



ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ,
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
<http://www.ap.teithe.gr>



« Χρήση των εντόμων στη διατροφή των μονογαστρικών»

Πτυχιακή Εργασία
της
Δήμητρας Γιαννακοπούλου



Επιβλέπων Καθηγητής: Ιωάννης Κ. Μητσόπουλος
Επίκουρος Καθηγητής

Θεσσαλονίκη, Οκτώβριος 2017









Ευχαριστίες

Αυτή η πτυχιακή εργασία διεκπεραιώθηκε στα πλαίσια του εκπαιδευτικού προγράμματος του Αλεξάνδρειου Τεχνολογικού Ιδρύματος Θεσσαλονίκης (Α.Τ.Ε.Ι.Θ.), του τμήματος Τεχνολογίας Γεωπονίας και Διατροφής και της Κατεύθυνσης Ζωικής Παραγωγής. Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα Καθηγητή Ιωάννη Μητσόπουλο, για τη καθοδήγηση και συνεχή υποστήριξη.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του Α.Τ.Ε.Ι.Θ. για τις γνώσεις που απέκόμισα κατά την διάρκεια των σπουδών μου, καθώς και το προσωπικό όλων των βιβλιοθηκών που επισκέφτηκα κατά τη συγγραφή αυτής της εργασίας. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και φίλους μου που με στήριξαν κατά την διάρκεια των σπουδών μου.

Δήμητρα Γιαννακοπούλου

Οκτώβριος, 2017





Περίληψη

Η πτυχιακή διατριβή αυτή διενεργήθηκε στην κατεύθυνση Ζωικής Παραγωγής, του Τμήματος Τεχνολόγων Γεωπόνων, της Σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής, του Αλεξάνδρειου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Θεσσαλονίκης.

Σκοπός της πτυχιακής εργασίας ήταν η βιβλιογραφική ανασκόπηση της χρήσης των εντόμων ως ζωική πρωτεΐνη στην διατροφή μονογαστρικών αγροτικών ζώων.

Λόγω της επικείμενης αύξησης του ανθρώπινου πληθυσμού, πολλοί επιστήμονες ασχολούνται τα τελευταία χρόνια με την εύρεση κάποιας νέας πηγής ζωικής πρωτεΐνης για τα σιτηρέσια των αγροτικών ζώων, διότι θα υπάρξει έλλειψη. Σε αυτό το πλαίσιο τα έντομα φάνηκαν να αποτελούν μία καλή λύση ως εναλλακτική ζωική πρωτεΐνη. Μετά από πολλά έρευνα πολλών εντόμων επικρατέστερα για χρήση ως ζωική πρωτεΐνη είναι :προνύμφες μυγών ‘μαύρος στρατιώτης (Black Soldier larvae), προνύμφες και νύμφες της κοινής οικιακής μύγας(Housefly larvae and maggot), άλευρο κοινού κίτρινου σκουληκιού (Mealworm), άλευρο νυμφών μεταξοσκώληκα (Silk Pupae meal)και ακρίδες, τριζόνια και γρύλοι (Grasshoppers, Crickets and Locust). Τα έντομα αυτά περνούν μια ιδιαίτερη διαδικασία παραγωγής και μεταποίησης για να διατεθούν στα αγροτικά μονογαστρικά ζώα(χοίροι και πουλερικά κυρίως) ως ζωοτροφή. Οι μορφές στις οποίες μπορούν να διατεθούν είναι: ολόκληρες ή τεμαχισμένες, ζωντανές ή αποξηραμένες προνύμφες, σε μορφή αλεύρου, πάστας, έλαιο και ως συμπλήρωμα χιτίνης.

Στα σιτηρέσια των μονογαστρικών αγροτικών ζώων μπορούν να συμμετέχουν από έρευνες που έγιναν πολλά είδη εντόμων σε διάφορα ποσοστά .Στους νεοσσούς ανάπτυξης κρεοπαραγωγής μπορεί να αντικατασταθεί πλήρως το σογιάλευρο και το ιχθυάλευρο με άλευρο προνυμφών μύγας μαύρου στρατιώτη, ή άλευρο προνυμφών μεταξοσκώληκα, καθώς επίσης και με προνύμφες κοινής οικιακής μύγας. Ενώ στους νεοσσούς πάχυνσης κρεοπαραγωγής μπορεί για παράδειγμα να αντικατασταθεί μέχρι το 50% του ιχθυάλευρου στο σιτηρέσιο τους με άλευρο προνυμφών κοινής οικιακής μύγας. Στα σιτηρέσια ανάπτυξης ορνίθων αυγοπαραγωγής μπορούν να χρησιμοποιηθούν προνύμφες μεταξοσκώληκα αντικαθιστώντας το ιχθυάλευρο σε ποσοστό 100%. Παράλληλα σε αυγοπαραγωγικές ορνίθες θα μπορούσε να χορηγηθεί στο σιτηρέσιο τους προνύμφη κοινού κίτρινου σκώληκα σε πλήρη αντικατάσταση του ιχθυάλευρου, ενώ σε ποσοστό 50% θα μπορούσε να το αντικαταστήσει το άλευρο κοινής οικιακής μύγας. Ακόμη σε ποσοστό 50% θα μπορούσε να αντικατασταθεί η σόγια από προνύμφες μεταξοσκώληκα. Σε άλλα πτηνά όπως για παράδειγμα οι



