....σελ 14	σελ 14
1.4 Τα έντομα, η πιο βιώσιμη πηγή πρωτεϊνών.....σελ 20	σελ 20
1.5 Κατανάλωση εντόμων και πιθανοί κίνδυνοι.....σελ 21	σελ 21
1.6 Ανάλυση ηθικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών πτυχών.....σελ 22	σελ 22
1.7 Σκοπός της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας.....σελ 27	σελ 27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο	
2. Υλικά και Μέθοδοι.....σελ 27	σελ 27
2.1 Συλλογή δεδομένων.....σελ 27	σελ 27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο	
3. Αποτελέσματα.....σελ 28	σελ 28
3.1 Οφέλη εντόμων στην ανάπτυξη τροφίμων.....σελ 28	σελ 28
3.2 Αναδυόμενοι κίνδυνοι ασφάλειας τροφίμων και απάτης νέων πρωτεϊνών εντόμων σε πολύπλοκες αλυσίδες εφοδιασμού.....σελ 38	σελ 38
Συζήτηση.....σελ 48	σελ 48
Συμπεράσματα.....σελ 59	σελ 59
Βιβλιογραφία.....σελ 61	σελ 61

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

1.1 Η εντομοφαγία από τα προϊστορικά χρόνια έως σήμερα

Οι άνθρωποι στην αρχαία εποχή συνήθιζαν να έχουν διάφορες προτιμήσεις και συνδυασμούς στη διατροφή τους. Μια από αυτές ήταν και η κατανάλωση εντόμων, κάτι το οποίο ανακαλύφθηκε μέσα από έγγραφα τα οποία ομολογούσαν τη γευστικότητα αλλά και τη θρεπτική τους αξία. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι οι προτιμήσεις αρχαίων επιστημόνων, όπως του Αριστοτέλη, ο οποίος δοκίμαζε τζίτζικια στο στάδιο της νύμφης, αλλά και ακρίδες πριν την ωστοκία μαγειρεμένες σε ελαιόλαδο, έντομα τα οποία προσέδιδαν ευχάριστη γεύση εκείνη την εποχή σύμφωνα με πληροφορίες των εγγράφων. Ωστόσο το γεγονός αυτό διαπιστώθηκε και από άλλους διάσημους εκείνης της εποχής, όπως του ιστορικού Ηρόδοτου και του Διόδωρου Σικελιώτη οι οποίοι είχαν δηλώσει ότι τα έντομα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως πρόσθετα (π.χ. σκόνη ακρίδας σε γάλα) και ότι οι προτιμήσεις προνυμφών, σκαθαριών και πεταλούδων είχαν έντονο γευστικό ενδιαφέρον επειδή διαβιούν σε βελανιδιές (π.χ. αρχαία Ρώμη). Όλα αυτά ερμηνεύτηκαν και μέσω των απολιθωμάτων εντόμων σε σπήλαια πριν από 17 έως 12 χιλιάδες χρόνια (π.χ. σπήλαιο Μαγδαληνής νοτιοδυτικής Γαλλίας) (Sonneville and Bordes, 1963) καθώς και με τη χάραξη αυτών, πάνω σε οστά ζώων αλλά και με απεικονίσεις φωλιών άγριων μελισσών (Hurel, 1903). Όμως με την πάροδο των ετών, η διατροφική και η θρεπτική αξία των αρθροπόδων αξιολογήθηκε από πολλούς επιστήμονες όπως για παράδειγμα έγινε με τις δηλώσεις γιατρών το 1517 έως το 1564 οι οποίοι περιέγραψαν ότι οι άνθρωποι, κυρίως στις ανατολικές χώρες έτρωγαν έντομα για τη λήψη των πρωτεϊνών τους αλλά και για τη βελτίωση διάφορων παθήσεων (π.χ δυσπεψία) (Belon et al., 1554).

Στη σημερινή εποχή, ο άνθρωπος χρησιμοποιεί μεγάλες εκτάσεις γης και τόνους νερού για την εκτροφή αγροτικών ζώων όπως είναι τα βοοειδή. Ωστόσο, για

την παραγωγή 1 κιλού κρέατος χρειάζονται 15 έως 22 τόνοι νερού και 200m² έκταση γης εν αντιθέση με την καλλιέργεια 1 κιλού εντόμων που χρειάζονται 2 λίτρα νερό (FAO, 2013), γεγονός που δείχνει ότι η διατροφή με έντομα αποτελεί μια αρκετά καλή εναλλακτική λύση παροχής πρωτεϊνών στον άνθρωπο αλλά και ωφελιμότητας για το περιβάλλον. Τέλος, τα αρθρόποδα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως συμπληρώματα διατροφής, διότι περιέχουν περισσότερη πρωτεΐνη από το κρέας και τα ψάρια (FAO, 2013).

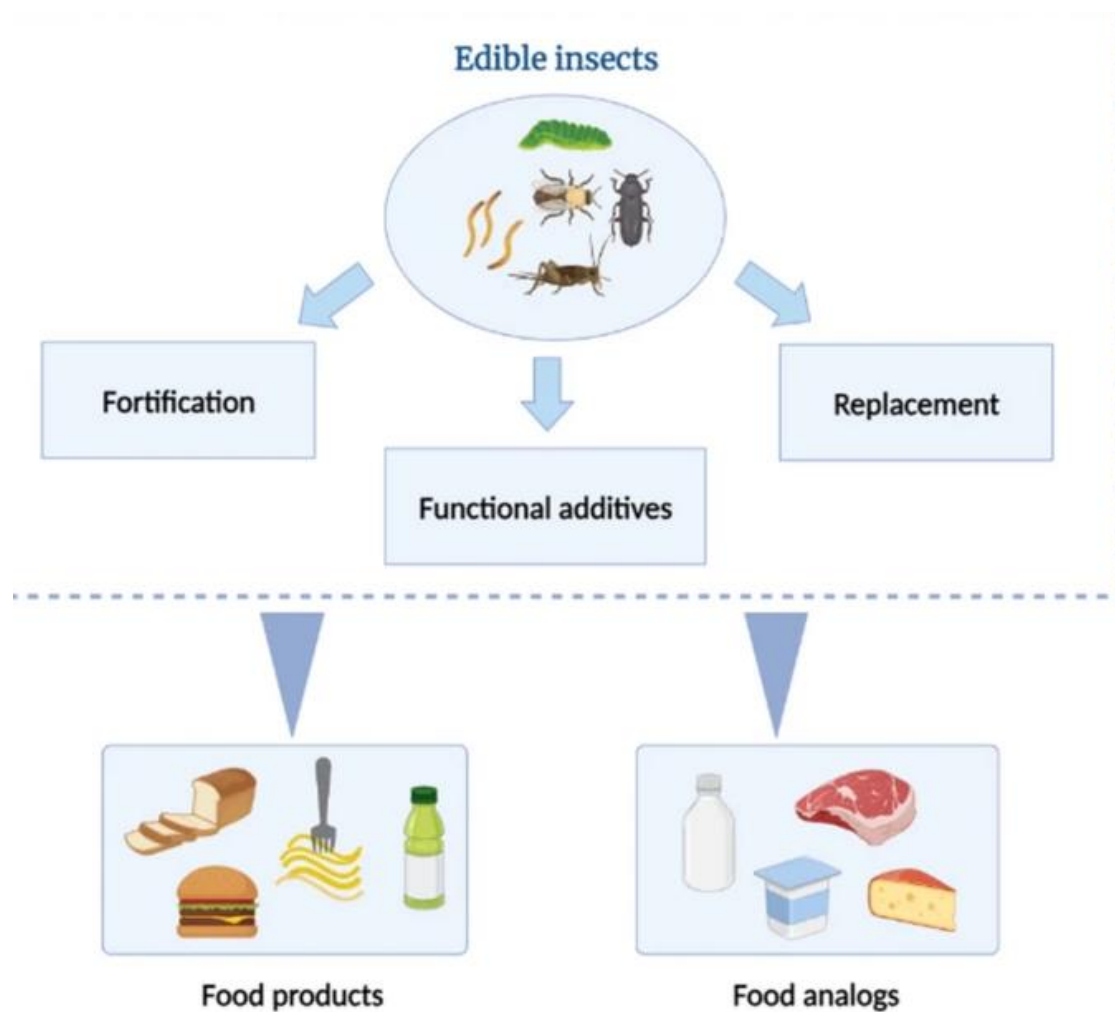
1.2 Αειφορία βρώσιμων εντόμων

Στις μέρες μας, η επιστημονική κοινότητα υποστηρίζει ότι τα έντομα πλεονεκτούν έναντι της παραδοσιακής κτηνοτροφίας όσον αφορά τον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και τη μείωση του αποτυπώματος του άνθρακα (Yen, 2009). Για παράδειγμα, οι γρύλοι και διάφορα είδη βρώσιμων εντόμων απαιτούν μικρή έκταση γης με υψηλούς πληθυσμούς και λιγότερο νερό εν συγκρίσει με την εκτροφή ζώων γεγονός που θεωρείται σημαντικό για την αντιμετώπιση λειψυδρίας και την ευρύτερη καταπόνηση του οικοσυστήματος. Επίσης, διαθέτουν την ικανότητα να καταναλώνουν οργανικά απόβλητα όπως είναι τα απόβλητα κουζίνας και αγροτικής παραγωγής, με συνέπεια να τα μετατρέπουν σε πολύτιμες πρωτεΐνες και θρεπτικά συστατικά κάτι το οποίο οδηγεί σε μειωμένη ανάγκη για ταφή και αποτέφρωση (Chavez, 2021).

Επιπροσθέτως, τα έντομα έχουν ουσιαστικό ρόλο στην εξυγίανση του περιβάλλοντος για το λόγο ότι προσφέρουν μέσω των περιττωμάτων τους λίπανση στο έδαφος έτσι ώστε να βελτιώνεται η γονιμότητα του, εν αντιθέση με τα λιπάσματα χημικού τύπου που προκαλούν οξίνιση, εκπομπές N₂O και ευτροφισμού στο νερό (Hossain et al 2021). Το λίπασμα που προσφέρουν τα αρθρόποδα σε N και P επιστρέφει

στα τρόφιμα μειώνοντας την υψηλή συγκέντρωση αυτών στο φυσικό οικοσύστημα (Schmitt and de Vries, 2020). Επιπλέον, τα θρεπτικά τους στοιχεία εμποδίζουν τη συγκέντρωση βαρέων μετάλλων όπως Pb (μόλυβδος) και Cd (κάδμιο).

Γενικότερα, τα έντομα ως πηγή τροφής παρέχουν σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη όσον αφορά την αειφορία γεγονός που αναδύει την ελπίδα για τη σημαντικότητα του ρόλου του μελλοντικού εφοδιασμού τροφίμων (Εικόνα 1).



Εικόνα 1. Αντικατάσταση συμβατικών τροφίμων με εναλλακτικές τροφές

1.3 Βρώσιμα έντομα ένας νέος βιώσιμος διατροφικός πόρος που αξίζει να προωθηθεί

Τα έντομα στην ανθρώπινη διατροφή

Σύμφωνα με την Παγκόσμια Τράπεζα, εκτιμάται ότι ο πληθυσμός της γης θα αυξηθεί περίπου στα 9 δισεκατομμύρια έως το 2050, γεγονός που θα επιφέρει ραγδαία αύξηση διατροφικών αναγκών με συνέπεια η παραγωγή τροφίμων να πρέπει να διπλασιαστεί. Εμπόδια στη δυσμενή κατάσταση που αναμένεται να προκύψει θα αποτελέσουν η ανεπάρκεια της καλλιεργήσιμης γης, η μείωση των υδάτινων αποθεμάτων και η λιμοκτονία δισεκατομμύρια κατοίκων. Έτσι, για την επιβίωση της ανθρωπότητας υπό τις παραπάνω συνθήκες, ο FAO (Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών) έχει προτείνει ότι θα πρέπει να εξεταστούν νέοι τρόποι παραγωγής τροφίμων όπως είναι η χρήση των εντόμων ως πηγή πρωτεϊνών. Στους λόγους που οδήγησαν τον FAO σε αυτήν την πρόταση συμπεριλαμβάνεται και η αύξηση του κόστους παραγωγής ζωικών πρωτεϊνών καθώς και οι πιέσεις που ασκούνται στο περιβάλλον για την κάλυψη των αναγκών της μεσαίας τάξης.

Θρεπτικά συστατικά εντόμων

Η διατροφική αξία των εντόμων αναδύεται μέσω θρεπτικών συστατικών όπως φαίνονται παρακάτω:

α. Πρωτεΐνες: Τα έντομα συμπεριλαμβάνουν υψηλά αποθέματα πρωτεϊνών στον οργανισμό τους όπως είναι τα αμινοξέα λυσίνη, τρυπτοφάνη και θρεονίνη. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν οι προνύμφες της οικογένειας: Saturniidae και Pentatomidae με τιμές άνω των 100 mg. Επίσης από τις καλλιέργειες των δημητριακών ο ανθρώπινος οργανισμός δεν καλύπτεται από τις ποσότητες που

απαιτούνται, με συνέπεια να παρουσιάζονται τροφοπενίες. Για παράδειγμα στις χώρες της Αφρικής οι κάτοικοι τρέφονται με τερμίτες για αναπλήρωση πρωτεϊνών από καλλιέργεια αραβόσιτου.

β. Λίπος: Έχει διαπιστωθεί ότι υπάρχει λίπος σε αφθονία στα εδώδιμα έντομα όπως για παράδειγμα σε προνύμφες λεπιδοπτέρων όπως του *Endoxyla leocomochla* (Cossidae, Hepialidae) και σε Coleoptera της οικογένειας Cerambycidae με χαρακτηριστικά λίπους 38% και πλούσια σε ω-9 μονοακόρεστα λιπαρά οξέα.

γ. Ιχνοστοιχεία: Υπάρχουν έντομα τα οποία είναι πλούσια σε ιχνοστοιχεία όπως Fe, Cu, Ca, Mn, P, Si, Zn, Mg, σε μεγαλύτερες ποσότητες από το μοσχαρίσιο κρέας. Οι τιμές τους κυμαίνονται από 8 έως 20mg στα εδώδιμα έντομα στο στάδιο της προνύμφης όπως στο έντομο *Locusta migratoria* και *Imbrasia belina*.

Επιπλέον έχει παρατηρηθεί, εδώ και πολλά χρόνια, ότι γίνεται επιλογή τροφής σε χώρες της Αφρικής, της Αυστραλίας και της Ταϊλάνδης με έναν αριθμό εντόμων που ανέρχεται στα 1900 είδη με τα πιο συνηθισμένα να αναγράφονται στον παρακάτω Πίνακα (Πίνακας 1):

Πίνακας 1. Ποσοστό (%) εντόμων που καταναλώνονται

Coleoptera	Lepidoptera	Hemiptera	Hymenoptera	Blatodea
Σκαθάρια 31%	Προνύμφες 18%	Κοκοειδή 10%	Μέλισσες, σφήκες 14%	Κατσαρίδες 5%
Isoptera	Odonata	Diptera	Orthoptera	
Τερμίτες 3%	Λιμπελούλες 3%	Διάφορα 2%	Ακρίδες, γρύλοι 13%	

Στάδιο συλλογής και μέθοδοι μαγειρέματος των εδώδιμων τάξεων

Coleoptera: Στη συγκεκριμένη τάξη υπάρχουν πολλά είδη εδώδιμων εντόμων, από διάφορες οικογένειες όπως: Dytiscidae, Gynidae, Hydrophilidae, Scarabeidae, Curculionidae και Tenebrionidae με το πιο δημοφιλές το *R. ferrugineus*, *Rhynchophorus phoenicis* και το *R. palmarum* με καταγωγή από την Ασία, την Αφρική και την Αμερική με συνέπεια να προτιμώνται οι προνύμφες τους για τη νοστιμιά τους, αφού πρώτα τηγανιστούν χωρίς λάδι διότι είναι λιπαρές. Ωστόσο στις προτιμήσεις των προνυμφών συμπεριλαμβάνεται και το ψήσιμο τους στα κάρβουνα. Επίσης, στις κάτω χώρες σερβίρονται ως έδεσμα σε διάφορα ειδικά καταστήματα οι προνύμφες του *T. molitor*, *A. diaperinus* και του *Zophobas morio* ενώ άλλα, όπως είναι αυτά του γένους *Phyllophaga* (πάνω από 260 είδη), προτιμώνται κυρίως ψητά στα κάρβουνα από ιθαγενείς της Αμερικής στο στάδιο του ενήλικου εντόμου και της προνύμφης.

Lepidoptera: Από την τάξη των λεπιδοπτέρων προτιμώνται για βρώση οι προνύμφες, αλλά και τα τέλεια έντομα σε κάποια είδη. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η διατροφή των ιθαγενών της Αυστραλίας και των κατοίκων του Λάος με διάφορα είδη όπως το *Agrotis infusa*, *Sphingidae* spp και το *Theretra* spp. Ωστόσο άλλα είδη (πχ. *Omphisa fuscidentalis*) αποτελούν πηγή εθνικού εισοδήματος και προωθούνται ως τροφή σύμφωνα με το Υπουργείο Γεωργίας της Ταϊλάνδης.

Hymenoptera: Στην τάξη αυτή ανήκουν διάφορα είδη τα οποία συγκαταλέγονται στο μενού της ανθρώπινης διατροφής όπως είδη μυρμηγκιών της οικογένειας Formicidae (*Oecophylla* spp, *Polymachis dives*). Ωστόσο στην Ασία αποτελούν βασική τροφή, εξαιτίας των θρεπτικών συστατικών τους, που αποτελούν προϊόντα τόνωσης και σερβίρονται σε κονσέρβες. Συγκεκριμένα στη Βόρεια Ταϊλάνδη, συμπεριλαμβανομένου των προαναφερθέντων, υπάρχουν είδη όπως σφήκες και μέλισσες των οικογενειών Bombycidae, Meliponidae, και Apidae που αποτελούν πηγή

ενέργειας, αμινοξέων, μετάλλων και Β-βιταμινών, ενώ στο Μεξικό έχουν καταγραφεί περίπου 67 είδη που συναγωνίζονται μια αγελάδα σε απόδοση τροφής.

Orthoptera: Η τάξη των ορθόπτερων συμπεριλαμβάνει 80 είδη εδωδιμων ακριδών που καταναλώνονται παγκοσμίως. Στο Μεξικό οι ακρίδες (πχ. το είδος *S. purpurascens*), αν και εχθροί των καλλιεργειών, αποτελούν το πιο δημοφιλές έντομο στη διατροφή των κατοίκων. Στην Ταϊλάνδη συλλέγονται πολλά είδη όπως το *G. bimaculatus*, *Teleogryllus occipitalis* και το *T. mitratus* τα οποία τρώγονται όπως ο οικιακός γρύλος *Acheta domesticus*.

Hemiptera (Homoptera): Σε αυτήν την τάξη συλλέγονται έντομα από κορμούς δένδρων τα οποία καταναλώνονται από τον άνθρωπο, αλλά και μελιτώματα αυτών όπως διάφορα είδη τζιτζικιών των γενών *Loba platypleura*, *Pycna*, *Marchalina hellenica* (π.χ μελίτωμα) καθώς και το *D. coccus* (π.χ. μελίτωμα σε τρόφιμα και γλυκίσματα), έντομα τα οποία απαντώνται σε Αφρική, Ασία, και Ιαπωνία συμπεριλαμβανομένου και των Psyllidae.

Hemiptera (Heteroptera): Σε αυτή την κατηγορία οι προτιμήσεις κατανάλωσης επικεντρώνονται σε νυμφικά και τέλεια στάδια εντόμων της οικογένειας Pentatomidae. Απαντώνται και αποτελούν σημαντικό μέρος διατροφής των ανθρώπων σε χώρες της Αφρικής, Αμερικής και Νοτιοανατολικής Ασίας. Παραδείγματα αυτών των εδεσμάτων είναι ο εχθρός του σόργου *Agonoscelis versicolor* που προτιμάται ψημένος (π.χ Σουδάν) και άλλα είδη όπως *E. delegorguei*, *Tessaratomia pappilosa*, *Tessaratomia javanica*, *Tetraporina quadrata* (π.χ Κίνα). Τέλος από τα είδη των οικογενειών Corixidae και Notonectidae γίνεται το μεξικάνικο χαβιάρι από αυγοτάραχο.

Isoptera: Η τάξη αυτή περιλαμβάνει τα εδέσματα των τερμιτών των οποίων η βιομάζα ξεπερνά παγκοσμίως όλους τους ανθρώπους. Ωστόσο τα συγκεκριμένα έντομα δημιουργούν τεράστια προβλήματα με ζημιές κόστους >500 εκατομμύρια δολαρίων/

έτος (π.χ Αμερική), ζημιές σε ξυλοκατασκευές (π.χ Δυτικός κόσμος). Σε χώρες της Αφρικής αποτελεί σημαντικό είδος διατροφής κυρίως σε βασίλισσες οι οποίες είναι αρκετά θρεπτικές σε μικρές ηλικίες που υποσιτίζονται (φάρμακο ζωής), ενώ οι οπλίτες τρώγονται τηγανιστοί (π.χ *Macrotermes*) ή εμπεριέχονται τριμμένοι σε γλυκίσματα, στην κεντρική Αφρική όπως Ζιμπάμπουε, Βενεζουέλα, Ουγκάντα και στον Αμαζόνιο (π.χ *Syntermes*).

Blatodea: Η κατηγορία συμπεριλαμβάνει τις βρώσιμες κατσαρίδες οι οποίες τρέφονται με φρέσκα φρούτα και λαχανικά και έχουν γεύση και υφή ψητού κοτόπουλου (π.χ *Gromphadorhina portentosa* Μαδασκάρης).

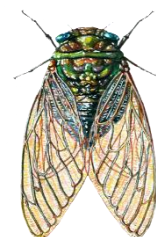
Οι τάξεις των κυριότερων εδώδιμων εντόμων παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 2).



Coleoptera



Lepidoptera



Hemiptera



Hymenoptera



Blatodea



Isoptera



Odonata



Diptera



Orthoptera

Εικόνα 2. Τάξεις βρώσιμων εντόμων

Παραδοσιακά σνακ - μέθοδοι μαγειρέματος εντόμων

Οι σημερινοί τρόποι μαγειρέματος στην Ασία, Αφρική, Μεξικό και Ταϊλάνδη περιλαμβάνουν το καθάρισμα, το καρύκευμα, το τηγάνισμα, το ψήσιμο ή την κάπνιση των εντόμων. Αυτοί οι τρόποι καθιστούν τα έντομα ελκυστικά για τον καταναλωτή με προτιμήσεις σε αυγά, προνύμφες, νύμφες και ενήλικα άτομα (Liceaga, 2021). Παραδείγματα εδεσμάτων από έντομα φαίνονται στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 3).



Εικόνα 3. Εδέσματα βρώσιμων εντόμων.

1.4 Τα έντομα, η πιο βιώσιμη πηγή πρωτεϊνών

Διατροφική αξία και λειτουργική σύνθεση βρώσιμων εντόμων

Τα βρώσιμα έντομα αποτελούν τροφή υψηλής θρεπτικής αξίας. Είναι πλούσια σε βιταμίνες, μέταλλα, φυτικές ίνες, πρωτεΐνες και λίπος, στοιχεία τα οποία είναι χρήσιμα για τη σωστή λειτουργία των οργάνων του ανθρώπινου οργανισμού όπως οι συσπάσεις του εντέρου που προκαλούνται από τις φυτικές ίνες, οι οποίες είναι απαραίτητες λόγω της έλλειψης γαστρικών υγρών. Επίσης, βοηθούν στην ισχυροποίηση του ανοσοποιητικού συστήματος καθώς περιέχουν χητίνη, φαινόλες, αντιοξειδωτικά και αντιμικροβιακά πεπτίδια τα οποία δρουν ως βιοδραστικές ουσίες έναντι της εκδήλωσης διάφορων ασθενειών στον άνθρωπο. Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί ότι τα βρώσιμα έντομα πληρούν τις απαιτήσεις σε ενέργεια και θρεπτικά συστατικά διότι περιέχουν, εκτός των προαναφερθέντων, αμινοξέα, λιπαρά οξέα (μονοακόρεστα και πολυακόρεστα), ψευδάργυρο και σίδηρο (Halloran et al., 2014).

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2) φαίνεται η σύγκριση των θρεπτικών συστατικών των εντόμων σε σχέση με το ζωικό κρέας

Πίνακας 2. Σύγκριση περιεκτικότητας σε θρεπτικά συστατικά μεταξύ κοινών εντόμων και ζωικού κρέατος (Προσαρμογή από Payne et. al., 2016).

	Βοδινό	Χοιρινό	Κοτόπουλο	Μέλισσα	Μεταξ/κας
Πρωτεΐνες g/100gr	20,6	20,1	19,90	15,20	14,8
Λίπος g/100gr	9,30	12,4	7,20	3,64	8,24
Κορεσμένα λιπαρά g/100gr	3,80	3,50	1,81	2,75	3,45
Νάτριο mg/100gr	60,0	62,0	80,0	19,4	14,0
Κάλιο mg/100gr	5,00	7,00	8,00	30	42,0

Σίδηρο mg/100gr	1,05	0,80	0,88	18,5	1,80
Βιταμίνη C mg/100gr	0,00	0,00	1,10	10,7	N/A
Βιταμίνη A mg/ 100g	0,00	0,00	0,00	25,7	N/A
Ριβοφλαβίνη mg/100gr	0,23	0,23	0,16	3,24	1,05
Νιασίνη mg/100gr	4,70	5,60	6,50	N/A	0,90

1.5 Κατανάλωση εντόμων και πιθανοί κίνδυνοι

Η ανακάλυψη νέων πηγών πρωτεΐνης προς παραγωγή νέων τροφίμων είναι μια εναλλακτική η οποία αποτελεί πρόκληση για τους επιστήμονες που ασχολούνται με την Ασφάλεια Τροφίμων. Στην περίπτωση των εντόμων, υπάρχουν πολιτισμοί, όπως είναι αυτοί της Αφρικής και της Ασίας, οι οποίοι είναι συνηθισμένοι να καταναλώνουν τρόφιμα που προέρχονται από τέτοιες πρώτες ύλες. Ωστόσο, κάτι τέτοιο δεν αποτελεί συνήθεια για τους πολιτισμούς της Δύσης. Ως αποτέλεσμα, τέτοιοι πολιτισμοί να έρχονται αντιμέτωποι με πολλά ερωτήματα σχετικά με την ένταξη ή όχι τέτοιων τροφίμων στη διατροφή τους. Ορισμένα από τα καίρια ερωτήματα που προκύπτουν αφορούν την Ασφάλεια τέτοιων τροφίμων και ιδιαίτερα την πρόκληση αλλεργικών αντιδράσεων και την παρουσία τοξικών ουσιών ή παθογόνων μικροοργανισμών. Για παράδειγμα το ίδιο το έντομο θα μπορούσε να είναι τοξικό ή να φέρει τοξικές ουσίες, να έχει επιμολυνθεί με παθογόνους μικροοργανισμούς κατά τη διάρκεια του βιολογικού του κύκλου ή να έχει αλλοιωθεί κατά τη συγκομιδή, τα οποία μπορούν να οδηγήσουν στην εκδήλωση αλλεργικών αντιδράσεων ή άλλου τύπου ασθενειών στους καταναλωτές (Huis, 2013).

Η παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών αποτελεί έναν σοβαρό κίνδυνο για τη χρήση της νέας εναλλακτικής τροφής για τον άνθρωπο (Schluter et al., 2017). Ο κίνδυνος είναι ακόμα μεγαλύτερος όταν τα θεραπευτικά μέσα είναι ανεπαρκή να αντιμετωπίσουν τις ασθένειες που προκαλούνται από τους παθογόνους (Bonaccorsi et al., 2019). Οι μικροοργανισμοί που βρίσκουν εύφορο έδαφος για να αναπτυχθούν είναι ιοί, βακτήρια, μύκητες και παράσιτα με συνέπεια να κρίνεται απαραίτητη η θερμική τους επεξεργασία πριν την κατανάλωση για την εξάλειψη των παθογόνων, με εξαίρεση τα βακτηριακά σπόρια που δεν επηρεάζονται (Fels et al., 2018).

1.6 Ανάλυση ηθικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών πτυχών

Ηθική

Υποστηρίζεται ότι η κατανάλωση εντόμων ως τροφή επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως ο πολιτισμός και η θρησκεία. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η προτίμηση των εντόμων από χώρες που τα θεωρούν πολύτιμη πηγή θρεπτικών (όπου το 12,8% άνδρες και 6,3% γυναίκες τα χρησιμοποιούν ως υποκατάστατο κρέατος), εν αντιθέση με άλλες χώρες κυρίως του δυτικού κόσμου που τα θεωρούν απωθητικά και επικίνδυνα.

Μία μελέτη που διερεύνησε την οπτική των καταναλωτών για τα βρώσιμα έντομα, διαπίστωσε ότι τα έντομα θεωρούνται πιο «ηθικά» (αναφερόμενοι τόσο στη βιωσιμότητα όσο και στην καλή διαβίωση των ζώων) από το συμβατικό κρέας όχι μόνο από τους κρεατοφάγους αλλά και από τους χορτοφάγους (House, 2016). Έτσι, παρόλο που οι χορτοφάγοι ανέφεραν ανησυχία για την καλή διαβίωση των ζώων, αυτή η ανησυχία φαινόταν να αποκλείει τα έντομα. Οι συμμετέχοντες, τόσο οι κρεατοφάγοι όσο οι χορτοφάγοι, όταν ανέφεραν την ανησυχία τους σχετικά με την καλή διαβίωση των ζώων και την ηθική απέναντι σε αυτά, δεν συμπεριέλαβαν τα έντομα ως ζώα

(Elorinne et al., 2019). Σύμφωνα με τους παραπάνω συγγραφείς, οι χορτοφάγοι έδειξαν θετική στάση στην εντομοφαγία περισσότερο από τους παμφάγους.

Επιπροσθέτως, διαφορά όσον αφορά την στάση των ανθρώπων απέναντι στα έντομα έχει παρατηρηθεί και στους διαφορετικούς τύπους εντόμων. Συγκεκριμένα, γίνεται αναφορά στα «καλά» έντομα, όπως οι πεταλούδες και οι μέλισσες που διαφοροποιούνται από άλλα είδη εντόμων, για τα οποία πολλοί άνθρωποι αισθάνονται δυσαρέσκεια (Borrré et al., 2019). Οι μέλισσες, ειδικότερα, έχουν λάβει εκτενή κάλυψη από τα μέσα ενημέρωσης και συνήθως παρουσιάζονται θετικά. Αναλύοντας την κάλυψη από τα μέσα ενημέρωσης για απώλειες αποικιών μελισσών, οι Huber and Aichberger (2020) ανέφεραν ότι οι δημοσιογράφοι χρησιμοποίησαν νεολογισμούς, όπως «δολοφόνος μελισσών» ή «καταστροφή μελισσών», για να περιγράψουν το θέμα και εξανθρωπισμένες μέλισσες στα άρθρα τους όπως «εργαζόμενο προσωπικό» και «Η Μάγια η μέλισσα επιτέλους μπορεί να γελάσει ξανά». Σε αντίθεση με την κάλυψη των μέσων ενημέρωσης για την εντομοφαγία, αυτή η απεικόνιση υπονοεί ότι οι μέλισσες είναι ζωντανά ζώα που μπορούν να θανατωθούν (σε αντίθεση με το «θερισμό»). Επιπλέον, καθώς ο ανθρωπομορφισμός συνδέεται με την ηθική ανησυχία, ο εξανθρωπισμός των μελισσών μπορεί να προκαλέσει μεγαλύτερη ανησυχία για την ευημερία τους.

Περιβαλλοντική πτυχή

Τα έντομα αποτελούν μια εναλλακτική λύση διατροφής του σημερινού ανθρώπου, φιλική προς το περιβάλλον (FAO, 2012). Αποτελούν πλούσια πηγή πρωτεΐνης η οποία θα μπορούσε να αποτελέσει αφετηρία, για τη δημιουργία βιώσιμων συστημάτων παραγωγής. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η εκπομπή μεθανίου (CH₄) από κατσαρίδες, τερμίτες και βρώσιμα σκαθάρια που προέρχονται από

βακτηριακή ζύμωση των *Methanobacteriaceae* στο έντερο (Oonincx and de Boer, 2012) εν αντιθέση με το *T. molitor* που δεν παράγει καθόλου και με τα αγροτικά ζώα τα οποία παράγουν σε πολύ υψηλότερα επίπεδα. Παραδείγματα αγροτικών ζώων που καθορίζουν τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο αποτελούν τα προϊόντα χοίρου, πουλερικών και βόειου κρέατος τα οποία χωρίζονται σε τρεις κύριους παράγοντες: την εντερική παραγωγή CH₄, τον ρυθμό αναπαραγωγής. Το σκουλήκι των αλεύρων δεν παράγει CH₄. Επιπλέον, έχει υψηλό ρυθμό αναπαραγωγής παράγοντας 160 αυγά κατά τη διάρκεια της ζωής του. Επίσης, η περίοδος ωρίμανσης είναι μικρή, καθώς το *T. molitor* ενηλικιώνεται σε 10 εβδομάδες. Επιπροσθέτως η αναλογία μετατροπής τροφής (FCR) των συμπυκνωμάτων των κίτρινων σκουληκιών των αλεύρων (kg/kg φρέσκου βάρους) είναι παρόμοια με τις τιμές που αναφέρονται για τα κοτόπουλα, αλλά χαμηλότερη από ό,τι για τους χοίρους και τα βοοειδή (Oonincx et al., 2010). Οι μελέτες έχουν συγκρίνει διαφορετικές μεταβλητές μεταξύ εντόμων και κρέατος ζώων και έχει παρατηρηθεί ότι, γενικά, τα βρώσιμα έντομα έχουν πολύ μικρότερο περιβαλλοντικό αντίκτυπο από την κτηνοτροφία. Οι κάμπιες, οι ακρίδες και οι προνύμφες του γρύλου εκπέμπουν 100 φορές λιγότερες εκπομπές και 10 φορές λιγότερη αμμωνία από τα βοοειδή και τους χοίρους. Εάν τα έντομα εκτρέφονταν και καταναλώνονταν αντί για αγελάδες, οι τρέχουσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου θα μειωνόταν κατά 10% (Raheem et al., 2019).

Επόμενο σημαντικό στοιχείο είναι ο δείκτης υπερθέρμανσης του πλανήτη (GWP) των κίτρινων σκουληκιών αλεύρου ανά κιλό βρώσιμης πρωτεΐνης, που είναι χαμηλός σε σύγκριση με άλλα προϊόντα όπως το γάλα (1,51-3,87 υψηλότερο), το κοτόπουλο (1,32-2,67 υψηλότερο), το χοιρινό (1,51-3,87 υψηλότερο) ή το βόειο κρέας (5,52-12,51 υψηλότερα). Η χρήση ενέργειας για την παραγωγή του κίτρινου σκουληκιού ανά κιλό βρώσιμης πρωτεΐνης είναι υψηλότερη από αυτή του γάλακτος

(20%-83% της αξίας για τον κίτρινο σκουλήκι) ή του κοτόπουλου (46%-88%), παρόμοια με το χοιρινό (55% -137% της αξίας για τον κίτρινο σκουλήκι) και χαμηλότερη από αυτή του βόειου κρέατος. Το κίτρινο σκουλήκι είναι ποικιλόθερμο και εξαρτάται από τις κατάλληλες περιβαλλοντικές θερμοκρασίες για την ανάπτυξη του. Συγκεκριμένα όταν οι θερμοκρασίες περιβάλλοντος είναι χαμηλές, απαιτούν θέρμανση, γεγονός που αυξάνει την κατανάλωση ενέργειας. Τα μέτρα μετριασμού διερευνώνται. Ωστόσο οι μεγαλύτερες προνύμφες σε αυτό το σύστημα παράγουν ένα πλεόνασμα μεταβολικής θερμότητας, το οποίο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να ζεστάνει μικρές προνύμφες που απαιτούν θερμότητα. Ακόμη η χρήση γης του συστήματος παραγωγής που περιγράφηκε ήταν πολύ χαμηλή σε σύγκριση με αυτή του γάλακτος (1,81-3,23 φορές υψηλότερη), των πουλερικών όπως το κοτόπουλο (2,30-2,85 φορές υψηλότερη), του χοιρινού (2,57-3,49 φορές υψηλότερη) και του βόειου κρέατος (7,89- 14,12 φορές υψηλότερο) (Oonincx et al., 2010). Με συνέπεια η παραγωγή εντόμων να μην απαιτεί μεγάλη έκταση γης και η χρήση νερού να είναι ελάχιστη. Η έκταση της γης που απαιτείται για την παραγωγή της ίδιας ποσότητας πρωτεΐνης έχει υπολογιστεί ότι είναι περίπου 1 εκτάριο για τα κίτρινα σκουλήκια, 2-3,5 εκτάρια για τους χοίρους ή τα πουλερικά και 10 εκτάρια για τα βοοειδή.