ινδιόρνιθες θα μπορούσε να προστεθεί στο σιτηρέσιο τους επίσης άλευρο μεταξοσκώληκα σε ποσοστό 50% αντί σόγιας, ή σε σιτηρέσιο ορτυκιών θα μπορούσε να προστεθεί 50% άλευρο ακριδών αντί ιχθυαλεύρου.

Σε άλλα μονογαστρικά όπως οι χοίροι ανάπτυξης θα μπορούσε το άλευρο της μύγας μαύρου στρατιώτη να αντικαταστήσει 50% των συμβατικών πρωτεϊνούχων ζωοτροφών αν προστεθεί στο σιτηρέσιο αμινοξέων, ή 10% αλεύρου κοινής οικιακής μύγας, ή 6% γεύμα κοινού κίτρινου σκώληκα. Στους χοίρους πάχυνσης θα μπορούσε να προστεθεί άλευρο προνυμφών μεταξοσκώληκα αντικαθιστώντας πλήρως την σόγια ή το ιχθυάλευρο. Παράλληλα υπάρχουν έρευνες για αντίστοιχες συμμετοχές εντόμων στα σιτηρέσια και άλλων μονογαστρικών όπως οι ιχθύες και οι κόνικλοι.

Τα έντομα ως ζωοτροφή και γενικά ως τροφή είναι πιο διαδεδομένα στην Ασία και την Αφρική σε αντίθεση με την Ευρώπη για την οποία αποτελεί μία καινούργια ιδέα. Οι επιστήμονες στην Ευρώπη αποφάσισαν να ερευνήσουν την διατροφή των μονογαστρικών αρχικά αγροτικών ζώων, καθώς είναι παμφάγα, και το πώς μπορεί η διατροφή τους να εμπλουτιστεί με τη συμμετοχή των εντόμων. Τα περισσότερα έντομα μπορούν να αντικαταστήσουν τμηματικά ή και ολοκληρωτικά τις συμβατικές πρωτεϊνούχες ζωοτροφές όπως το σογιάλευρο και το ιχθυάλευρο. Παρόλα αυτά η χρήση των εντόμων απαγορεύεται στην Ευρώπη ως ζωοτροφή για θέματα νομικά και ηθολογίας, καθώς η χρήση των εντόμων ως ζωοτροφή θα μπορούσε να εμπεριέχει έμμεσα κινδύνους για τον άνθρωπο.

Λέξεις κλειδιά: έντομα ,διατροφή, πουλερικά, χοίροι.



“The use of Insects in the feeding of monogastric animals”

Abstract

The diploma thesis was conducted in division of Animal Production, in the department of Agricultural Technology, in School of Agricultural and Food Technology and Nutrition, of the Alexander Technological Educational Institute of Thessaloniki.

The aim of the thesis was the collection and cataloging of bibliographic information on the use of insects as animal protein in feed monogastric farm animals, which collectively could enrich the readers knowledge on the topic.

Because of the increasing human population, many scientists engaged in recent years in finding a new source of animal protein that they could use in the monogastric animals daily diet, because protein is going to be in a shortage in the direct future. In this context promising solution seemed to be insects, as animal protein. Many insects were explored until scientists came in the conclusion of some that looked to have much better quality-nutritional characteristics over others. The dominants were: Black Soldier larvae, larvae and pupae of common household fly, mealworm, silkworms, grasshoppers, crickets and locust. These insects go through a particular process of production and processing to manage to be given as feed on monogastric animals (pigs and poultry). Main forms that insects have as feed are: whole or chopped, live or dried larvae, in the form of flour, paste, oil and as a supplement as chitin.

After a lot of experiments it was shown that insects can participate in the diet of the monogastric animals with many forms of different insects. To growth broiler chicks larval meal of black soldier fly could fully replace soybean meal and fishmeal, silkworm larvae flour could also replace it, as well as with common housefly larvae meal. While in broiler chicks can for example can be replaced until 50% of fishmeal in their ration with common housefly larvae in flour form. In laying hens diets on development, common housefly meal can be used as a replacer of fishmeal in 100%. Parallel to laying hens diet could be inserted in their diet larva mealworms as a complete replacement of fishmeal, while at a rate of 50% fishmeal could be replaced by the housefly meal. Common protein feed sources(soy) could be replaced at the rate of 50% of silkworm larvae meal. At other birds diets such as turkeys, silkworm meal could replace at the rate of 50% soy, or at the rations of quail could be added 50% flour by locusts instead of fishmeal.



In other monogastric animals like pigs, black soldier larvae flour could replace 50% of conventional protein feed if also amino acids are added to the diet, also 10% of housefly could be added, or 6% of mealworms flour instead of commonly used protein sources. In fattening pigs diet could be added silkworm larva meal, fully replacing flour soya or fish meal. At the same time there are surveys for respective participations insects in rations of other monogastrics such as fish and rabbits.

Insects as feed and generally as food are more prevalent in Asia and Africa unlike Europe in which they are thought to be a new idea. Scientists in Europe have decided to investigate the diets of monogastric livestock initially, as they are omnivores, and how their diet could be enriched with the participation of insects. Most experiments were positive on the part or entire replacement of the common/conventional protein feed like soybean meal and fish meal, with insects. Nevertheless, the use of insects are banned in Europe as fodder for legal and ethological issues, since the use of insects as feed could involve direct or indirect risks to humans.

Key Words: *insects, feed, , pigs, poultry.*



Πίνακας Περιεχομένων

Ευχαριστίες	5
Περίληψη	7
Abstract	9
Πίνακας Περιεχομένων	11
Κατάλογος πινάκων	14
Κατάλογος Γραφημάτων	15
Κατάλογος Εικόνων	15
Εισαγωγή.	17
Κεφάλαιο Πρώτο	21
1. Παραγωγή, διάθεση και χρήση των εντόμων ως ζωική πρωτεΐνη στη διατροφή των αγροτικών ζώων.....	21
1.1. Γενικά.....	21
1.2. Χαρακτηριστικά των εντόμων ως πηγές τροφών	21
1.3. Τα έντομα ως ζωοτροφή.	22
1.4. Η διατροφική αξία των εντόμων.....	24
1.4.1. .Ενεργειακή αξία	26
1.4.2. Πρωτεΐνη.	27
1.4.3. Λίπος	27
1.4.4. Ινώδης ουσίες.....	27
1.4.5. Ανόργανα άλατα- Ιχνοστοιχεία-Βιταμίνες.....	27
1.5. Τα είδη των εντόμων που χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφή.	29
1.6. Περιγραφή και παραγωγή των ειδών	30
1.6.1. <i>Black soldier fly</i> , Μύγα μαύρος στρατιώτης (<i>Hermetia Illucens</i> , L.)	30
1.6.2. <i>Housefly</i> , Κοινή οικιακή μύγα (<i>Musca domestica</i> L.).	32



1.6.3.	<i>Mealworm</i> , Κοινό κίτρινο σκουλήκι (<i>Tenebrio molitor & obscurus L.</i>).....	33
1.6.4.	Silkworm Pupae, Μεταξοσκώληκας.....	35
1.6.5.	Locust, grasshoppers and crickets-Ακρίδες, τριζόνια και γρύλλοι.....	37
1.7.	Η χρήση των εντόμων ως ζωοτροφή στην Ευρώπη.....	40
1.8.	Η χρήση των εντόμων ως ζωοτροφή στην Ασία και την Αφρική.....	41
	Κεφάλαιο Δεύτερο.....	42
2.	Τα έντομα στη διατροφή των μονογαστρικών αγροτικών ζώων.....	42
2.1.	Γενικά.....	42
2.2.	Η χρήση των εντόμων στη διατροφή των πτηνών.....	42
2.2.1.	Όρνιθες κρεοπαραγωγής.....	43
2.2.1.1.	Ανάπτυξη νεοσσών κρεοπαραγωγής.....	43
2.2.1.2.	Πάχυνση νεοσσών κρεοπαραγωγής.....	45
2.2.2.	Όρνιθες αυγοπαραγωγής.....	46
2.2.2.1.	Ανάπτυξη ορνίθων αυγοπαραγωγής.....	47
2.2.2.2.	Όρνιθες αυγοπαραγωγής.....	47
2.2.3.	Ινδιόρνιθες, χήνες, πάπιες και άλλα πουλερικά.....	48
2.3.	Η χρήση των εντόμων στη διατροφή των χοίρων.....	50
2.3.1.	Χοιρίδια ανάπτυξης.....	50
2.3.2.	Χοιρίδια πάχυνσης.....	51
2.3.3.	Χοιρομητέρες και κάπροι.....	52
2.4.	Η χρήση των εντόμων στην διατροφή των ιχθύων.....	53
2.5.	Η χρήση των εντόμων στην διατροφή άλλων μονογαστρικών.....	53
3.	Συμπεράσματα.....	54
	Βιβλιογραφία.....	56
	Παράρτημα.....	68



Τμήμα Α: « Τα έντομα και η παραγωγή τους»68



Κατάλογος πινάκων

Σελ.