Η αντικατάσταση του κρέατος με έντομα ως κύρια πηγή πρωτεΐνης θα μπορούσε να οδηγήσει στην εγκατάλειψη 2.700 ha λιβαδιών και 100 ha γεωργικής γης, γεγονός που θα είχε ως αποτέλεσμα μεγάλη δέσμευση άνθρακα στη βλάστηση. Επιπλέον, οι εκπομπές υποξειδίου του αζώτου και μεθανίου θα μειώνονταν σημαντικά (Fellows and Hilmi, 2012). Η αυξανόμενη ζήτηση για νερό παγκοσμίως απειλεί τη βιοποικιλότητα, την παραγωγή τροφίμων και άλλες ζωτικές ανθρώπινες ανάγκες. Για παράδειγμα, τα κίτρινα σκουλήκια είναι πιο ανθεκτικά στην ξηρασία από τα βοοειδή (Oonincx and de Boer, 2012). Όσον αφορά την εύπεπτη βιομάζα, ενώ τα έντομα

αγγίζουν γενικά το 80%, άλλα προϊόντα κρέατος περιέχουν μόνο περίπου το μισό, μεταξύ 40% και 55%. Επομένως, συμπερασματικά, τα βρώσιμα έντομα έχουν μικρότερη περιβαλλοντική επίπτωση από άλλα ζώα όπως τα βοοειδή ή οι χοίροι, με περιβαλλοντική δυναμική αποτελεί και ο δείκτης υπερθέρμανσης του πλανήτη (GWP) του T.m ανά κιλό βρώσιμης πρωτεΐνης ο οποίος είναι χαμηλός σε σύγκριση με άλλα προϊόντα όπως το γάλα (1,51-3,87), το κοτόπουλο (1,32-2,67), το χοιρινό (1,51-3,87) και το βόειο κρέας (5,52-12,51). Γεγονός που εξαρτάται και από τις θερμοκρασίες του περιβάλλοντος για την ανάπτυξη του. Εν κατακλείδι τα βρώσιμα έντομα έχουν μικρό περιβαλλοντικό αντίκτυπο από άλλα ζώα (π.χ βοοειδή, χοίροι).

Οικονομική πτυχή

Σύμφωνα με καταγραφές έχει διαπιστωθεί, εδώ και αρκετά χρόνια, ότι στις αναπτυσσόμενες χώρες τα βρώσιμα έντομα πωλούνται ως τρόφιμα στο δρόμο (Baiano, 2020) με συνέπεια να μη γίνονται γνωστά από τους καταναλωτές από την έλλειψη διαφήμισης τους αλλά ταυτοχρόνως να είναι και απωθητικά. Ωστόσο η αγορά στο δυτικό κόσμο γι' αυτού του είδους την εναλλακτική τροφή, καθοδηγείται από τη ζήτηση των κοινοτήτων μεταναστών από χώρες της Αφρικής και της Ασίας αλλά και από την ανάπτυξη της αγοράς εξωτικών τροφίμων.

Επιπροσθέτως, έχει εκτιμηθεί ότι η αγορά βρώσιμων εντόμων θα ξεπεράσει τα 710 εκατομμύρια δολάρια παγκοσμίως έως το τέλος του 2024, με σημαντική αύξηση άνω του 43,5% για την αγορά της Β. Αμερικής. Η πρόβλεψη αυτή βασίζεται στην αυξανόμενη ζήτηση για τρόφιμα που εμφανίζουν υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και της αποστροφής από τα επεξεργασμένα τρόφιμα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα επίσης αποτελεί και η αγορά Ασίας-Ειρηνικού που θα μπορούσε να ξεπεράσει τα 270 εκατομμύρια δολάρια μέχρι το 2024. Τέλος, το 2016 αναφέρθηκε ότι οι 312 από τους

943 εκατομμύρια τόνους πρωτεϊνών που θα καταναλωθούν έως το 2054 θα συμπεριλαμβάνουν εναλλακτικές πρωτεΐνες (π.χ. 37 εκατομμύρια τόνοι εντόμων) εκτός από κρέας και θαλασσινά (Global Market Insights, 2020).

1.7 Σκοπός της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας

Σκοπός της μεταπτυχιακής διατριβής ήταν η συλλογή και σύνθεση (π.χ. συνδυασμός, επεξεργασία δεδομένων, σύνοψη) δεδομένων ερευνητικών μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί στο παρελθόν σχετικά με τα οφέλη των εντόμων στην ανάπτυξη νέων τροφίμων και τους αναδυόμενους κινδύνους στην ανθρώπινη υγεία έτσι ώστε να προκύψει ένα συνολικό συμπέρασμα.

2. Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Συλλογή δεδομένων

Η συλλογή δεδομένων έγινε από τις βάσεις δεδομένων SCOPUS, PUBMED, GOOGLE και GOOGLE SCHOLAR (123 επιστημονικά άρθρα δημοσιευμένα σε έγκριτα επιστημονικά περιοδικά του science direct index - research papers και reviews). Για την εύρεση των άρθρων χρησιμοποιήθηκαν λέξεις κλειδιά όπως: εντομοφαγία, βρώσιμα έντομα, εναλλακτικές πρωτεΐνες, σνακ εντόμων, έντομα και νεα τρόφιμα, τα έντομα ως τροφή, είδη βρώσιμων εντόμων, βρώσιμα έντομα και ανθρώπινη υγεία, αλλεργικές αντιδράσεις και εντομοφαγία, θρεπτικά συστατικά βρώσιμων εντόμων, εντομοφαγία και περιβάλλον, αειφορία βρώσιμων εντόμων.

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν αφορούν τις νέες εναλλακτικές πρωτεΐνες που προέρχονται από διάφορες τάξεις εντόμων. Επίσης, γίνεται σύγκριση των συμβατικών τροφών που προέρχονται από εκτρεφόμενους ζωικούς οργανισμούς με την καλλιέργεια εντόμων όσον αφορά το περιβαλλοντικό αποτύπωμα όπως: CH₄, CO₂, N₂O, H₂O, την έκταση γης που χρησιμοποιείται και ευρύτερα στην καταπόνηση του περιβάλλοντος

από την εξάντληση των φυσικών πόρων. Επιπλέον, τα δεδομένα που συλλέχτηκαν αναφέρουν την ωφελιμότητα των βρώσιμων εντόμων στην ανθρώπινη υγεία μέσω των θρεπτικών συστατικών που παρουσιάζουν με υψηλότερες τιμές εν σύγκριση με τα συμβατικά ζώα. Ακόμη μέσα από τις μελέτες γίνεται παρουσίαση τρόπων μαγειρέματος των εντόμων αλλά και των σταδίων επεξεργασίας αυτών στον βιομηχανικό χώρο τροφίμων, πριν φτάσουν στην κατανάλωση. Επιπροσθέτως προβάλλεται η ασφάλεια αυτών των εναλλακτικών τροφίμων συμπεριλαμβάνοντας κινδύνους όπως: περιπτώσεις αλλεργικών αντιδράσεων, αλλά και μέτρα επεξεργασίας που λαμβάνονται πριν την κατανάλωση τους. Ωστόσο γίνεται αναφορά σε μελέτες περίπτωσης εναλλακτικών τροφίμων, με εκχυλίσματα πρωτεϊνών από έντομα (π.χ παραγωγή ζυμαρικών), παραγωγή ψωμιού χωρίς γλουτένη με υψηλή περιεκτικότητα πρωτεϊνών και παραγωγή παιδικών τροφών. Τέλος γίνεται αναφορά βάσει των μελετών με ποσοστά προτιμήσεων-αποδοχής των καταναλωτών αλλά και τη γνώση που έχουν οι καταναλωτές για αυτούς τους είδους τρόφιμα καθώς και των πωλήσεων αυτών στην αγορά.

3. Αποτελέσματα

3.1 Οφέλη εντόμων στην ανάπτυξη τροφίμων

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται τα σημαντικότερα προϊόντα από έντομα, κυρίως λειτουργικά τρόφιμα, που βρέθηκαν στη διεθνή βιβλιογραφία. Συγκεκριμένα, βρέθηκαν προϊόντα από Coleoptera που αφορούν ωμά, βραστά, ψητά και τηγανιτά έντομα των ειδών *R. ferrugineus* και *O. fuscidentalis* στη Δυτική Αφρική, φυστικοβούτυρο εντόμων από το είδος *P. reticularis* στην Ταϊλάνδη, ωμά, τηγανιτά έντομα από *T. molitor* στην Κίνα, ενεργειακές μπάρες από *T. molitor* στη Σλοβακία, διάφορα σνακ στην Ολλανδία, λουκάνικα στην Κορέα, μπιφτέκια στην Ισπανία,

ζυμαρικά στην Ιταλία και λάδι για μπισκότα στην Κίνα. Επίσης, αναφέρεται και το είδος *A. diaperinus* το οποίο παρουσιάζεται κατόπιν επεξεργασίας σε κρέας στην Ολλανδία και από το είδος *melolontha* παρασκευή κέικ στην Αφρική (Πίνακας 3).

Σχετικά με τα Orthoptera, τα προϊόντα που βρέθηκαν αφορούν μαγειρευτά εδέσματα ή σνακ και ράβδοι δημητριακών από το είδος *A. domesticus* σε χώρες της Αφρικής όπως η Μαδαγασκάρη, επίσης βρέθηκαν τρόφιμα όπως ψητά, σούπες ή στιφάδο από το είδος *S. purpurascens* στην Αφρική και Λάος, από το διάφορα είδη *Gryllus* spp. εδέσματα όπως Cricket Chocolate cake, τηγανητά με τομάτα και κρεμμύδι στην Αφρική, ψωμιά χωρίς γλουτένη από το *G. assimilis* στη Βραζιλία και ράβδοι δημητριακών από το *G. sigilatus* στην Πορτογαλία. Επίσης, προϊόντα ψητά ή τηγανιτά για τραγανή υφή από το είδος *M. belicosus* σερβίρονται στην Αφρική, pancakes, μπισκότα, burger και pizza από πολλά είδη φτερωτών μυρμηγκιών της τάξεως Isoptera.

Για την τάξη των Hemiptera βρέθηκαν προϊόντα όπως βραστά, τηγανητά από διάφορα είδη *Cicada* spp. στην Κίνα, το *A. cordifera* σερβίρετε ως γαλάκτωμα στη χώρα του Μεξικού και στην Αφρική, το *E. delegorguei* σερβίρετε τριμμένο σε πάστα (Πίνακας 3). Όσον αφορά τα Lepidoptera, βρέθηκαν προϊόντα από το *Bombyx mori* στην Κίνα όπως τηγανητά, ψημένα ή βραστό τσάι, επιπλέον άλλα προϊόντα όπως ζυμαρικά υψηλής πρωτεΐνης στην Ιταλία και ψητά και τηγανιτά πιτάκια σε φύλλο ζύμης από το είδος σκόρου *Morane worms (G. belina)* στην Αφρική. Σχετικά με τα Diptera βρέθηκαν προϊόντα όπως ψωμί, γαλακτώματα και μαργαρίνη από προνύμφες του είδους *H. illucens* σε χώρες όπως η Γαλλία, η Ισπανία και ο Καναδάς καθώς και τортίγια με τσιπς από το είδος *A. domesticus* στις ΗΠΑ, καθώς και ζυμαρικά από το *A. domestica* στην Ιταλία.

Επιπλέον, διάφορα άλλα προϊόντα εντόμων έχουν καταγραφεί σε διάφορες περιοχές του πλανήτη όπως κρίκετ, καρμπονάρα, σκουλήκι με γλυκό καλαμπόκι

γρύλοι, Pesto Rigatoni, καπνιστό κρίκετ, γρύλοι Teriyak, Pak Choi με ρύζι, αφράτες τηγανίτες σκουληκιών, Spiced Cricket Tarka Dhal, τοστ κρίκετ με κρέμα γάλακτος και δεντρολίβανο στο Λονδίνο, καραμέλες, γλειφιτζούρια, αρωματισμένοι γρύλοι με προνύμφες, αλευροσκώληκας Arancini, μείγμα Grasshopper (ακρίδες), ακρίδες με τομάτα σε τορτίγια, αλευροσκώληκας σε σαλάτα στις ΗΠΑ, Bugs-a-Roni (Ζυμαρικά), γρύλοι με λάιμ, Chile με σπόρους κολοκύθας, γρύλους με μαύρη σοκολάτα, σκόνη, κρίκετ, μπουκιές granola από αλεύρι κρίκετ, σοκολάτα με σκόνη από γρύλους στο Ηνωμένο Βασίλειο, βιολογικά σνακ από έντομα (μπάρες, μήλο και κανέλα, αλμυρή σοκολάτα), Cricket Burger, Quinoa, Cricket Falafel Curry, Cricket, Bolognese, Cricket Burger Classic, τραγανό ψωμί με λιναρόσπορο στη Γερμανία, μείγματα ψησίματος με βάση τα έντομα όπως ψωμί μπανάνας, τηγανίτες, σκόνη στις ΗΠΑ, ραβιόλια και κροκέτες με κύριο συστατικό τα αλευροσκουλήκια στο Βέλγιο και μπάρες Granola σκουληκιών (Πίνακας 3).

Πίνακας 3. Προϊόντα διάφορων ειδών εντόμων

Τάξη	Γένος/είδος	Προϊόν	Χώρα	Αναφορές
	<i>Rynchophorus ferrugineus</i> , <i>Omphisa fuscidentalis</i>	Ωμό, βραστό, τηγανιτό, ψητό Τηγανιτό	Δυτική Αφρική	Jaramillo et al. (2022) Kurdi et al. (2021)
	<i>Prionoplus reticularis</i>	Φυστικοβούτυρο	Ταϊλάνδη	Kurdi et al. (2021)
	<i>Tenebrio molitor</i>	Ωμό, τηγανιτό	Κίνα	Shafique et al. (2021)
		Ενεργειακές μπάρες	Σλοβακία	Adamek et al. (2020)

Coleoptera		Σνακ	Ολλανδία	Azzollini et al. (2018)
		Λουκάνικα	Κορέα	Choi et al (2017)
		Μπιφτέκια	Ισπανία	Ardila et al. (2023)
		Ζυμαρικά	Ιταλία	Pasini et al. (2022)
		Λάδι για μπισκότα	Κίνα	Kim and Oh (2022)
	<i>Alphitobius diaperinus</i>	κρέας	Ολλανδία	Azzolini et al. (2019)
	<i>Beetles chafer Melolontha sp.</i>	Κέικ	Αφρική	Secrets of African Edible Insect Cookery
Orthoptera	<i>Acheta domesticus</i>	Μαγειρευτό ή σνακ, Ράβδοι δημητριακών	Μαδαγασκάρη	Itterbeeck et al. (2019)
	<i>Sphenarium purpurascens</i>	Ψητό, τηγανιτό, σουπα ή στιφάδο	Λάος, Αφρική	Magara et al. (2020) Barennes et al. (2020)
	<i>Gryllus spp.</i>	Cricket Chocolate cake, Τηγανιτά με τομάτα και κρεμμύδι	Αφρική	Secrets of African Edible Insect Cookery
	<i>Gryllus assimilis</i>	Ψωμά χωρίς γλουτένη	Βραζιλία	Machado and Thys (2019)
	<i>Grylloides sigitlatus</i>	Ράβδοι δημητριακών	Πορτογαλία	Ribeiro et al. (2019)
Isoptera	<i>Macrotermes belicosus</i>	Ψητά ή τηγανιτά για τραγανή υφή	Αφρική	Anankware et al. (2021)
	<i>Termites spp</i>	Pizza, pancakes, μπισκότα, burger	Αφρική	Secrets of African Edible Insect Cookery
Hemiptera	<i>Cicada spp.</i>	Βραστό, τηγανιτό	Κίνα	Feng et al. (2018)
	<i>Encosternum delegorguei</i>	Τριμμένο σε πάστα	Αφρική	Dzerefos et al. (2013)
	<i>Ascra cordifera</i>	Γαλάκτωμα	Μεξικό	Baigts et al. (2021)
Lepidoptera	<i>Bombyx mori</i>	Τηγανιτό, ψημένο ή βραστό τσάι,	Κίνα	Gao et al. (2018)

Διάφορα άλλα εδώδιμα έντομα	κολοκύθας, γρύλους με μαύρη σοκολάτα, σκόνη, κρίκετ, μπουκιές granola από αλεύρι κρίκετ		
	Σοκολάτα με σκόνη από γρύλους	Ηνωμένο Βασίλειο	www.eatgrub.co.uk
	Βιολογικά σνακ από έντομα (μπάρες, μήλο και κανέλα, αλμυρή σοκολάτα).	Γερμανία	www.yourinstinct.de
	Cricket Burger, Quinoa, Cricket Falafel Curry, Cricket, Bolognese, Cricket Burger Classic, τραγανό ψωμί με λιναρόσπορο	Γερμανία	www.imago-insects.com
	Μείγματα ψησίματος με βάση τα έντομα (ψωμί μπανάνας, τηγανίτες, σκόνη.	ΗΠΑ	https://www.cricketflours.com/cricket-flour-recipes/
	Ραβιόλια και κροκέτες με κύριο συστατικό τα αλευροσκουλήκια.	Βέλγιο	www.nimavert.be/nl
	Αλευροσκώληκας Arancini	ΗΠΑ	20 Delicious Bug Recipes from Chefs (The magazine)
	Μίγμα Grasshopper (ακρίδες)		
	Ακρίδες με τομάτα σε τορτίγια		
	Αλευροσκώληκας σε σαλάτα		

	Τσιπς, κρίκετ, γκουακαμόλε	Λονδίνο	Bugs in the Kitchen: 10 νόστιμες συνταγές για βρώσιμα έντομα που πρέπει να δοκιμάσετε (Next food) site
	Μπάρες Granola σκουληκιών		

Τρόφιμα με συστατικά εντόμων

Πιθανά οφέλη για την υγεία από βρώσιμα έντομα

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 4) υπάρχουν καταγραφές σχετικά με έντομα με αντιμικροβιακές, αντιλιπογόνες, αντικαρκινικές, αντιυπερτασικές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες τα οποία έχουν εγκριθεί προς βρώση από την Ευρώπη.

Τα έντομα τα οποία έχουν βρεθεί να παρουσιάζουν τέτοιες ιδιότητες είναι τα *T. molitor*, *U. dermestoides*, *A. domesticus*, *C. elegans*, *B. mori*, *G. sigillatus*, *Mimelas* sp, *G. bimaculatus*, *P. dives*, *A. melifera*, *S. purpurascens*, *A. diaperinus*, *R. ferrugineus*, *T. japonensis*, *L. niger*, *I. oyemensis*, *C. italicus* και το *L. indicus*. Από αυτά, το *T. molitor* βρέθηκε να περιέχει ουσίες με αντιλιπογόνο, αντιμικροβιακή, αντιοξειδωτική και αντιφλεγμονώδεις, αντιδιαβητική, αντιυπερτασικό και κατά της παχυσαρκίας δράση, το *U. dermestoides* με αντιλιπογόνο, αντιμικροβιακή και αντιοξειδωτική, το *A. domesticus* με αντιλιπογόνο δράση, το *B. mori* με αντιοξειδωτική δράση, το *G. sigillatus* με αντιμικροβιακή, αντιφλεγμονώδη και αντικαρκινική δράση, το *Mimelas* sp με αντιμικροβιακή και αντιοξειδωτική δράση, το *G. bimaculatus* με αντιφλεγμονώδη δράση, το *P. dives* με αντιφλεγμονώδη και ανοσοκατασταλτική δράση, το *A. melifera* με ανοσοτροποποιητική δράση, το *S. purpurascens* με αντιοξειδωτική και αντιυπερτασική δράση, το *A. diaperinus*, *R. ferrugineus*, *T. japonensis*, *L. niger*, *I. oyemensis*, *C. italicus*, *L. Indicus* και το *P. brevitarsis* με αντιοξειδωτική αντιφλεγμονώδη, αντιβακτηριδιακή δράση και αντιοξειδωτική δράση.

Πίνακας 4. Έντομα με ωφέλιμες βιοδραστικές ουσίες στην ανθρώπινη υγεία.

Είδος εντόμου	Βιοδραστικές ουσίες	Δράση	Αποτελέσματα δράσης	Αναφορές
<i>T. molitor</i>	Φαινολικές ενώσεις, Τοκοφερόλες, Χιτοζάνη	Αντιφλεγμονώδεις, Αντιδιαβητική, Αντιυπερτασικό, Κατά της παχυσαρκίας	Μείωση τρυγλικεριδίων 90%	Baek et al. (2019)
	Σαπωνίνες, υδατάνθρακες, πρωτεΐνες	Αντιλιπογόνο, αντιμικροβιακή, αντιοξειδωτική	Μείωση τρυγλικεριδίων 90%	Rumbos et al. (2020) Mattia et al. (2019)
<i>U. dermestoides</i>	Σαπωνίνες, υδατάνθρακες, πρωτεΐνες	Αντιλιπογόνο, αντιμικροβιακή, αντιοξειδωτική	Αναστολή παθογόνων: (<i>Escherichia coli</i> , <i>Listeria</i> <i>innocua</i>) 80-90%	Malm and Leceaga (2021)
<i>A. domesticus</i>	Σκόνη, χιτοζάνη,	Αντιλιπογόνο	Μείωση σπλαχνικού λίπους, βάρους και τρυγλικεριδίων	Rumbos et al. (2020) Bergmans et.al. (2020)

<i>A. domesticus</i>	Έλαιο, Υδρόλυμα Πρωτεϊνών	Αντιοξειδωτική		Navarro del Hierro et al. (2020) Messina et al (2019) Ugur et al. (2021)
<i>B. mori</i>	Λιποδιαλυτό εκχύλισμα	Αντιοξειδωτική Κατά του πάρκινσον	Μείωση επιπέδων χοληστερόλης	Mattia et al. (2019)
<i>G.sigillatus</i>	Χιτοζάνη, σκόνη	Αντιμικροβιακή, αντιφλεγμονώδη, αντικαρκινική	Μείωση επιπέδων τρυγλικεριδίων και αναστολή ανάπτυξης παθογόνων <i>Escherichia coli</i> , <i>Listeria innocua</i>	Malm and Leceaga (2021)
<i>Mimelas sp</i>	Εκχύλισμα πράσινου σκαθαριού	Αντιμικροβιακή, αντιοξειδωτική	Μείωση ιστοπαθολογικών δράσεων	
<i>G.bimaculatus</i>	Γλυκοζαμινογλυκάνη	Αντιφλεγμονώδη	Μείωση αρθρίτιδας, μείωση οιδήματος ποδιών	Ahn et al. (2014)
<i>P. dives</i>	Δεκατρείς μη πεπτιδικές αζωτούχες ενώσεις (οι περισσότερες ταυτοποιήθηκαν ως αλκαλοειδή	Αντιφλεγμονώδες, ανοσοκατασταλτικό	Μείωση οιδήματος καταστολή παθογόνων	Tang et al. (2015)

<i>A. melifera (pupae)</i>	Συστατικά πολυπεπτιδίου	Ανοσοτροποποιητικό	Συμπλήρωμα πρωτεΐνης	Chen et al. (2022)
<i>S. purpurascens</i>	Στελέχη <i>Lactococcus lactis</i>	Αντιοξειδωτικό και αντιυπερτασικό	Μείωση πίεσης	Mendoza et al. (2021)
<i>A. diaperinus</i>	Νερό και λιποδιαλυτά εκχυλίσματα	Αντιοξειδωτικό	Μείωση χοληστερόλης, μείωση παχυσαρκίας, αναστολή ανάπτυξης παθογόνων: <i>Escherichia coli</i> , <i>Listeria innocua</i>	Mattia et al. (2019)
<i>R. ferrugineus</i>				
<i>T. japonensis</i>				
<i>L. niger</i>				
<i>I. oyemensis</i>				
<i>C. italicus</i>				
<i>L. indicus</i>				
<i>P. brevitarsis</i>	Εκχυλίσματα πρωτεϊνών, Αιθανολικά και μεθανολικά εκχυλίσματα, Πεπτιδικά κλάσματα	Αντιοξειδωτικό Αντιφλεγμονώδες Αντιβακτηριδιακό	Αναστολή ανάπτυξης παθογόνων	Suh and Kang (2012) Yoon et al. (2003) Myung et al. (2020) Lee et al. (2023)

3.2 Αναδυόμενοι κίνδυνοι ασφάλειας τροφίμων και απάτης νέων πρωτεϊνών εντόμων σε πολύπλοκες αλυσίδες εφοδιασμού

Κίνδυνοι και απειλές εντόμων για την ανθρώπινη υγεία

Κατόπιν αξιολόγησης της EFSA, ο εντοπισμός υψηλών αριθμών βακτηρίων στην παραγωγή βρώσιμων εντόμων εγείρει ανησυχίες για την ασφάλεια τροφίμων (Baiano, 2020). Κάποιες από τις μελέτες, αναφέρουν ότι τα βρώσιμα έντομα μπορεί να φέρουν παθογόνους μικροοργανισμούς όπως το Salmonella και το Enterobacter τα οποία έχουν ήδη ανιχνευθεί στη μαύρη μύγα και σε διάφορα άλλα έντομα όπως το T. molitor.

Σύμφωνα με άλλη επιστημονική τοποθέτηση τα εντεροβακτήρια που εντοπίστηκαν αύξησαν τον αριθμό τους, όταν τέθηκαν σε σημείο βρασμού 10 λεπτών κατόπιν εργαστηριακού ελέγχου κάτι το οποίο πιθανόν να οφείλεται στην απελευθέρωση ουσιών από τα βακτήρια που εντοπίζονται στα βρώσιμα έντομα (Klunder et al 2012). Σύμφωνα με τη μελέτη αυτή προκύπτει ανησυχία για το μέλλον των τροφικών αλυσίδων.

Μια πρόσφατη ανασκόπηση του FAO αναφέρει ότι *υπάρχουν αυξανόμενες τάσεις αλλεργίας στις εναλλακτικές πρωτεΐνες*. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οι αντιδράσεις ατόμων στην τροπομυοσίνη που εντοπίζεται στα θαλασσινά (π.χ οστρακοειδή). Επίσης έχει διαπιστωθεί κατόπιν εργαστηριακών μελετών ότι οι άνθρωποι που είναι αλλεργικοί στα οστρακόδερμα και τα ακάρεα, είναι πολύ πιθανό να εμφανίσουν αλλεργικές αντιδράσεις με την κατανάλωση πρωτεϊνών ορθόπτερων. Γι' αυτό το λόγο θα πρέπει να εξεταστεί η αλλεργιογόνος δράση των πρωτεϊνών εντόμων, εξαιτίας των φραγμών καταναλωτισμού των δυτικών, ειδικά όταν προστίθενται σε γνωστά τρόφιμα όπως ζυμαρικά και υγρά.

Τέλος οι επιστημονικές μελέτες αναφέρουν ότι η ισχύς των αλλεργιογόνων που βρίσκονται σε διαφορετικές πρωτεΐνες εντόμων ανταποκρίνονται σε διαφορετικές τεχνικές επεξεργασίας (π.χ εξάλειψη ανοσοδραστικότητας ακρίδας με ενζυματική υδρόλυση) (Rumpold et al., 2021).

Αλλεργίες στα έντομα

Οι κλινικές περιπτώσεις και τα συμπτώματα αλλεργικών αντιδράσεων λόγω της κατανάλωσης εντόμων παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 5).

Συνολικά παρουσιάζονται 106 περιπτώσεις, εκ των οποίων 55 αφορούν την Κίνα, 7 τις ΗΠΑ, 32 την Ισπανία, 2 τη Γαλλία, 2 τη Μαλαισία, 1 την Τουρκία, 2 τη Μποτσουάνα, 1 την Ταϊλάνδη, 1 τη Γερμανία και 3 την Αφρική. Από αυτές, οι 85 περιπτώσεις αφορούν αναφυλαξία, 16 κνησμό, 19 κνίδωση, 38 οίδημα ή άσθμα, μία (1) περίπτωση οίδημα του στοματοφάρυγγα, 1 οίδημα του βλεννογόνου-σιελόρροια, 29 αγγειοοίδημα, 16 δύσπνοια, 14 λιποθυμία, 15 κοιλιακό άλγος, 10 ναυτία, 13 εμετό, 4 πονοκέφαλο, 6 υπόταση, 1 ναυτία, 2 έξαψη, 1 πρήξιμο προσώπου, 1 απώλεια αισθήσεων, 2 οίδημα προσώπου και στόματος, 1 εξάνθημα κηλιδοβλατιδώδες, 1 βήχας, 1 συριγμός, 1 υπνηλία, 1 διάρροια, 17 στοματικό σύνδρομο, 1 ρινοεπιφυκίτιδα, 2 ταχυκαρδία, 1 καρδιακή ανεπάρκεια, 1 ερεθισμός γλώσσας και προσώπου, 1 ερεθισμός στόματος προσώπου, 2 λαιμός και ουρανίσκος, 1 χείλη, 2 σώμα και πρόσωπο, 1 χέρια, 1 καρδιοπάθεια, 1 ξηροδερμία.

Μεταξύ αυτών, οι 85 περιπτώσεις αναφυλαξίας εκδηλώθηκαν λόγω κατανάλωσης του εντόμου *Bee larva* (*A. mellifera*), *C. bilineata*, *Cicada* spp (*pupa*), *Silkworm pupa* (*B. mori*), *Silkworm (oil-fried)* (*B. mori*), *Grasshopper (Different species)*, *B. mori*, *Locust* spp. στην Κίνα, το είδος εντόμου *Weevil Lentil* (*B. lentis*) στην Ισπανία, το *Silkworm pupae* (*Bombyx mori*), το *D. coccus* στις ΗΠΑ, το *Sago*

worm (fried) (*R. ferrugineus*)) στη Μαλαισία, το *Morane worm* (*Gonimbrasia belina*) στη Μποτσουάνα, το *Lentil weevil* (*B. lentis*) infested lentils (boiled) στην Ισπανία και το διάφορα είδη (*fried insect*) στην Ταϊλάνδη. Οι 16 περιπτώσεις κνησμού παρουσιάστηκαν από την κατανάλωση του εντόμου *Silkworm* (*B. mori*) στην Κίνα και τη Γαλλία, το *Sago worm* (fried) (*R. ferrugineus*) στη Μαλαισία, το *Morane worm* (*G. belina*) στη Μποτσουάνα και το *D. coccus* στις ΗΠΑ. Οι 19 περιπτώσεις κνίδωσης εμφανίστηκαν από την κατανάλωση εντόμου *Silkworm* (*B. mori*) στη Κίνα και ΗΠΑ, το *Morane worm* (*G. belina*) στη Μποτσουάνα, το είδος *D. cossus* στις ΗΠΑ και στη Γαλλία. Οι 39 περιπτώσεις οιδήματος και άσθματος παρουσιάστηκαν από την κατανάλωση του εντόμου *Weevil Lentil* (*B.lentis*) στην Ισπανία, το *Woolly bear caterpillar* (*Pyrrharctia Isabella*) και το *Silkworm pupae* (*B.mori*) στις ΗΠΑ, το *Pine processionary caterpillar* (*Thaumetopoea pityocampa*) στην Τουρκία, το *Morane worm* (*G.belina*) στη Μποτσουάνα, το *Lentil weevil infested lentils* (boiled (*B. lentis*) στην Ισπανία και από το είδος *D. cossus* στη Γαλλία. Στην περίπτωση του οιδήματος του στοματοφάρυγγα, του οιδήματος βλεννογόνου και της σιελόρροιας εμφανίζεται 1 έντομο το *Woolly bear caterpillar* (*P.isabella*) στις ΗΠΑ. Στο αγγειοοίδημα εμφανίστηκαν συμπτώματα από την κατανάλωση του εντόμου *Silkworm* (*B.mori*) στην Κίνα, το *Lentil weevil* (*B.lentis*) infested lentils (boiled) στην Ισπανία και το *D.cossus* στη Γαλλία. Στο σύμπτωμα της δύσπνοιας εμφανίζεται το έντομο κατόπιν κατανάλωσης *Silkworm* (*B.mori*) στην Κίνα, το *Sago worm* (fried) (*R. ferrugineus*) στη Μαλαισία, το *Morane worm* (*G.belina*) στη Μποτσουάνα και το *Sago worm* (fried) (*R. ferrugineus*) στη Μαλαισία. Στα συμπτώματα της λιποθυμίας και του κοιλιακού άλγους, του πονοκέφαλου του εμετού και της ναυτίας παρουσιάζονται από τα είδη μετά από κατανάλωση τους όπως το *Silkworm* (*B.mori*) στην Κίνα και το *Morane worm* (*G.belina*) (ναυτία, πονοκέφαλος, υπόταση) στη Μποτσουάνα. Επίσης το σύμπτωμα

της έξαψης και του οιδήματος του προσώπου μετά από τη κατανάλωση του εντόμου *Silkworm (B.mori) pupae* εμφανίστηκε στις ΗΠΑ στην Κίνα και στη Γαλλία. Η απώλεια αισθήσεων εμφανίστηκε από την κατανάλωση του *Silkworm (B.mori)* στην Κίνα. Η δυσκολία της αναπνοής από την κατανάλωση του εντόμου *Sago worm (R. ferrugineus) (fried)* στη Μαλαισία. Το σύμπτωμα του οιδήματος του λαιμού από την κατανάλωση του *Pine processionary caterpillar (T. pityocampa)* στην Τουρκία. Το εξάνθημα κηιδοβλατιδώδες, βήχας, συριγμός, και υπνηλία από την κατανάλωση του *Morpane worm (G.belina)* στη Μποτσουάνα και το σύμπτωμα της διάρροιας από την κατανάλωση του ιδίου στις ΗΠΑ. Επιπροσθέτως άλλα συμπτώματα που εμφανίστηκαν από την κατανάλωση εντόμων όπως το *Lentil weevil (B.lentis) infested lentils (boiled)* εμφάνισαν το στοματικό σύνδρομο στη χώρα της Ισπανίας. Ενώ η ρινοεπιφυκίτιδα παρουσιάστηκε από το είδος *Tenebrio molitor* κατόπιν κατανάλωσης στην Ισπανία στις ΗΠΑ όπου εμφάνισε ταχυκαρδία. Στη Μαλαισία εμφανίστηκε το σύμπτωμα της καρδιακής ανεπάρκειας μετά την κατανάλωση του εντόμου *Larva sago (R. ferrugineus)*. Ενώ το *T. molitor* εφόσον καταναλώθηκε εμφάνισε ερεθισμό σε γλώσσα και λαιμό στην Γερμανία και το *B. mori* στην Κίνα εμφάνισε ερεθισμό σε στόμα και πρόσωπο. Ωστόσο στη χώρα της Αφρικής παρουσιάστηκε ερεθισμός κατόπιν κατανάλωσης σε λαιμό, πρόσωπο, σώμα, ουρανίσκο και χείλη από την κατανάλωση του *G. belina*. Το *R. ferrugineus* στην Κίνα μετά από κατανάλωση του εμφάνισε το σύμπτωμα της καρδιοπάθειας και το *Cicadas spp* στην Αμερική παρουσίασε ερεθισμό σε χέρια και γλώσσα.