Πίνακας 1. Αριθμός απογόνων διαφόρων ζώων και εντόμων, σε όλη τη διάρκεια ζωής του ενήλικου εντόμου-ζώου, και η διάρκεια κάθε γενεάς.	24
Πίνακας 2. Χημική σύσταση (%) αλεύρων εντόμων σε σύγκριση με το σογιάλευρο και το ιχθυάλευρο.	25
Πίνακας 3 Παραδείγματα ενεργειακής περιεκτικότητας επεξεργασμένη από είδη εντόμων, ανά περιοχή.	26
Πίνακας 4. Χημική ανάλυση (% Ξ.Ο.) διαφόρων εντόμων.	28
Πίνακας 5. Χαρακτηρίστηκα ανάπτυξης(χρόνος ανάπτυξης, παραγωγή, θρεπτικά χαρακτηριστικά) προνύμφης μύγας μαύρου στρατιώτη σε διάφορα υποστρώματα.	31
Πίνακας 6 Χημική ανάλυση (%) αλεύρου-γεύματος νύμφης και προνύμφης κοινής οικιακής μύγας	33
Πίνακας 7 Χημική ανάλυση (%) ζωντανών και αποξηραμένων νυμφών T. Molitor	35
Πίνακας 8. Χημική ανάλυση (%) διαφόρων μορφών νυμφών μεταξοσκώληκα.	36
Πίνακας 9. Χημική ανάλυση (%) διαφόρων ειδών και μορφών ακριδών, τριζονιών και γρύλων	39



Κατάλογος Εικόνων

Σελ

Εικόνα 1. Προνύμφη μύγας μαύρου στρατιώτη	68
Εικόνα 2. Προνύμφη κοινής οικιακής μύγας	68
Εικόνα 3. Αποξηραμένοι από πάγο, κοινοί κίτρινοι σκώληκες.	68
Εικόνα 4. Προνύμφη Μεταξοσκώληκα	68
Εικόνα 5. <i>Locusta Migratoria</i>	68
Εικόνα 6. Οικιακό Τριζόνι(<i>Acheta domesticus</i>)	68
Εικόνα 7. Γρύλλοι χόρτου	69
Εικόνα 8. Βιολογικός κύκλος προνυμφών μύγας μαύρου στρατιώτη σε χοιροτροφική μονάδα	69
Εικόνα 9. Εκτροφείο γεννητόρων μύγας μαύρου	69
Εικόνα 10. Καλλιέργεια προνυμφών κοινής οικιακής μύγας σε τάφρο	71
Εικόνα 11. Εκτροφείο ακριδών στην Ταϊλάνδη.	70
Εικόνα 12. Εκτροφή <i>Tenebrio molitor</i> μορφής "πύργου"	70

Κατάλογος Γραφημάτων

Σελ.

Γράφημα 1 Πληθυσμιακά δεδομένα του ΟΗΕ για τα έτη 1950-2100.....	17
Γράφημα 2. Παγκόσμια κατανάλωση ζωοτροφών ανά είδος ζώου, για τα έτη 2014/2015.	18