Πίνακας 5. Περιπτώσεις και συμπτώματα αλλεργικών αντιδράσεων σε διάφορα είδη βρώσιμων εντόμων

Είδος/εντόμου	Χώρα	Αριθμός περιπτώσεων	Κλινικά συμπτώματα	Χρόνος εκδήλωσης	Ιστορικό αλλεργιών	Αναφορά
<i>Bee larva Apis mellifera</i>	Κίνα	1	Αναφυλαξία	Άγνωστο	Άγνωστο	Ji et al. (2009)
<i>Bee pupa Apis mellifera</i>	Κίνα	1	Αναφυλαξία	Άγνωστο	Άγνωστο	Ji et al. (2009)
<i>Clanis bilineata</i>	Κίνα	1	Αναφυλαξία	Άγνωστο	Άγνωστο	Ji et al. (2009)
<i>Cicada spp</i>	ΗΠΑ	1	Κνησμός	30-45 λεπτά	Αλλεργία στα οστρακοειδή	Piatt (2005)
<i>Cicada spp (pupa)</i>	Κίνα	1	Αναφυλαξία	Άγνωστο	Αλλεργία στα οστρακοειδή	Ji et al. (2009)
<i>Weevil Lentil (Bruchus lentis)</i>	Ισπανία	16	Αναφυλαξία, οίδημα ή άσθμα	Άγνωστο	Αλλεργία στη γύρη	Armentia et al. (2006)
<i>Woolly bear caterpillar (Pyrrharctia Isabella)</i>	ΗΠΑ	1	Οίδημα του στοματοφάρυγγα, οίδημα του βλεννογόνου, σιελόρροια, ευερεθιστότητα	Άγνωστο	Άγνωστο	MacKinnon et al. (2015)

<i>Silkworm</i> (<i>Bombyx mori</i>)	Κίνα	1	Αναφυλαξία: κνίδωση, κνησμός, αγγειοοίδημα, δύσπνοια, λιποθυμία, κοιλιακό άλγος, ναυτία, έμετος	30 λεπτά	Άγνωστο	Ji et al. (2008)
<i>Silkworm pupa</i> (<i>Bombyx mori</i>)	Κίνα	5	Αναφυλαξία	Άγνωστο	Άγνωστο	Ji et al. (2009)
<i>Silkworm</i> (<i>Bombyx mori</i>)	Κίνα	8	Αναφυλαξία: κνίδωση, κνησμός, αγγειοοίδημα, δύσπνοια, λιποθυμία, κοιλιακό άλγος, ναυτία, έμετος	30 λεπτά - 4 ώρες	Χωρίς ιστορικό αλλεργιών	Ji et al. (2008)
<i>Silkworm</i> (<i>Bombyx mori</i>)	Κίνα	3	Αναφυλαξία: κνίδωση, δύσπνοια, υπόταση, λιποθυμία, πονοκέφαλο, κοιλιακό άλγος, έμετος	2-3 ώρες	Άγνωστο	Ji et al. (2008)
<i>Silkworm (oil-fried)</i> (<i>Bombyx mori</i>)	Κίνα, Γαλλία	1	Ναυτία, κνησμός, έξαψη, πρήξιμο του προσώπου	30 λεπτά	Αλλεργική ρινίτιδα	Ji et al. (2008)
<i>Silkworm pupae</i> (<i>Bombyx mori</i>)	ΗΠΑ	2	Αναφυλαξία: γενικευμένη κνίδωση, έξαψη, ξηροδερμία,	Άγνωστο	Χωρίς ιστορικό αλλεργιών	Gautreau et al. (2017)

			ταχυκαρδία, οίδημα προσώπου			
<i>Silkworm (Bombyx mori)</i>	Κίνα	1	Αναφυλαξία: κνίδωση, κνησμός, έξαψη, υπόταση, λιποθυμία, απώλεια των αισθήσεων	30 λεπτά	Άγνωστο	Ji et al. (2008)
<i>Sago worm (fried) (Rhynchophorus ferrugineus)</i>	Μαλαισία	1	Αναφυλαξία: γενικευμένος κνησμός, δυσκολία στην αναπνοή	<1ώρα	Χωρίς ιστορικό αλλεργιών	Yew and Ling (2012)
<i>Pine processionary caterpillar (Thaumetopoea pityocampa)</i>	Τουρκία	1	Οίδημα του λαιμού, του προσώπου και του στόματος	Λίγα λεπτά	Άγνωστο	Inal et al. (2006)
<i>Mopane worm (Gonimbrasia belina)</i>	Μποτσουάνα	1	Κνησμός, κηλιδοβλατιδώδες εξάνθημα, οίδημα προσώπου, υπόταση, ναυτία, κακουχία	2 ώρες	Χωρίς ιστορικό αλλεργιών	Okezie et al. (2010)
<i>Mopane worm (Gonimbrasia belina)</i>	Μποτσουάνα (Ζιμπάμπουε)	1	Αναφυλαξία: οίδημα, κνίδωση, κνησμός, δύσπνοια, βήχας, συριγμός, πονοκέφαλος, υπνηλία	10 λεπτά	Βρεφικό έκζεμα, εποχική ρινίτιδα, στοματικός κνησμός μετά	Kung et al. (2011)

					από κατάποση κάμπιας μοπανέ	
<i>Mopane worm</i> (<i>Gonimbrasia belina</i>)	ΗΠΑ	1	Κνίδωση, κνησμός, διάρροια	<30λεπτά	Αλλεργία από εισπνοή εντόμων (προνύμφες σκαθαριών)	Freye et al. (1996)
<i>Locust spp</i>	Κίνα	27	Αναφυλαξία	Άγνωστο	Άγνωστο	Ji et al. (2009)
(<i>Bruchus lentis</i>) Lentil weevil infested lentils (boiled)	Ισπανία	16	Αναφυλαξία, άσθμα, στοματικό σύνδρομο, αγγειοοίδημα	Άγνωστο	Ευαισθησία στη γύρη	Armentia et al. (2006)
<i>Grasshopper (Different species)</i>	Κίνα	1	Αναφυλαξία	Άγνωστο	Άγνωστο	Ji et al. (2009)
<i>Dactylopius coccus</i>	Ισπανία	1	Ρινοεπιπεφυκίτιδα, άσθμα	Λίγα λεπτά	Αλλεργία εισπνοής (καρμίνη)	Acero et al. (1998)
	ΗΠΑ	1	Ναυτία Αναφυλαξία: ταχυκαρδία, υπόταση, κνίδωση, κνησμός	Λίγα λεπτά <3 ώρες	Αλλεργική ρινίτιδα (μούχλα, γύρη, ζώα), τοπική δερματική αντίδραση (καρμίνη)	Baldwin et al. (1997)

	Γαλλία	1	Άσθμα, αγγειοοίδημα και κνίδωση	<2ώρες	Τροφική αλλεργία (κρέας, σοκολάτα, γιαούρτι φρούτων)	Beaudouin et al. (1995)
<i>fried insect (Different species)</i>	Ταϊλάνδη	1	Αναφυλαξία	Άγνωστο	Γαρίδες	kulcha et al. (2023)
<i>Silkworm (Bombyx mori)</i>	Κίνα	1	Αναφυλαξία	Άγνωστο	Αλλεργική ρινίτιδα	Ribeiro et al. (2017)
<i>Larva sago (Rhynchophorus ferrugineus)</i>	Μαλαισία	1	Καρδιακή ανεπάρκεια	Άγνωστο	Αλλεργική ρινίτιδα	Yew and Kok (2012)
<i>Tenebrio molitor</i>	Γερμανία	1	Ερεθισμός στη γλώσσα, χέρια και λαιμό	Άγνωστο	Άγνωστο	Broekman (2015)
<i>Bombyx mori</i>	Κίνα	1	Ερεθισμός στο στόμα και πρόσωπο	Άγνωστο	Αλλεργική ρινίτιδα	Ji (2008)
	Κίνα	1	Ερεθισμός στο στόμα και πρόσωπο	Άγνωστο	Χωρίς ιστορικό αλλεργιών	Ji (2008)
<i>G. belina</i>	Αφρική	1	Λαιμός, ουρανίσκος	Άγνωστο	Αλλεργική επιπεφυκίτιδα	Kung (2013)
	Αφρική	1	Λαιμός, χείλη, ουρανίσκος	Άγνωστο	Αλλεργική ρινίτιδα και βρεφικό έκζεμα.	Kung (2011)

	Αφρική	1	Σώμα και πρόσωπο	Άγνωστο	Είχε καταναλώσει σκουλήκι morane χωρίς πρόβλημα.	Okezie (2010)
<i>Rhynchophorus ferrugineus</i>	Κίνα	1	Πρόσωπο, χέρια και σώμα Καρδιομυοπάθεια Takotsubo	Άγνωστο	Κατανάλωση για πρώτη φορά	Yew (2012)
<i>Cicadas spp</i>	Αμερική	1	Γλώσσα, χέρια	Άγνωστο	Τροφική αλλεργία στα οστρακοειδή	Piatt (2005)

Συζήτηση

Τα έντομα θεωρούνται μία από τις πιο βιώσιμες πηγές πρωτεΐνης με πολλά οφέλη για την υγεία του ανθρώπου. Ωστόσο, είναι δυνατόν να εγκυμονούν κινδύνους κυρίως για την υγεία των κατοίκων της Δύσης οι οποίοι δεν είναι συνηθισμένοι στην κατανάλωση εντόμων. Από την άλλη μεριά, στην Λατινική Αμερική, την Αφρική και την Ασία τα έντομα αποτελούν διατροφική συνήθεια από πολύ παλιά. Σκοπός της παρούσας ΜΔΕ ήταν η συλλογή δεδομένων σχετικά με τα οφέλη των εντόμων στην ανάπτυξη νέων τροφίμων καθώς και τους κινδύνους που ενέχουν για την ανθρώπινη υγεία.

Όσον αφορά την ανάπτυξη τροφίμων, είδη κυρίως των τάξεων Coleoptera, Orthoptera, Isoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Diptera και είδη διάφορων άλλων τάξεων, έχουν χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή μεγάλης ποικιλίας προϊόντων και εδεσμάτων ανά τον κόσμο, σύμφωνα με τα ευρήματα της παρούσας εργασίας. Στην Αφρική, σε επίπεδο είδους ή γένους, το *R. ferrugineus* και *O. fuscidentalis* βρέθηκαν να καταναλώνονται ωμά, βραστά, ψητά και τηγανιτά, το *M. melolontha* και τα *Gryllus* spp. έχουν χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή κέικ, το *A. domesticus* σε μαγειρευτά φαγητά, σνακ ή και σε ράβδους δημητριακών, το *S. purpurascens* σε σούπες και στιφάδο, κτλ. Επιπλέον, τα τελευταία χρόνια έχει γίνει ενσωμάτωση των εντόμων ως συστατικό στην επεξεργασία προϊόντων αρτοποιίας (Kinyuru et al., 2013). Γενικότερα, τα έντομα αποτελούν σημαντική πηγή πρωτεΐνης, ιδιαίτερα για τους φτωχούς Αφρικανούς και παράλληλα περιέχουν βιοδραστικές ουσίες οι οποίες μπορούν να συμβάλλουν στην βελτίωση της υγείας τους με διάφορες ιδιότητες όπως αντιμικροβιακές, αντιυπερτασικές, αντικαρκινικές, αντιλιπογόνες και αντιοξειδωτικές, με πενταπλάσια αντιοξειδωτική ικανότητα από τον χυμό πορτοκαλιού ή του ελαιόλαδου (Mattia et al., 2019). Γι' αυτό το λόγο στην κεντρική Αφρική, τα έντομα είναι ευρέως διαθέσιμα στις αγορές των χωριών και μερικά από τα αγαπημένα είδη

φτάνουν επίσης σε αστικές αγορές και εστιατόρια (Vantomme et al., 2004). Επιπροσθέτως, η κατανάλωση αυτών των οργανισμών από τους φτωχούς λαούς της μαύρης Ηπείρου, είναι σημαντική διότι καλύπτει σε μεγάλο βαθμό την έλλειψη πρωτεΐνης. Ωστόσο, οι ποσότητες που καταναλώνονται μπορεί να είναι μικρές ετησίως, αλλά είναι σημαντικές σε εποχιακή βάση, ιδιαίτερα σε μήνες έλλειψης τροφής ειδικά πριν από τη συγκομιδή (De Foliart, 1999). Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η διαθεσιμότητα των καμπίων από τα μέσα Οκτωβρίου έως τον Δεκέμβριο στο Μαλάουι, όταν τα αποθέματα τροφίμων μειώνονται, ενώ στη Ζάμπια οι κάμπιες είναι η μοναδική πιο σημαντική πηγή θρεπτικών συστατικών κατά την περίοδο χαμηλής προσφοράς τροφίμων που εκτείνεται από τον Νοέμβριο έως τον Φεβρουάριο και αποτελούν το 40% των σπεσιαλιτέ που καταναλώνονται από η φυλή Lala κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου (DeFoliart, 1999). Άλλο στοιχείο που αναδεικνύει τη σημαντικότητα τους είναι η πρόληψη του πρωτεϊνικού υποσιτισμού μεταξύ των φτωχών αγροτικών κοινοτήτων όπως της Ζιμπάμπουε (DeFoliart, 1999, Dube et al., 2013). Ακόμη υποστηρίχθηκε ότι ο πληθυσμός που δεν τρώει έντομα αποτελεί λιγότερο από το 10% σε όλη τη χώρα. Επίσης, σημαντικό στοιχείο που συμβάλει στην επιβίωση του πληθυσμού της Αφρικής, εκτός από τη βρώση των εντόμων, είναι και η δημιουργία εμπορίου για την πώληση τους, που αποτελεί πηγή εισοδήματος π.χ. στην Ζιμπάμπουε (DeFoliart, 1999, Kozanayi and Frost, 2002), στην Ουγκάντα (Agea et al., 2008), στο Μαλάουι (Munthali and Mughogho 1992), στη Ζάμπια, την Μποτσουάνα και τη Νότια Αφρική, όπου αναφέρονται σημαντικά επίπεδα διακρατικού εμπορίου που περιλαμβάνει την κάμπια μοπάνι (*G.belina*) σε αυτές τις χώρες (Baiyegunhi et al., 2016). Βάσει των προαναφερθέντων δημιουργείται η ανάγκη για κατανάλωση εντόμων στους αφρικανικούς πολιτισμούς, για επιβίωση πρωτίστως αλλά και για την στήριξη της οικονομίας τους. Έτσι, τα βρώσιμα έντομα, ειδικά στην περίπτωση που δύναται να

καλλιεργηθούν, μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην αντιμετώπιση της πείνας και στη βελτίωση της υγείας στην Αφρικανική ήπειρο.

Στην Ασία, έντομα όπως το *R. ferrugineus*, *P. reticularis* *T. molitor*, *Cicada* spp, *B. mori*, different species Grasshopper και *A. melifera* βρέθηκαν να χρησιμοποιούνται για την παραγωγή τροφίμων ή γευμάτων. Το είδος *P. reticularis* έχει χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή φυστικοβούτυρου στην Ταϊλάνδη, το *T. molitor* για λουκάνικα στην Κορέα, για την παραγωγή λαδιού για μπισκότα στην Κίνα καθώς και σε ωμή και τηγανητή κατανάλωση. Το *B. mori* βρέθηκε στην Κίνα να σερβίρετε τηγανητό, ψημένο ή σε βραστό τσάι. Γενικότερα οι χώρες της Ασίας καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες εντόμων από πολύ παλιά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η Κίνα όπου έχει μια μακρόχρονη παράδοση στην κατανάλωση βρώσιμων εντόμων που χρονολογείται από περισσότερα από 3.000 χρόνια (Chou 1980, Zhou, 1982). Οι μορφές εντόμων που καταναλώνονται ποικίλλουν από αυγά έως ενήλικες και μπορεί κανείς να τα εντοπίσει σε εστιατόρια που παρασκευάζουν κυρίως προνύμφες και νύμφες όπου τα προετοιμάζουν κατόπιν τηγανίσματος, ψησίματος και βρασίσματος (Feng et al., 2017). Επίσης, στην Ιαπωνία μπορεί να τα εντοπίσει κανείς σε κονσέρβες σε καταστήματα πώλησης τροφίμων, σε ορεινές περιοχές το φθινόπωρο και σε ορυζώνες (Nonaka, 2010). Τα πιο δημοφιλή βρώσιμα έντομα στην Ιαπωνία είναι η ακρίδα η οποία συλλέγεται από τους ορυζώνες, όπως το *Oxya yezoensis* ή *O. Japonica*, το *B. mori* το οποίο μαγειρεύεται με σάλτσα σόγιας και οι λιχουδιές από παρασκευή προνυμφών σφήκας (Nonaka, 2010). Επιπλέον, στο Λάος τα πιο προτιμώμενα έντομα είναι οι προνύμφες και οι νύμφες των μυρμηγκιών υφαντών, οι σφήκες, οι κάμπιες μπαμπού, οι γρύλοι με κοντή ουρά, οι γρύλοι του σπιτιού, οι ακρίδες και τα τζίτζικια. Τα περισσότερα από αυτά τα βρώσιμα έντομα μπορεί κανείς να τα εντοπίσει και να τα συλλέξει από άγριους βιότοπους (Hanboonsong and Durst, 2014). Στην Ταϊλάνδη, οι

αγροτικές κοινότητες έχουν μακρά πολιτιστική ιστορία στην κατανάλωση εντόμων. Οι κοινωνικό-πολιτιστικοί και οικονομικοί περιορισμοί έχουν εμποδίσει τη χρήση πηγών πρωτεΐνης, όπως το χοιρινό, το βόειο κρέας, τα πουλερικά, το γάλα και τα αυγά (Yhoung-Aree, 2010). Τα βρώσιμα έντομα είναι εύκολο να εντοπιστούν στις τοπικές αγορές με το πιο δημοφιλές είδος γρύλου με κοντή ουρά, το *Brachytrupes portentosus*, που δεν μπορεί να καλλιεργηθεί και ως εκ τούτου, συλλέγεται από τη φύση διότι η διατήρηση σε αυτού του είδους διατροφής προωθείται από το Ταϊλανδικό Τμήμα Δασών του Υπουργείου Γεωργίας και Συνεταιρισμών ως ολόενα και πιο βιώσιμη πηγή εισοδήματος (Yhoung-Aree and Viwatpanich, 2005).