Κατάλογος Ακρωνυμίων

A.F.Z.= *Association Française de Zootechnie*

C.I.R.A.D.= Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

F.A.O.=Food and Agriculture Organization

I.F.I.F.=International Food Industry Federation

I.N.R.A.= Institut national de la recherche agronomique

A.T.E.I.Θ.= Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης

E.F.S.A.=European Food Safety Authority

Z.B.= Ζωντανό Βάρος

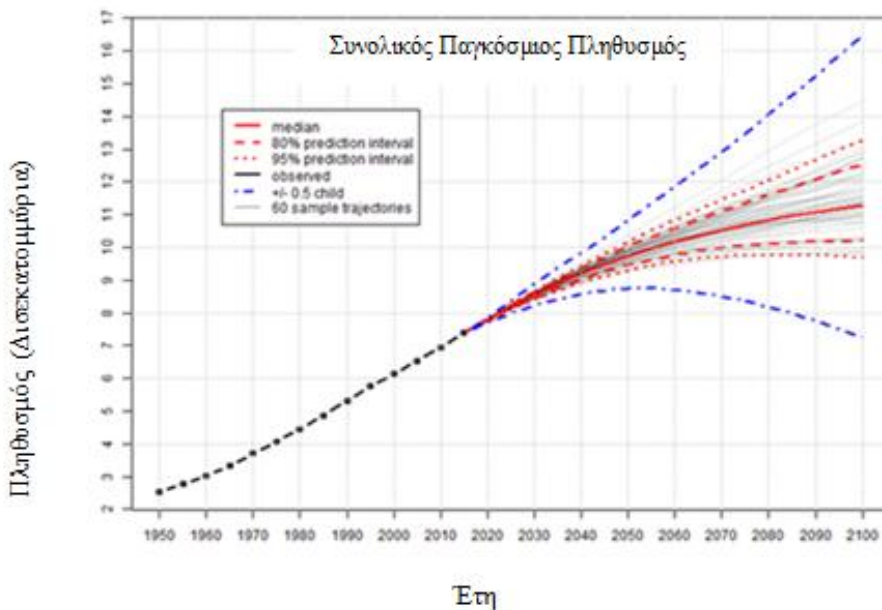
M.O.= Μέσο Όρο

Ξ.Ο.= Ξηρά Ουσία

Εισαγωγή.

Η χρήση των εντόμων ως ζωική πρωτεΐνη στο σιτηρέσιο των αγροτικών ζώων είναι ένα πολυσυζητημένο θέμα ανάμεσα στην επιστημονική κοινότητα (τις τελευταίες δεκαετίες). Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότεροι επιστήμονες διχάζονται (ανάλογα με το πολιτιστικό, κοινωνικό και εκπαιδευτικό τους υπόβαθρο) λαμβάνοντας θέση για το κατά πόσο θα ήταν σωστή, θεμιτή ή εφαρμόσιμη κάτω από τη δέουσα ασφάλεια μία τέτοια ιδέα. Αρχικό έναυσμα για μία τέτοια συζήτηση αποτέλεσε μία έκθεση του (FAO, 2009), όπου αναφέρετε ότι το 2050 ο πληθυσμός της γης θα έχει αυξηθεί στα 9,1 δισεκατομμύρια. Επιπλέον, σύμφωνα με τον Οργανισμό των Ηνωμένων Εθνών ίσως ο πληθυσμός της γης να φτάσει τα 11 δισεκατομμύρια μέχρι το 2100 (Γράφημα 1).

Γράφημα 1 Πληθυσμιακά δεδομένα του ΟΗΕ για τα έτη 1950-2100



Πηγή: (United Nations, Departments of Economic and Social Affairs, Population Division, 2017)

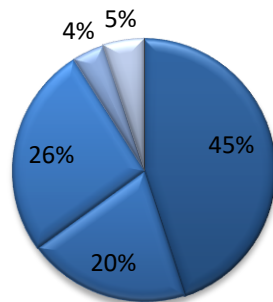
Η αύξηση αυτή του πληθυσμού θα επιφέρει άμεσα και την ανάγκη αύξησης της ποσότητας των παραγόμενων προϊόντων, κυρίως ζωικής προέλευσης από την εκτροφή ορνίθων, χοίρων και βοοειδών (Van-Huis, 2013). Σε έναν πλανήτη που ήδη ο μισός υποσιτίζεται τα αποθέματα γης είναι ελάχιστα, και στο άμεσο μέλλον δε θα υπάρχουν αρκετά εδάφη για την παραγωγή σιτηρών και φυτικών πρωτεϊνών για τη σίτιση των ανθρώπων αλλά και των ζώων. Σύμφωνα με τον FAO (2009),



η παραγωγή ζωοτροφών το 2013 ήταν 870 εκατομμύρια τόνοι, οι οποίοι θα πρέπει να αυξηθούν κατά 70% για να καλύψουν τις πρωτεϊνικές ανάγκες του ζωικού πληθυσμού (αγροτικών ζώων) ο οποίος με τη σειρά του θα κληθεί να καλύψει τις ζωικές πρωτεϊνικές ανάγκες του ανθρώπινου πληθυσμού. Σε έκθεση από τον Διεθνή Παραγωγικό Οργανισμό Ζωοτροφών (International Feed Industry Federation-IFIF), τα δεδομένα άλλαξαν ήδη με την παραγωγή πρωτεϊνικής ζωοτροφής να ανέρχεται στο ένα δισεκατομμύριο τόνους (IFIF, 2014/2015). Τα ποσοστά καταναλωσης πρωτεϊνικών ζωοτροφών ανα είδος ζώου σύμφωνα με την ίδια έκθεση για τα έτη 2014/2015 παραθέτεται στο γράφημα 2.