Στην Λατινική Αμερική, τα βρώσιμα έντομα αποτελούν κύρια πηγή πρωτεϊνών, λιπών, υδατανθράκων και μετάλλων (Costa-Neto, 2015) σε χώρες όπως το Μεξικό, το Περού, την Κολομβία και την Βενεζουέλα οι οποίες έχουν αξιοσημείωτη ιστορία κατανάλωσης εντόμων συμβάλλοντας έτσι στην επισιτιστική ασφάλεια για τις τοπικές κοινότητες. Το πιο δημοφιλές σε κατανάλωση έντομο είναι οι τερμίτες οι οποίοι τρώγονται είτε ως κύρια δίαιτα, ως συμπλήρωμα διατροφής, ή ως υποκατάστατο σε περιόδους έλλειψης άλλων τροφών. Οι Λατινοαμερικανοί καταναλώνουν επίσης τερμίτες ως φάρμακο (Costa-Neto, 2015). Ωστόσο, έχουν γίνει πολυάριθμες προσπάθειες εκσυγχρονισμού της βιομηχανίας εκτροφής εντόμων, αλλά η έλλειψη τεχνολογιών μαζικής παραγωγής και ο σημαντικός κατακερματισμός της αγοράς αποτελούν τα μεγαλύτερα εμπόδια στην ανάπτυξη του κλάδου των εντόμων. Γι' αυτό το λόγο σε αυτές τις χώρες, τα έντομα συλλέγονται ευρέως από το περιβάλλον. Παρόλα αυτά, ο τομέας της εντομοκαλλιέργειας έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια.

Τα έντομα τα οποία βρέθηκαν να περιέχουν βιοδραστικές ουσίες με σημαντική επίδραση στην υγεία των καταναλωτών είναι τα *T. molitor*, *U. dermestoides*, *A. domesticus*, *C. elegans*, *B. mori*, *G. sigillatus*, *Mimela* sp, *G. bimaculatus*, *P. dives*, *A.*

melifera, *S. purpurascens*, *A. diaperinus*, *R. ferrugineus*, *T. japonensis*, *L. niger*, *I. oyemensis*, *C. italicus*, *L. indicus* και το *P. brevitarsis*. Από αυτά, το *T. molitor* και το *U. dermestoides* διαπιστώθηκε ότι περιέχουν βιοδραστικές ουσίες όπως σαπωνίνες, υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, φαινολικές ενώσεις, τοκοφερόλες, χιτοζάνη κ.α. Οι ουσίες αυτές παρουσιάζουν αντιφλεγμονώδη, αντιδιαβητική και αντιυπερτασική δράση, δράση κατά της παχυσαρκίας, κ.α. Επιπλέον, διάφορες τέτοιες ουσίες που απαντώνται στα βρώσιμα έντομα έχει βρεθεί ότι παρουσιάζουν μείωση των τρυγλικεριδίων κατά 90%, αντιοξειδωτική δράση καθώς και αντιμικροβιακή δράση. Σχετικά με το *A. domesticus* παρατηρήθηκε ότι η σκόνη που προέρχεται από την χιτίνη (πολυσακχαρίτης), η οποία αποτελεί συστατικό του εξωσκελετού του εντόμου, έχει αντιλιπογόνο δράση με σημαντική επίδραση στην ανθρώπινη υγεία όπως μείωση του σπλαχνικού λίπους, του βάρους και τρυγλικεριδίων (Bergmans et al., 2019, Rumbos et al., 2020). Επιπλέον οι αντιοξειδωτικές ουσίες που απαντώνται στο *B. mori* λειτουργούν κατά του πάρκινσον και της χοληστερόλης (Mattia et al., 2019). Επίσης, στο *G. sigillatus* βρέθηκε ότι η χιτοζάνη η οποία αποτελεί συστατικό του εντόμου έχει την ικανότητα δέσμευσης λιπιδίων και είναι σε θέση να αναστείλει την ανάπτυξη παθογόνων στελεχών του *Escherichia coli* (τα οποία προκαλούν κοιλιακές κράμπες, απότομη έναρξη υδαρούς διάρροιας - συχνά αιμορραγικής, εμετό και πυρετό) και του *Listeria innocua* (τα οποία προκαλούν διάρροια, ναυτία, κεφαλαλγία, δυσκαμψία του αυχένα, σύγχυση, έλλειψη ισορροπίας ή σπασμούς) σε ποσοστό 80-100%. Επιπλέον, περιέχει ουσίες με αντιμικροβιακή, αντιφλεγμονώδη και αντικαρκινική δράση με θετική επίδραση στον άνθρωπο όπως μείωση επιπέδων τρυγλικεριδίων αλλά και των ήδη αναφερθέντων παθογόνων (Malm and Leceaga, 2021). Όσον αφορά το *Mimela* sp αποδείχτηκε ότι το εκχύλισμα που προκύπτει μπορεί να αυξάνει τις λειτουργίες της χημικής και κυτταρικής ανοσίας, να μειώνει τις ιστοπαθολογικές αλλαγές και να

αυξάνει τον αριθμό των λευκοκυττάρων και τα επίπεδα κυτοκίνης του TNF-α και IL όπως αποδείχτηκε κατόπιν εφαρμογής του σε ανοσοκατασταλμένους ποντικούς (Malm and Leceaga, 2021). Επιπλέον, η γλυκοζαμινογλυκάνη που απαντάται στο έντομο *G. bimaculatus* έχει αντιφλεγμονώδη δράση μειώνοντας παθήσεις όπως η αρθρίτιδα και το οίδημα ποδιών (Ahn et al., 2014). Οι ουσίες που απαντώνται στο *P. dives* (οι περισσότερες έχουν τακτοποιηθεί ως αλκαλοειδή), διαθέτουν αντιφλεγμονώδη και ανοσοκατασταλτική δράση με ευεργετικές ιδιότητες που μειώνουν το οίδημα και καταστέλλουν παθογόνα (Tang et al., 2015). Παρόμοιες ουσίες με παραπάνω, οι οποίες μπορούν είτε να προλαμβάνουν ή να αντιμετωπίζουν ασθένειες στον άνθρωπο, έχουν επίσης αναφερθεί για το *A. melifera* (με ανοσοτροποποιητική δράση και λειτουργεί και ως συμπλήρωμα πρωτεΐνης (Chen et al., 2022), το *S. purpurascens* (με αντιοξειδωτική και αντιυπερτασική δράση τα οποία δρουν μειώνοντας την πίεση) (Mendoza et al., 2021), τα *A. diaperinus*, *R. ferrugineus*, *T. japonensis*, *L. niger*, *I. oyemensis*, *C. italicus*, *L. indicus*, (με αντιοξειδωτική δράση και θετική επίδραση στην μείωση χοληστερόλης, μείωση παχυσαρκίας, αναστολή ανάπτυξης παθογόνων όπως το *E. coli* και το *L. innocua*) (Mattia et al., 2019) και το *P. brevitarsis* (με αντιοξειδωτική, αντιφλεγμονώδη και αντιβακτηριδιακή δράση) (Yoon et al., 2003, Suh and Kang, 2012, Myung et al., 2020, Lee et al 2023). Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, είναι ξεκάθαρο ότι τα έντομα περιέχουν διάφορες βιοδραστικές ουσίες με σημαντική επίδραση στην υγεία του ανθρώπου.

Ωστόσο, παρόλα τα οφέλη των εντόμων τόσο στην αντιμετώπιση της πείνας όσο και στην πρόληψη και αντιμετώπιση ασθενειών, είναι δυνατόν να εγκυμονούν κινδύνους όπως είναι η εκδήλωση αλλεργιών και η δηλητηρίαση λόγω τοξικότητας και πιθανής παρουσίας χημικών (ουσίες αμυντικού μηχανισμού, βαρέα μέταλλα, φυτοφάρμακα) και μικροβιολογικών κινδύνων. Μεταξύ των κινδύνων αυτών, αυτοί

που μπορούν να αντιμετωπιστούν είναι οι μικροβιολογικοί κίνδυνοι (πλην των θερμοανθεκτικών τοξινών που παράγουν). Συγκεκριμένα, οι μικροοργανισμοί και οι μη θερμοανθεκτικές τοξίνες τους είναι δυνατόν να καταστραφούν κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των εντόμων με θέρμανση, η οποία αδρανοποιεί τα σπόρια και τα βλαστικά κύτταρα και μετουσιώνει ένζυμα (Garg, 2019). Παθογόνοι μύκητες των γενών *Aspergillus*, *Penicillium* και *Cladosporium* (Simpanya et al., 2000) και παθογόνα βακτήρια όπως *Salmonella*, *L. monocytogenes*, *E. coli* και *C. perfringens* έχουν ήδη απομονωθεί από διάφορα εδώδιμα έντομα, συνήθως μαγειρεμένα (Alabi et al., 2005), (Giaccone 2005). Επιπλέον, παθογόνα όπως το *Staphylococcus aureus*, *P. aeruginosa* και *B. cereus* έχουν επίσης βρεθεί σε έντομα του είδους *Oryctes monocerus*, ένα σκαθάρι που καταναλώνεται συνήθως στη Δυτική Αφρική (Banjo et al., 2006).

Επιπροσθέτως, η κατανάλωση εντόμων μπορεί να προκαλέσει αλλεργικές αντιδράσεις στον άνθρωπο όπως είναι η αναφυλαξία (Armentia et al., 2006, Ji et al., 2008, 2009, Kung et al., 2011, Yew and Ling, 2012, Gautreau et al., 2017, Ribeiro et al. 2017), κνησμό (Piatt, 2005), οίδημα ή άσθμα (Armentia et al., 2006), οίδημα του στοματοφάρυγγα, οίδημα του βλεννογόνου, σιελόρροια, ευερεθιστότητα (MacKinnon et al., 2015), κνησμό, αγγειοοίδημα, δύσπνοια, λιποθυμία, κοιλιακό άλγος, ναυτία, έμετο, απώλεια αισθήσεων (Ji et al., 2008), ναυτία, κνησμός, έξαψη, πρήξιμο του προσώπου (Ji et al., 2008), γενικευμένη κνίδωση, έξαψη, ξηροδερμία, ταχυκαρδία, οίδημα προσώπου (Gautreau et al., 2017), οίδημα του λαιμού, του προσώπου και του στόματος (Inal et al., 2006), κνησμό, κηλιδοβλατιδώδες εξάνθημα, οίδημα προσώπου, υπόταση, ναυτία, κακουχία (Okezie et al., 2010), ρινοεπιπεφυκίτιδα, άσθμα (Acero et al., 1998), άσθμα, στοματικό σύνδρομο, αγγειοοίδημα (Armentia et al., 2006), κνίδωση, κνησμό, διάρροια (Freya et al., 1996)

Όσον αφορά τις μυκοτοξίνες, οι οποίες, αν και παράγονται από τους μικροοργανισμούς, ανήκουν στους χημικούς κινδύνους (βιολογικής προέλευσης), που παράγονται από τοξινογόνους μύκητες, είναι δυνατόν να καταστραφούν με θέρμανση μόνο αν είναι θερμοευαίσθητες. Διάφορα είδη που παράγουν μυκοτοξίνες έχουν απομονωθεί από δείγματα εντόμων σε αρκετές μελέτες. Τα πιο κοινά απομονωμένα στελέχη είναι τα *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Cladosporium* και *Phycomycetes* (Simpanya et al., 2000) τα οποία προέρχονται πρώτον από αρχική μόλυνση από φύλλα και έδαφος και δεύτερον από επαναμόλυνση που σχετίζεται με κακές συνθήκες ξήρανσης και αποθήκευσης. Το 1996, βρέθηκε ότι τα επίπεδα αφλατοξινών κυμαίνονταν από 0 έως 50 μg ανά κιλό προϊόντος σε δείγματα του σκουληκιού μοπάνι *Imbrasia belina* που καταναλώνεται ευρέως στη νότια Αφρική (Mruchane, et al. 1996).

Επιπλέον, τοξικές ουσίες που προκύπτουν από την άμυνα του οργανισμού των εντόμων, συσσωρεύονται από το έντομο μέσω του περιβάλλοντος ή της τροφής του. Συγκεκριμένα, πρόκειται για κατηγορίες εντόμων που συνθέτουν τοξικές ουσίες για αμυντικούς ή απωθητικούς σκοπούς, ενδοκρινικής προέλευσης (π.χ μυρμηκικό οξύ) που εκκρίνεται από τα μυρμήγκια ή οι κινόνες που εκπέμπονται με τη μορφή πίδακα 100°C από σκαθάρια ή μη αδενικής προέλευσης (π.χ *Lepidoptera*) που ανήκουν στην υπερικογένεια *Papilionoidea* τα οποία είναι σε θέση να συνθέσουν κυανογόνες τοξικές ενώσεις όπως η λιναμαρίνη, η λοταουστραλίνη, η βαλίνη και η ισολευκίνη (Eisner, 1970, Bak et al., 2004). Ορισμένες προνύμφες έχουν επίσης αναπτύξει ένα σύστημα αυτοάμυνας με μια διαδικασία μελανοποίησης, με την οποία μαυρίζουν και γίνονται ακατάλληλες για κατανάλωση λόγω της εμφάνισης τοξικών προϊόντων (π.χ. προνύμφες *Galleria mellonella* μολυσμένες από μύκητα (Slepneva et al., 2003). Γι' αυτόν το λόγο, όσον αφορά τις μολύνσεις από παθογόνους μύκητες, οι υφιστάμενες συμβατικές κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις, θα πρέπει να χρησιμοποιούν κτηνιατρικά

φάρμακα σε εκτροφές εντόμων για τη μείωση της θνησιμότητας που σχετίζεται ειδικά με βακτηριακές ή παρασιτικές λοιμώξεις.

Τα έντομα μπορούν επίσης να συσσωρεύουν χημικές ουσίες που βρίσκονται στο περιβάλλον τους, όπως φυτοφάρμακα, κτηνιατρικά φάρμακα, έμμενους οργανικούς ρύπους ή βαρέα μέταλλα. Υπάρχουν λίγα ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα για τη συσσώρευση φυτοφαρμάκων. Μόνο μια μελέτη από τους Saeed et al. (1993) έδειξε ότι οι ακρίδες είναι «αποτελεσματικοί» βιοσυσσωρευτές εντομοκτόνων. Επομένως, στις εκμεταλλεύσεις, τα επίπεδα φυτοφαρμάκων στις ζωοτροφές που προσφέρονται στα έντομα πρέπει να παρακολουθούνται αυστηρά, διότι η συσσώρευσή τους είναι πιθανό να ενέχει κινδύνους για τα ανθρώπινα τρόφιμα, καθώς αυτές οι ενώσεις γενικά δεν εξαλείφονται με θερμικές επεξεργασίες. Για παράδειγμα, οι Gaylor et al. (2012) έδειξαν την ικανότητα των οικιακών γρύλων να βιοσυσσωρεύουν πολυβρωμιωμένους διφαινυλαιθέρες που βρίσκονται στους αφρούς πολυουρεθάνης. Επίσης αρκετές μελέτες έχουν δείξει την παρουσία μεταλλικών ιχνοστοιχείων στα έντομα όπως κάδμιο στις προνύμφες του *T. molitor* (Vijver et al., 2003), μόλυβδο σε ψητά τριζόνια στο Μεξικό (Handley et al., 2007) και αρσενικό σε σκόρο που καταναλώνεται από Αβορίγινες στην Αυστραλία (Green et al., 2001). Πιο πρόσφατα, οι Zhuang et al. (2009) διαπίστωσαν μια ελαφρά βιοσυσσώρευση μεταλλικών ιχνοστοιχείων όπως: μόλυβδος, ψευδάργυρος, χαλκός και κάδμιο μεταξύ των διαφορετικών τροφικών επιπέδων της τροφικής αλυσίδας εδάφους-φυτού-εντόμου, αν και αυτά τα στοιχεία εξαλείφθηκαν σχετικά αποτελεσματικά στα εκκρίματα των εντόμων. Επιπλέον, υπάρχουν πολύ λίγες αναφορές στη βιβλιογραφία για την παρουσία υπολειμμάτων κτηνιατρικών φαρμάκων σε ιστούς εντόμων. Μια μελέτη μιας ασθένειας στους μεταξοσκώληκες (*B.mori*) αναφέρεται στη χρήση της χλωραμφενικόλης, ενός αντιβιοτικού ευρέος φάσματος του οποίου η χρήση

απαγορεύεται στη ζωική παραγωγή (Κανονισμός (ΕΕ) Αρ. 37/2010 2010). Οι Carpellozza et al. (2011) διαπίστωσαν ότι αυτό το αντιβιοτικό, που χορηγήθηκε μέσω ζωοτροφών, δεν αδρανοποιήθηκε στην πεπτική οδό του μεταξοσκώληκα. Επιπλέον, η ακαταλληλότητα βρώσης οφείλεται και σε δηλητηριάσεις που προκύπτουν, όπως συμβαίνει με τις προνύμφες *Trogoderma* spp της τάξης των κολεόπτρων, οι οποίες είναι ικανές να προκαλέσουν εντερικό τραύμα λόγω των τριχών που βρίσκονται στο έντομο. Άλλο παράδειγμα ακαταλληλότητας είναι η περίπτωση ελκώδους κολίτιδας, που αναφέρθηκε σε ένα παιδί ηλικίας 4 μηνών που τρέφονταν με σιτηρά μολυσμένα με *Trogoderma* spp. (Okumura, 1967). Με συνέπεια να μην είναι όλα τα είδη εντόμων βρώσιμα, ή μπορεί να είναι βρώσιμα μόνο στη φάση της προνύμφης και όχι στην ενήλικη κατάσταση, ή αντίστροφα, και μπορεί να παραμείνουν μη βρώσιμα ακόμη και υπό συνθήκες ελεγχόμενης εκτροφής και μετά από επεξεργασία με μαγείρεμα και ξήρανση.

Σύμφωνα με τα ευρήματα της παρούσας διατριβής, η κατανάλωση εντόμων των ειδών *A. melifera*, *C. bilineata*, *Cicada* spp, *B. lentis*, *B. mori*, *R. ferrugineus*, *G. belina*, *Locust* spp, *Grasshopper* (Different species), *D. coccus*, *fried insect* (Different species), μπορεί να προκαλέσει αναφυλαξία, η οποία αιφνιδιάζει τον ανθρώπινο οργανισμό και μπορεί να προκαλέσει συμπτώματα όπως κνίδωση, κνησμός, αγγειοοίδημα, δύσπνοια, λιποθυμία, κοιλιακό άλγος, ναυτία, έμετος, έξαψη, ξηροδερμία, ταχυκαρδία, οίδημα προσώπου, λιποθυμία, απώλεια των αισθήσεων, δυσκολία στην αναπνοή, βήχα, συριγμό, πονοκέφαλος, υπνηλία, τα οποία μπορούν να οδηγήσουν τον ασθενή σε θάνατο. Τα συμπτώματα αυτά προκαλούνται όχι μόνο μέσω κατανάλωσης αλλά και από το τσίμπημα των εντόμων με φανεροτοξικά και εξωτερικά δηλητηριώδη χαρακτηριστικά (π.χ. μέλισσες, σφήκες, μυρμήγκια), χρησιμοποιώντας κεντρί και στοματικά μέρη όπως συμβαίνει στην περίπτωση των Ημιπτέρων, ή με την

επαφή με προϊόντα κνίδωσης π.χ κάμπια του πεύκου (*P.pityocampa*) που προκαλεί φλεγμονώδεις αντιδράσεις (Pounreau, 1999). Επιπλέον, άλλα είδη εντόμων όπως το *P. isabella*, *B. mori*, *T. pityocampa*, *G. belina*, *B. lentis*, *D. coccus*, *R. ferrugineus*, *T. molitor* και το *Cicadas* spp έχουν βρεθεί να συνδέονται με την πρόκληση σοβαρών ασθενειών στον άνθρωπο ακόμα και με την εκδήλωση καρδιακής ανεπάρκειας, καρδιομυοπάθειας Takotsubo (Yew, 2012).

Εν κατακλείδι, τα έντομα αν και αποτελούν μία πολύ καλή πηγή πρωτεΐνης και βιοδραστικών ουσιών για τον άνθρωπο, η κατανάλωση αυτών θα πρέπει να γίνεται με προσοχή δεδομένου του γεγονότος ότι εγκυμονούν πολύ σοβαρούς κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία. Για να μπορεί να επιτευχθεί η κατανάλωσή τους, άρα και η χρήση αυτών από την βιομηχανία τροφίμων, είναι επιτακτική ανάγκη να πραγματοποιηθούν πειράματα σχετικά με τους μικροβιολογικούς και χημικούς κινδύνους που να αποδεικνύουν την ασφάλεια τέτοιων τροφίμων σε αυτά καθώς και κλινικές μελέτες για την ωφελιμότητα αυτών στην υγεία του ανθρώπου.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Τα είδη εντόμων που χρησιμοποιούνται κυρίως για την παραγωγή τροφίμων ή γευμάτων στην Αφρική είναι τα *R. ferrugineus*, *O. fuscidentalis*, *Beetles chafer* *Melolontha* sp, *S. purpurascens*, *Gryllus* spp, *M. belicosus*, *Termites* spp, *E. delegorguei*, *G. belina*, και το *A. domesticus*.
- Τα είδη που χρησιμοποιούνται κυρίως για την παραγωγή τροφίμων ή γευμάτων στην Ασία είναι το *P. reticularis* και διάφορα άλλα (*Different species eligible insects*), το *T. molitor*, *Cicada* spp, *B. mori*, *A. melifera*, *C. bilineata*, *Locust* spp, *R. ferrugineus* και το *T. pityocampa*.
- Τα είδη που χρησιμοποιούνται κυρίως για την παραγωγή τροφίμων ή γευμάτων στην Ευρώπη είναι το *T. molitor*, *A. diaphirus*, *H. Illucens*, *B. lentis*, *D. coccus*, *A. domestica*, *B. mori*, *G. sigillatus* και διάφορα άλλα είδη εντόμων.
- Τα είδη που χρησιμοποιούνται κυρίως για την παραγωγή τροφίμων ή γευμάτων στην Αμερική είναι το *G. assimilis*, *A. cordifera*, *H. Illucens*, *P. isabella*, *B. mori*, *G. belina*, *D. coccus* και το *Cicadas* spp.
- Τα εδώδιμα έντομα πχ. *T. molitor*, *A. domesticus*, *B. mori*, *G. sigillatus*, *A. melifera*, *S. purpurascens*, *A. diaphirus*, *R. ferrugineus* κ.α περιέχουν βιοδραστικές ουσίες όπως φαινολικές ενώσεις, τοκοφερόλες, χιτοζάνη, σαπωνίνες, υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, έλαιο, υδρόλυμα πρωτεϊνών, λιποδιαλυτό εκχύλισμα, εκχύλισμα πράσινου σκαθαριού, γλυκοζαμινογλυκάνη δεκατρείς μη πεπτιδικές αζωτούχες ενώσεις (οι περισσότερες ταυτοποιήθηκαν ως αλκαλοειδή, συστατικά πολυπεπτιδίου, στελέχη *Lactococcus lactis*, νερό και λιποδιαλυτά εκχυλίσματα, εκχυλίσματα πρωτεϊνών, αιθανολικά και μεθανολικά εκχυλίσματα, πεπτιδικά κλάσματα, οι οποίες δίνουν λύσεις στην ανθρώπινη υγεία.

- Η κατανάλωση εντόμων ενέχει πολλούς κινδύνους για την υγεία του ανθρώπου δεδομένου ότι περιέχουν διάφορους μικροβιολογικούς και χημικούς κινδύνους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Κωνσταντίνος Θ. Μπουχέλος (Ομότιμος Καθηγητής Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών). Τα έντομα ως τροφή ανθρώπων και ζώων (εντομοφαγία).

Πηγή Google: (<https://www.cleaningnews.gr>)

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Acero S., et al. 1998. Occupational asthma and food allergy due to carmine. *Allergy*, 53 (1998), pp. 897-901

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0161589018300944?via%3Dihub#bib0075>)

Adámek M, Adámková A, Kouřimská L, Mlček J, Vojáčková K, Orsavoná J, Bučková M, Faměra O, Búran M (2020). Sensory evaluation and acceptance of food made of edible insects. October 2020 *Potravinarstvo* 14:921-928 14:921-928.
[DOI:10.5219/1430](https://doi.org/10.5219/1430)

Agea, J. G., Biryomumaisho D., Buyinza M., and Nabanoga G. N. 2008. Commercialization of *Ruspolia nitidula* (Senene grasshoppers) in central Uganda. *Afr. Published: Sep 15, 2008 AJFAND Vol. 8 (3) 2008: pp. 319-332*
[DOI: 10.4314/ajfandv8i3.19195](https://doi.org/10.4314/ajfandv8i3.19195)

Anankware J.P, Roberts B.J, Cheseto X, Osuga I, Savolainen V, Collins C.M. 2021. The Nutritional Profiles of Five Important Edible Insect Species from West

Africa—An Analytical and Literature Synthesis. Front. Nutr., 03 December 2021 Sec. Nutrition and Sustainable Diets Volume 8-2021
(<https://doi.org/10.3389/fnut.2021.792941>)

Ahn MY, Han JW, Hwang JS, Yun EY, Lee BM 2014. Anti-inflammatory effect of glycosaminoglycan derived from *Gryllus bimaculatus* (a type of cricket, insect) on adjuvant-treated chronic arthritis rat model. J Toxicol Environ Health A. 2014 77(22-24):1332-45. DOI: [10.1080/15287394.2014.951591](https://doi.org/10.1080/15287394.2014.951591)

Alabi T, Fievez T, Jonas M, Blecker C, Danthine S, Caparros R, Haubruge E, Francis F. 2005. (A soumettre) Effect of sanitation treatment on the microbiological quality and nutritional value of edible insects.
(chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.anses.fr/fr/system/files/BIORISK2014sa0153EN.pdf>)

Armentia A., et al 2006. Allergic hypersensitivity to the lentil pest *Bruchus lentis* Allergy. 2006 Sep 61(9):1112-6 PMID:16918515.
DOI:[10.1111/j.1398-9995.2006.01123.x](https://doi.org/10.1111/j.1398-9995.2006.01123.x).

Azzollini D, Derossi A, Fogliano V, Lakemond CMM, Severini C (2018) Effects of formulation and process conditions on microstructure, texture and digestibility of extruded insect-riched snacks. Innovative Food Science & Emerging Technologies Volume 45, February 2018, Pages 344-353
(<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.11.017>)

Azzollini D, Wibisaphira T, Lakemond CMM, Fogliano V (2019). Toward the design of insect-based meat analogue: the role of calcium and temperature in coagulation behavior of *Alphitobius diaperinus* proteins. *LWT* Volume 100 February 2019, Pages 75-82 100:75–82. (<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.10.037>)

Baek M., Kim M.A., Kwon Y.S., Hwang J.S., Goo T.W, Jun M., Yun E.Y. 2019. Effects of processing methods on nutritional composition and antioxidant activity of mealworm (*Tenebrio molitor*) larvae *Entomol. Res.*, 49 (2019), Volume 49, Issue 6 June 2019 Pages 284-293, First published: 08 May 2019 (<https://doi.org/10.1111/1748-5967.12363>)

Baiano A 2020: Edible insects: an overview on nutritional characteristics, safety, farming, production technologies, regulatory framework, and socio-economic and ethical implications. *Trends in Food Science & Technology* Volume 100 June 2020, Pages 35-50 (<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.040>)

Beaudouin E., Kanny G., Lambert H., Fremont S., Moneret D A.,1995 Food anaphylaxis following ingestion of carmine *Ann Allergy Asthma Immunol* 1995 May 74(5):427-30. PMID: 7538438 (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7538438/>)

Belon P., Prévost B., Cavellat G., Corrozet G 1554. Les Observations de Plusieurs Singularitez et Choses Memorables: Trouuées en Grece, Asie, Judée, Egypte, Arabie en Trois Livres; Reueuz de Nouveau et Augmentez de Figures. Chez Guillaume Cauellat Παρίσι, Γαλλία: 1554. σ. 1–452.

(<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10455489/>)

Banjo, A. D., Lawal O. A., and Songonuga E. A., 2006. The nutritional value of fourteen species of edible insects in southwestern Nigeria. African Journal of Biotechnology Vol. 5 (3), pp. 298-301, 2 February 2006 ISSN 1684–5315 © 2006 Academic Journals (<http://www.academicjournals.org/AJB>)

Bonaccorsi et al. 2019. The microbial safety of edible insects: a matter of processing. Letter. Ann Ist Super Sanita. July 2019 55(3):203-204 DOI:10.4415/ANN_19_03_01

Baiyegunhi, L., Oppong B., and Senyolo G., 2016. Mopane worm (*Imbrasia belina*) and rural household food security in Limpopo province, South Africa. Food Secur. January 2016 Food Security 8(1) DOI:10.1007/s12571-015-0536-8

Beaudouin E., Kanny G., Lambert H., Fremont S., Moneret D.A 1995. Food anaphylaxis following ingestion of carmine. Ann. Allergy Asthma Immunol., 74 (1995), pp. 427-430 PMID: 7538438 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7538438/>

Chavez, M 2021. The sustainability of industrial insect mass rearing for food and feed production: Zero waste goals through by-product utilization. Curr. Opin. Insect Sci Current Opinion in Insect Science Volume 48 December 2021, Pages 44-49 <https://doi.org/10.1016/j.cois.2021.09.003>

Choi YS, Kim TK, Choi HD, Park JD, Sung JM, Jeon KH, Kim YB (2017)
Optimization of replacing pork meat with yellow worm (*Tenebrio molitor* L.) for frankfurters. *Korean J Food Sci Anim Resour* 2017;37(5):617-625.

DOI: [10.5851/kosfa.2017.37.5.617](https://doi.org/10.5851/kosfa.2017.37.5.617).

Dzerefos C.M, Witkowski E.T, Toms R. 2013. Comparative ethnoentomology of edible stinkbugs in southern Africa and sustainable management considerations. Published: 25 March 2013 *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* volume 9, Article number: 20 (2013). (<https://doi.org/10.1186/1746-4269-9-20>)

Dube, S., Dlamini N., Mafunga A., Mukai M., and Dhlamini Z., 2013. A survey on entomophagy prevalence in Zimbabwe. anuary 2013. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development* 13(10):7242 DOI:[10.18697/ajfand.56.10435](https://doi.org/10.18697/ajfand.56.10435)

Edible insects Future prospects for food and feed security FAO 2013. Πηγή Google: (<chromeextension://efaidnbmnnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.fao.org/4/i3253e/i3253e.pdf>)

Eisner T (1970) Chemical Defense against Predation in Arthropods. In 'Chemical Ecology.' (Eds E Sondheimer and JB Simeone). (Academic Press Inc.: New York)
(<chromeextension://efaidnbmnnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.anses.fr/fr/system/files/BIORISK2014sa0153EN.pdf>)

Fels HJ., Camenzuli L, Belluco S, Meijer N, Ricci A 2018: Food safety issues related to uses of insects for feeds and foods. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 2018, 17:1172-83. 10.1111/1541-4337.12385 PMID: 33350154 DOI: [10.1111/1541-4337.12385](https://doi.org/10.1111/1541-4337.12385)

Feng, Y., Chen X. M., Zhao M., He Z, Sun L., Wang C. Y, and Ding W. F., 2017. Edible insects in China: Utilization and prospects. *Insect Science*.
(<http://onlinelibrary.wiley.com/bibproxy.ulpgc.es/doi/10.1111/1744-7917.12449/full>).

Feng Y, Chen X.M, Zhao M, He Z, Sun L, Wang C.Y, Ding W.F. 2018. Edible insects in China: *Insect Sci* 2018 Apr;25(2):184-198. doi: 10.1111/1744-7917.12449. Epub 2017 Apr 20. PMID: 28225201 DOI: [10.1111/1744-7917.12449](https://doi.org/10.1111/1744-7917.12449)

Freye H.B., Esch R.E., Litwin C.M., Sorkin L., 1996. Anaphylaxis to the ingestion and inhalation of *Tenebrio molitor* (mealworm) and *Zophobas morio* (superworm). *Allergy Asthma Proc.*, 17 (1996), pp. 215-219.
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0161589018300944?via%3Dihub#bib0165>)

Giaccone V (2005) Hygiene and health features of “minilivestock”. In 'Ecological implications of minilivestock. Potential of rodents, frogs, snails, and insects.' Ed. MG Paoletti) pp. 579–598. (Science Publishers: New Hampshire)
(<chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.anses.fr/fr/system/files/BIORISK2014sa0153EN.pdf>)

Gao Y, Wang D, Xu M.L, Shi S.S, Xiong J.F. 2018. Toxicological characteristics of edible insects in China: A historical review. Food Chem Toxicol 2018 Sep; 119:237-251. Epub 2018 Apr 10. PMID: 29649491 DOI: [10.1016/j.fct.2018.04.016](https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.04.016)

Gaylor MO, Harvey E, Hale RC (2012) House crickets can accumulate polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) directly from polyurethane foam common in consumer products. Chemosphere 86(5), 500-505.
(chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.anses.fr/fr/system/files/BIORISK2014sa0153EN.pdf)

González CM, Garzón R, Rosell CM (2019) Insects as ingredients for bakery goods. A comparison study of *H. illucens*, *A. domestica* and *T. molitor* flour. Innovative Food Science & Emerging Technologies Volume 51, January 2019, Pages 205-210 <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.03.021>

Gautreau M., Restuccia M., Senser K., Weisberg S.N. 2017. Familial anaphylaxis after silkworm ingestion. Prehosp Emerg Care 2017 Epub 2016 Jul 19 Jan-Feb21(1):83-85. PMID: 27436170 DOI: [10.1080/10903127.2016.1204035](https://doi.org/10.1080/10903127.2016.1204035).