Γράφημα 2. Παγκόσμια κατανάλωση πρωτεϊνικών ζωοτροφών ανά είδος ζώου, για τα έτη 2014/2015.

■ Πουλερικά ■ Μυρμηκαστικά ■ Χοιρινά ■ Ιχθύες ■ Άλλα Ζώα



Πηγή: (IFIF, 2014/2015)

Ένα πολύ μεγάλο ποσοστό των πρωτεϊνικών αναγκών τόσο των ανθρώπων όσο και των αγροτικών ζώων καλύπτεται πρωτεϊνικά από ιχθύες, σύμφωνα με τα τελευταία διαθέσιμα δεδομένα, 20.9 εκατομμύρια τόνοι ψάρια-υποπροϊόντα ψαριών διατέθηκαν το 2014, ως ζωοτροφή από το σύνολο των 74 εκατομμυρίων τόνων που αλιεύτηκαν-παρήχθησαν (FAO, 2016). Παρόλα αυτά με την επικείμενη αύξηση του πληθυσμού το ποσοστό αλλιεύσης των ιχθύων που θα μπορούσε να παραχθεί-αλιευθεί επιπλέον, θα αποτελέσει αναγκαία πρωτεϊνική τροφή για τους ανθρώπους.

Έτσι, μέχρι σήμερα κύριες πρωτεϊνούχες ζωοτροφές είναι τα ιχθυάλευρα όπως προαναφέρθηκε, οι μεταποιημένες ζωικές πρωτεΐνες, τα σπέρματα ψυχανθών κυρίως σόγια, και τα υποπροϊόντα γεωργικών βιομηχανιών (βαμβακάλευρο, ηλιάλευρο κραμβάλευρο, DDGS κ.α.). Η αυξανόμενη έλλειψη πόρων για την παραγωγή όλων των παραπάνω που όλο και περισσότερο απαιτούνται ως συστατικά των σιτηρεσίων έχουν διπλασιάσει τις τιμές τα τελευταία χρόνια, το οποίο ήδη αντιπροσωπεύει το 60-70% του κόστους παραγωγής. Τα έντομα αποτελούν μια εναλλακτική πηγή



ζωικής πρωτεΐνης, η οποία μπορεί να αναπτυχθεί με βιώσιμο τρόπο από οργανικές δευτερεύουσες ροές. Η χρήση εντόμων ως πηγής πρωτεΐνης μπορεί να συμβάλει στην παγκόσμια επισιτιστική ασφάλεια μέσω ζωοτροφών ή ως άμεσου τροφίμου για τον άνθρωπο.

Για αυτό το λόγο τα έντομα χαρακτηρίζονται και θεωρούνται μία από τις καλύτερες λύσεις για την πιθανή αντικατάσταση πλήρως ή μερικώς της ζωικής πρωτεΐνης στα σιτηρέσια των αγροτικών ζώων, ενώ παράλληλα συντελούν στη λύση πολλών περιβαλλοντικών προβλημάτων. Πρωτίστως, ερευνήθηκε η ιδέα των εντόμων ως ζωοτροφή σε φυσικούς θηρευτές τους, κυρίως τις όρνιθες αλλά και τους χοίρους.

Σκοπός της πτυχιακής εργασίας ήταν η βιβλιογραφική ανασκόπηση της χρήσης των εντόμων ως ζωική πρωτεΐνη στην διατροφή μονογαστρικών αγροτικών ζώων.

Η εργασία αποτελείται από τη εισαγωγή και από δύο κεφάλαια. Το πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται γενικά στη χρήση των εντόμων ως ζωοτροφή, παραθέτοντας τα κυριότερα μεταξύ άλλων έντομα που θα μπορούσαν να παραχθούν και να χρησιμοποιηθούν ως ζωική πρωτεΐνη στα αγροτικά ζώα..

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στη βιβλιογραφία της χρήσης διαφόρων μορφών εντόμων στα σιτηρέσια μονογαστρικών ζώων, όπως πτηνά, χοίρους, καθώς και κάποια άλλα όπως κουνέλια, και ιχθύες.





Κεφάλαιο Πρώτο

1. Παραγωγή, διάθεση και χρήση των εντόμων ως ζωική πρωτεΐνη στη διατροφή των αγροτικών ζώων.

1.1. Γενικά.

Η γεωργία αλλάζει συνεχώς, με νέες ποικιλίες καλλιεργειών, φυλές ζώων και τεχνικές διαχείρισης που αναπτύσσονται κάθε χρόνο. Η εκτροφή εντόμων είναι μία από τις νεότερες γεωργικές καινοτομίες, με οφέλη σε όλες τις αλυσίδες εφοδιασμού τροφίμων. Η παραγωγή εντόμων έχει πολλά πλεονεκτήματα. Όπως στην αποτελεσματικότερη παραγωγή πρωτεϊνών, λιγότερα απόβλητα τροφίμων, λιγότερη ρύπανση του περιβάλλοντος, μικρότερο κίνδυνο μετάδοσης ασθενειών λιγότερα θέματα ευημερίας των ζώων. Όλα τα παραπάνω ενέπνευσαν το Οργανισμό των Ηνωμένων Εθνών και άλλα ιδρύματα να ξεκινήσουν την καλλιέργεια εντόμων (Ramsden, 2017).

1.2. Χαρακτηριστικά των εντόμων ως πηγές τροφών

Σύμφωνα με τους Ramos-Elorduy (2005), τα έντομα έχουν χαρακτηριστικά που τα καθιστούν εξαιρετική εναλλακτική λύση για χρήση ως ζωοτροφή για τα ζώα και τους ανθρώπους (Ramos-Elorduy, 2005). Μερικά από τα σημαντικά χαρακτηριστικά των εντόμων συνοψίζονται παρακάτω (Andrew, Khusro, & Nicholas, 2010):

- α) Μεγάλη βιοποικιλότητα και σύντομος κύκλος ζωής.
- β) Αποτελούν πλειοψηφία στα περισσότερα οικοσυστήματα
- γ) Μεγάλος πληθυσμός και βιομάζα:
- δ) Χαμηλό κόστος αναπαραγωγής
- ε) Η αναπαραγωγή είναι απλή και μπορεί να ελεγχθεί εύκολα:
- στ) Περιέχει καλή ποιότητα πρωτεϊνών
- ζ) Υψηλό ποσοστό αναπαραγωγής.
- η) Καλή μετατρεψιμότητα



1.3. Τα έντομα ως ζωοτροφή.

Σήμερα τα έντομα καλλιεργούνται και διατίθενται ως ζωοτροφή παγκοσμίως, συμβάλλοντας με τα θρεπτικά τους χαρακτηριστικά στο σιτηρέσιο πολλών αγροτικών ζώων και κυρίως των μονογαστρικών. Συνήθως προστίθενται στο σιτηρέσιο με σκοπό την υποκατάσταση τμηματικά ή πλήρως των συμβατικών ζωικών πρωτεϊνών με αυτά.

Η διάθεση τους στο σιτηρέσιο των αγροτικών ζώων εξαρτάται από την μορφή της εκτροφής των αγροτικών ζώων. Τα έντομα απαντώνται ή διατίθενται ως ζωοτροφή είτε στην φύση, σε περίπτωση ελευθέρως ή βιολογικής εκτροφής των αγροτικών ζώων, είτε σε τυποποιημένη μορφή στις εντατικές εκτροφές.

Οι μορφές στις οποίες μπορεί ο κτηνοτρόφος να προμηθευτεί τα έντομα που παράγονται για ζωοτροφή είναι οι εξής (Efsa Committee, 2015):

- *Ολόκληρα έντομα:* Τα έντομα τα οποία διατίθενται ολόκληρα μπορούν να είναι είτε ζωντανά (σε αυτή την περίπτωση απαιτείται η φύλαξη τους για ένα με δύο εικοσιτετράωρα πριν την κατανάλωση τους, με σκοπό το άδειασμα του πεπτικού τους σωλήνα προς αποφυγή μεταφοράς μικροβίων) είτε επεξεργασμένα με σκοπό την διατήρησή τους. Συνήθως τα ολόκληρα έντομα υφίστανται ξήρανση αποκτώντας αφυδατωμένη μορφή ή υποβάλλονται σε ψυχρή ή θερμική επεξεργασία.
- *Τεμαχισμένα έντομα:* Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για τον τεμαχισμό των εντόμων ποικίλουν ανάλογα με τον είδος τους και τις συνθήκες εκτροφής τους, και συνήθως διαφέρουν ανά εκτροφέα. Συνηθέστερος είναι ο μηχανικός διαχωρισμός ή η εκχύλιση με διαλύτη για την απολαβή ελαίου ή χιτίνης από τα έντομα.
- *Άλευρο-γεύμα:* Το άλευρο-γεύμα των εντόμων προκύπτει έπειτα από την ξήρανση και άλεση αυτών. Το άλευρο-γεύμα εντόμων αποτελεί την συνηθέστερη μορφή τους ως ζωοτροφή.
- *Πάστα:* Η πάστα εντόμων παράγεται έπειτα από την ψύξη και την άλεση των εντόμων.
- *Έλαιο/λίπος:* Το έλαιο ή λίπος των εντόμων συλλέγεται έπειτα συνήθως από την εκχύλιση των εντόμων με διαλύτη.
- *Χιτίνη:* Η χιτίνη αποσπάται με μηχανική επεξεργασία από τα έντομα αποτελεί υποπροϊόν των εντόμων και δίνεται στα αγροτικά ζώα ως συμπλήρωμα ζωοτροφής, καθώς θεωρείται ότι έχει καλές ανοσοποιητικές ιδιότητες (Lee, 2008).