Green K, Broome L, Heinze D, Johnston S (2001). Long Distance Transport of Arsenic by Migrating Bogong Moths from Agricultural Lowlands to Mountain Ecosystems. The Victorian Naturalist 118(4), 112-116.
(chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.anses.fr/fr/system/files/BIORISK2014sa0153EN.pdf)

Garg N., 2019. In book: THERMAL CONTROL OF MICROORGANISMS IN FOOD.https://www.researchgate.net/publication/332343296_THERMAL_CONTROL_OF_MICRO-ORGANISMS_IN_FOOD
(https://www.researchgate.net/publication/332343296_THERMAL_CONTROL_OF_MICRO-ORGANISMS_IN_FOOD)

Gier S., Verhoeckx K. 2018. Insect (food) allergy and allergens Molecular Immunology Volume 100, August 2018, Pages 82-106
(<https://doi.org/10.1016/j.molimm.2018.03.015>)

Hurel A 1903. Les peintures préhistoriques de la grotte d'Altamira à Santillane (Espagne) CRAI. 1903; 46 :256-265. DOI: [10.4000/bibnum.709](https://doi.org/10.4000/bibnum.709)

Hanboonsong, Y., and Durst P. B., 2014. Edible insects in Lao PDR. Bangkok, Thailand: RAP PUBLICATION. Food and Agriculture Organization of the United Nations,p.12.(<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2018.1440191#references-Section>)

Handley MA, Hall C, Sanford E, Diaz E, Gonzalez-Mendez E, Drace K, Wilson R, Villalobos M, Croughan M (2007). Globalization, binational communities, and imported food risks: results of an outbreak investigation of lead poisoning in Monterey County, California. Am J Public Health. 2007 May 97(5): 900–906. PMCID: PMC1854874 PMID: 17395841 DOI: [10.2105/AJPH.2005.074138](https://doi.org/10.2105/AJPH.2005.074138)

Halloran A., Muenke C., Huis A.V., Vantomme P. 2014. Insects in the human food chain: Global status and opportunities. July 2014 *Food Chain* 4(2):103-118
4(2):103-118 DOI:10.3362/2046-1887.2014.011

Hierro N. J., Docio A., Otero P., Reglero, G., Martin, D 2020. Characterization, antioxidant activity, and inhibitory effect on pancreatic lipase of extracts from the edible insects *Acheta domesticus* and *Tenebrio molitor*. *Food Chem.* 2020 Mar 30;309:125742. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.125742. Epub 2019 Oct 25. PMID: 31704068 DOI: 10.1016/j.foodchem.2019.125742

Hossain M.E., Mei X., Zhang W., Dong W., Yan Z., Liu X., Rachit S., Gopalakrishnan S., Liu E., 2021. Substitution of Chemical Fertilizer with Organic Fertilizer Affects Soil Total Nitrogen and Its Fractions in Northern China. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18(23), 12848
(<https://doi.org/10.3390/ijerph182312848>)

Huis A 2013. Potential of Insects as Food and Feed in Assuring Food Security. *Annu. Rev. Entomol.* 2013, 58, 563–583 PMID: 23020616 DOI: 10.1146/annurev-ento-120811-153704

Inal A., Altintas D.U., Guvenmez H.K., Yilmaz M., Kendirli S.G. 2006. Life-threatening facial edema due to pine caterpillar mimicking an allergic event *Allergol.* 2006 Jul-Aug 34(4):171-3 PMID: 16854350. DOI: 10.1157/13091043

Itterbeeck J, Andrianavalona I.N, Rajemison F.I., Rakotondrasoa J.F, Ralantoarinaivo V.R., Hugel S, Fisher B.L. 2019. Diversity and Use of Edible Grasshoppers, Locusts, Crickets, and Katydid (Orthoptera) in Madagascar. *Foods* 2019, 8, 666. *Foods* 2019, 8(12), 666. (<https://doi.org/10.3390/foods8120666>)

Jofre I, Yugüero O., 2022. An Analysis of the Ethical, Economic, and Environmental Aspects of Entomophagy Review *Cureus* 2022 Jul 14;14(7): e26863. PMID: 35974846 PMCID: PMC9375121 DOI: [10.7759/cureus.26863](https://doi.org/10.7759/cureus.26863) eCollection 2022 Jul.

Ji K., et al 2009. Anaphylactic shock and lethal anaphylaxis caused by food consumption in China *Trends Food Sci. Technol.*, 20 (2009), pp. 227-231
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0161589018300944?via%3Dihub#bib0165>)

Ji K.-M., Zhan Z.-K., Chen J.-J., Liu Z.-G. 2008. Anaphylactic shock caused by silkworm pupa consumption in China *Allergy*, 63 (2008), pp. 1407-1408
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0161589018300944?via%3Dihub#bib0165>)

Kim D, Oh I 2022 The characteristic of insect oil for a potential component of oleogel and its application as a solid fat replacer in cookies. *Gels* 8(6):355.
(<https://doi.org/10.3390/gels8060355>)

Kozlu A., Ngasakul N., Kłodová I & Karina D-Allende 2024. Edible insect-processing techniques: a strategy to develop nutritional food products and novelty food analogs Review

Article, Open access Published: 04 March 2024 Volume 250, pages 1253–1267, (2024)

(<https://link.springer.com/article/10.1007/s00217-024-04474-3>)

Kinyuru, J., Konyole S., Roos N., Onyango C., Owino V., Owuor B., Estambale B., Friis H., Aagaard-Hansen J., and Kenji G., 2013. Nutrient composition of four species of winged termites consumed in Western Kenya. *Journal of Food Composition and Analysis* Volume 30, Issue 2 June (2):120–24

(<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2013.02.008>.)

Kung S.J., Fenemore B., Potter P.C., 2011. Anaphylaxis to Mopane worms (*Imbrasia belina*) *Ann. Allergy Asthma Immunol.*, 106 (2011), pp. 538-540

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0161589018300944?via%3Dihub#bib0075>)

Liceaga, A.M. 2021. Processing insects for use in the food and feed industry. *Curr Opin Insect Sci* 2021 Dec: 48:32-36. doi: 10.1016/j.cois.2021.08.002. Epub 2021 Aug 27. PMID: 34455091 DOI: [10.1016/j.cois.2021.08.002](https://doi.org/10.1016/j.cois.2021.08.002).

Magara H.J.O. et al. 2020. Edible Crickets (Orthoptera) Around the World: Distribution, Nutritional Value, and Other Benefits-A Review. *Front Nutr.* 2020; 7: 537915. Published online 2021 Jan 12. PMCID: PMC7835793 PMID: 33511150. DOI: [10.3389/fnut.2020.537915](https://doi.org/10.3389/fnut.2020.537915)

Mendoza-Salazar A., Santiago-López L., Torres-Llano M.J., Hernández-Mendoza, A., Córdoba B., Liceaga A.M., Córdova A.F. 2021. In vitro antioxidant and antihypertensive activity of edible insects flours (mealworm and grasshopper) fermented with *Lactococcus lactis* strains. *Fermentation* 2021, 7(3), 153 (<https://doi.org/10.3390/fermentation7030153>)

Malm, M., Liceaga A.M 2021. Physicochemical properties of chitosan from two commonly reared edible cricket species, and its application as a hypolipidemic and antimicrobial agent. *Polysaccharides* 2021, 2(2), 339-353; (<https://doi.org/10.3390/polysaccharides2020022>)

Mpuchane S, Taligoola H, Gashe B (1996) Fungi associated with *Imbrasia belina*, an edible caterpillar. *Botswana Notes and Records* 28, 193-197. (<chromeextension://efaidnbmnnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.anses.fr/fr/system/files/BIORISK2014sa0153EN.pdf>)

Mattia D, Battista N., Sacchetti G., Serafini M., 2019. Antioxidant activities in vitro of water and liposoluble extracts obtained by different species of edible insects and invertebrates. *Front. Nutr.* 2019 Jul 15;6:106. MID: 31380385 PMCID: PMC6643021 DOI: 10.3389/fnut.2019.00106. eCollection 2019.

Munthali, S. M., and Mughogho D. E. C., 1992. Economic incentives for conservation: Bee-keeping and Saturniidae caterpillar utilization by rural communities. *Papers Published: September 1992 Volume 1*, pages 143–154 (<https://doi.org/10.1007/BF00695912>)

MacKinnon J.A., Waterman G., Piastro K., Oakes J., Pauze D., 2015.
Oropharyngeal edema in an 8-month-old girl after woolly bear caterpillar exposure J.
Emerg. Med., 49 (2015), pp. e147-e149
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0161589018300944?via%3Dihub#bib0165>)

Neto E.M. 2015. Anthropo-entomophagy in Latin America: An overview of the
importance of edible insects to local communities January 2015 Journal of Insects as
Food and Feed 1(1):17-23, 1(1):17-23, DOI:10.3920/JIFF2014.0015

Nonaka, K. 2010. Cultural and commercial role of edible wasps in Japan. In Forest
insects as food: Humans bite back, eds P. B. Durst, D. V. Johnson, R. N. Leslie and K.
Shono, 123–30. Proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their
potential for development, 19–21 February 2008, Chiang Mai, Thailand. RAP
Publication 2010/02. Bangkok, Thailand: Food and Agriculture Organization of the
United Nations.
(<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2018.1440191#d1e345>)

Okumura GT (1967) A report of canthariasis and allergy caused by Trogoderma.
Californian Vector Views 14(3), 19-22.
(<chromeextension://efaidnbmninnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.anses.fr/fr/system/files/BIORISK2014sa0153EN.pdf>)

Olivadese M., and Dindo M.L., 2023. Edible Insects: A Historical and Cultural Perspective on Entomophagy with a Focus on Western Societies Insects. 2023 Aug; 14(8): 690. Published online 2023 Aug 4 PMC10455489 PMCID: PMID: 37623400. DOI: [10.3390/insects14080690](https://doi.org/10.3390/insects14080690)

Oonincx DG, Itterbeeck J, Heetkamp MJ, Brand H, Loon JJ, Huis A 2010: An exploration on greenhouse gas and ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption. PLoS One. 2010, 5: e14445. 10.1371/journal.pone.0014445

(<chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.anses.fr/fr/system/files/BIORISK2014sa0153EN.pdf>)

Okezie O.A., Kgomotso K., Letswiti M 2010. Mopane worm allergy in a 36-year-old woman: J Med Case Rep 2010 Feb 6;4:42. doi: 10.1186/1752-1947-4-42. PMID: 20205892 PMCID: PMC2827433 DOI: [10.1186/1752-1947-4-42](https://doi.org/10.1186/1752-1947-4-42)

Oonincx D.G., Boer I.J., 2012: Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans - a life cycle assessment. PLoS One. 2012, 7: e51145. 10.1371/journal.pone.0051145
(<chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.anses.fr/fr/system/files/BIORISK2014sa0153EN.pdf>)

Piatt J.D. 2005. Case report: urticaria following intentional ingestion of cicadas Am. Fam. Phys., 71 (2005), pp. 2048-2050

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0161589018300944?via%3Dihub#bib0165>)

Pasini G, Cullere M, Vegro M, Simonato B, Zotte A (2022) Potentiality of protein fractions from the house cricket (*Acheta domesticus*) and yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) for pasta formulation. *LWT* Volume 164, 15 July 2022, 113638 164:113638.

(<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113638>)

Payne C.L., Scarborough P., Rayner M., Nonaka K. 2016. Are edible insects more or less ‘healthy’ than commonly consumed meats? A comparison using two nutrient profiling models developed to combat over- and undernutrition. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2016, Mar 70, 285–291. PMID: 26373961 PMCID: PMC4781901 DOI: [10.1038/ejcn.2015.149](https://doi.org/10.1038/ejcn.2015.149)

Pouvreau A (1999) Les insectes venimeux urticants. *INSECTES* 114(5), 9-12.

(<chromeextension://efaidnbmninnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.anses.fr/fr/system/files/BIORISK2014sa0153EN.pdf>)

Quick and Easy Insect Recipes for Beginners. Πηγή Google:

(<https://www.yumbug.com/post/10-quick-and-easy-insect-recipes-for-beginners>)

Raheem D, Carrascosa C., Bolanle O., Maaiké O., Nieuwland M., Saraiva A., Millán R., & Raposo A. Traditional consumption of and rearing edible insects in Africa, Asia and Europe. Pages 2169-2188 | Published online: 15 Mar 2018 Cite this article (<https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1440191>)

Raheem D, Raposo A, Oluwole OB, Nieuwland M, Saraiva A, Carrascosa C 2019: Entomophagy: nutritional, ecological, safety and legislation aspects. Food Res Int. 2019 Dec; 126:108672. doi: 10.1016/j.foodres.2019.108672. PMID: 31732082 DOI: [10.1016/j.foodres.2019.108672](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108672)

Recipes insects. Πηγή Google: (<https://hotlix.com/>,, <https://www.donbugito.com/>, <https://www.cricketflours.com/cricket-flour-recipes/>, <http://www.yourinstinct.de>, <http://www.imago-insects.com>, [thecricketbakery.com/](http://www.thecricketbakery.com/), <http://www.nimavert.be/nl>, <https://time.com/3830167/eating-bugs-insects-recipes/>, <https://www.next-food.net/>)

Sánchez-Estrada M., Aguirre -Becerra H., Feregrino-Pérez A 2024. Bioactive compounds and biological activity in edible insects: A review Volume 10, Issue 2, 30 January 2024, e24045 (<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24045>).

Saeed T, Dagga F, Saraf M (1993). Analysis of residual pesticides present in edible locusts captured in Kuwait. Arab Gulf Journal of Scientific Research 11(1), 1-5 (<chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.anses.fr/fr/system/files/BIORISK2014sa0153EN.pdf>)

Sonneville D -Bordes D 1963. Upper Paleolithic Cultures in Western Europe. Science 1963 Oct 18 142(3590):347-55. PMID: 17799471 DOI: [10.1126/science.142.3590.347](https://doi.org/10.1126/science.142.3590.347)

Schmitt E., Vries W., 2020. Potential benefits of using *Hermetia illucens* frass as a soil amendment on food production and for environmental impact reduction. Current

Opinion in Green and Sustainable Chemistry Volume 25, October 2020, 100335.
(<https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2020.03.005>)

Schlüter et al. 2017. Safety aspects of the production of foods and food ingredients from insects. April 2020Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry 25
DOI: [10.1016/j.cogsc.2020.03.005](https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2020.03.005)

Secrets of African Edible Insect Cookery. Πηγή Google:
(<https://edibleinsects.news/news/secrets-of-african-edible-insect-cookery/#>)

Slepneva IA, Komarov DA, Glupov VV, Serebrov VV, Khramtsov VV (2003)
Influence of fungal infection on the DOPA-semiquinone and DOPA-quinone production in haemolymph of *Galleria mellonella* larvae. Biochem Biophys Res Commun 2003 Jan 3, 300(1):188-91. doi: [10.1016/s0006-291x\(02\)02766-3](https://doi.org/10.1016/s0006-291x(02)02766-3). PMID: 12480541 DOI: [10.1016/s0006-291x\(02\)02766-3](https://doi.org/10.1016/s0006-291x(02)02766-3)

Simpanya MF, Allotey J, Mpuchane SF (2000) A mycological investigation of phane, an edible caterpillar of an emperor moth, *Imbrasia belina*. J Food Prot 63(1), 137-40.
(<chromeextension://efaidnbmninnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.anses.fr/fr/system/files/BIORISK2014sa0153EN.pdf>)

Tang Q.F., Dai Y., 2016. Immunomodulatory effects of supercritical fluid CO₂ extracts from freeze-dried powder of *Tenebrio molitor* larvae (yellow mealworm). *Food Sci. Technol.* 2016, 36, 493–498.

([https://www.researchgate.net/publication/302983555_Immunomodulatory_effects_of_supercritical_fluid_CO₂_extracts_from_freeze-dried_powder_of_Tenebrio_molitor_larvae_yellow_mealworm](https://www.researchgate.net/publication/302983555_Immunomodulatory_effects_of_supercritical_fluid_CO2_extract_from_freeze-dried_powder_of_Tenebrio_molitor_larvae_yellow_mealworm))

Vantomme et al. 2012: Assessing the potential of insects as food and feed in assuring food security: Summary report. (2012). Accessed: January 12, 2022 Conference: FAO Expert Consultation on Assessing the potential of Insects for Food Security At: FAO, Rome, Italy. Volume: volume 1, 38 pages:

(https://www.researchgate.net/publication/265556775_Assessing_the_Potential_of_Insects_as_Food_and_Feed_in_assuring_Food_Security_SUMMARY_REPORT)

Vantomme P., Göhler D., and N'Deckere-Ziangba F., 2004. Contribution of forest insects to food security and forest conservation: the example of caterpillars in Central Africa. *Odi Wildlife Policy Briefings* 3:1–4.

(<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2018.1440191#references-Section>)

Vijver M, Jager T, Posthuma L, Peijnenburg W (2003) Metal uptake from soils and soil-sediment mixtures by larvae of *Tenebrio molitor* (L.) (Coleoptera). *Ecotoxicol Environ Saf.* 2003 Mar;54(3):277-89. doi: 10.1016/s0147-6513(02)00027-1. PMID: 12651183 DOI: 10.1016/s0147-6513(02)00027-1

Yen, A 2009. Edible insects: Traditional knowledge or western phobia? *Entomol. Res.* September 2009 *Entomological Research* 39(5):289 – 298 39(5):289 – 298
[DOI:10.1111/j.1748-5967.2009.00239.x](https://doi.org/10.1111/j.1748-5967.2009.00239.x)

Yhoung-Aree, J. 2010. Edible insects in Thailand: nutritional values and health concerns. In *Forest insects as food: Humans bite back*, eds P. B. Durst, D. V. Johnson, R. N. Leslie and K. Shono, 201–16. *Proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development*, 19–21 February 2008, Chiang Mai, Thailand. RAP Publication 2010/02. Bangkok, Thailand: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2018.1440191#references-Section>

Yhoung-Aree, and Viwapanich. 2005. Edible insects in the Laos PDR, Myanmar, Thailand, and Vietnam. In *Ecological implications of Minilivestock: Potential of Insects, Rodents, Frogs and Snails*, ed. M. G. Paoletti, 415–40. Paoletti, M.G., Ed.; Enfield, CT, USA: Science Publishers, Inc., 2005.
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2018.1440191#references-Section>

Yew K.L., Kok V.S., 2012. Exotic food anaphylaxis and the broken heart: Sago worm and Takotsubo cardiomyopathy *Med. J. Malays.*, 67 (2012), pp. 540-541
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0161589018300944?via%3Dihub#bib0165>

Yew K.L., Kok V.S. 2012. Exotic food anaphylaxis and the broken heart: Sago worm and Takotsubo cardiomyopathy. Med. J. Malays., 67 (2012), pp. 540-541

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0161589018300944?via%3Dihub#bib0165>)

Zhuang P, Zou H, Shu W (2009) Biotransfer of heavy metals along a soil-plant-insect-chicken food chain: field study. December 2009 Journal of Environmental Sciences 21(6):849-53 21(6):849-53. DOI:10.1016/S1001-0742(08)62351-7

Zhou, S. W. 1982. The history of entomology in China. Beijing: Science press, 180–86.

(<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2018.1440191#references-Section>)