Σύμφωνα με τους Ravindran & Blair (1993), η ιδέα να χρησιμοποιηθούν τα έντομα και ιδιαίτερα οι νύμφες και οι προνύμφες εντόμων ως μορφή ζωικής πρωτεΐνης, και ζωοτροφή προτάθηκε πρώτα από τους Calvert & Miller το 1946. Δεδομένου ότι τα έντομα αποτελούν φυσικό κομμάτι του σιτηρεσίου πολλών αγροτικών ζώων και κυρίως των μονογαστρικών (Józefiak & Margarete, 2015), η πρόταση της χρήσης των εντόμων ως ζωοτροφή ερευνήθηκε περαιτέρω. Από έρευνες που διεξήχθησαν αποδείχθηκε ότι η χρήση των εντόμων έναντι άλλων ζωικών μορφών πρωτεΐνης έχει πολλαπλά οφέλη τόσο για τα ζώα όσο και για το περιβάλλον. Όπως αναφέρεται από τον Van Huis(2013), μερικά από αυτά τα οφέλη για το περιβάλλον είναι ότι τα έντομα:

- Μπορούν να εκτραφούν σε βιολογικά ή οργανικά απόβλητα, μειώνοντας τις περιβαλλοντικές μολύνσεις από αυτά.
- Παράλληλα βοηθούν στην αποσύνθεση υπολειμμάτων και υποπροϊόντων της τροφής, και του φυτικού αγροτικού τομέα (τα οποία με την επικείμενη αύξηση πληθυσμού θα αυξηθούν τα επόμενα χρόνια).
- Παράγουν σχεδόν μηδαμινά αέρια του θερμοκηπίου σε σχέση με άλλες ζωικές μορφές πρωτεΐνης(π.χ. βοοειδή).
- Έχουν μικρό ποσοστό στην μεταφορά ζωοανθρωπονόσων.
- Σε σχέση με την παραγωγή άλλων μορφών ζωικής πρωτεΐνης έχουν μικρότερη απαίτηση σε νερό(π.χ. βοοειδή)

Επίσης εκτός των παραπάνω, ένας άλλος λόγος για τον οποίο η εκτροφή των εντόμων ως ζωοτροφή είναι προτιμότερη έναντι των συμβατικών μορφών ζωικής πρωτεΐνης είναι ότι ο χώρος που απαιτείται για την εκτροφή τους είναι το 1/3 σε σύγκριση με τον απαιτούμενο χώρο για την παραγωγή άλλων συμβατικών μορφών πρωτεΐνης. Επιπλέον ο σύντομος κύκλος ζωής τους, που διαρκεί από μερικές εβδομάδες έως μερικούς μήνες(πίνακας 1), σε συνάρτηση με την εξαιρετική μετατρεψιμότητα της τροφής τους η οποία αγγίζει το 70-80%(*Locusta migratoria*), μεγαλύτερη από κάθε άλλο κτηνοτροφικό αγροτικό ζώο συμβάλουν στην προτίμηση της εκτροφής τους ως ζωική πρωτεΐνη. Συγκριτικά αναφέρεται ότι για την απόδοση ενός κιλού εντόμων, απαιτείται η κατανάλωση από αυτά 2 kg ζωοτροφής(της τροφής που καλύπτει τις ανάγκες του εκάστοτε είδους εντόμου), ενώ για την απόδοση-παραγωγή ενός κιλού βοείου κρέατος απαιτείται η κατανάλωση 8 kg ζωοτροφής (I.P.I.F.F., 2014).



Πίνακας 1. Αριθμός απογόνων διαφόρων ζώων και εντόμων, σε όλη τη διάρκεια ζωής του ενήλικου εντόμου-ζώου, και η διάρκεια κάθε γενεάς.

Είδη	Αριθμός απογόνων	Διάρκεια γενεάς
		(ημέρες)
Οικιακή τριζόνι	200-300	84
Κίτρινο κοινό σκουλήκι άλευρο	150-167	112
Μεταναστευτική ακρίδα	150-300	90
Μύγα μαύρος Στρατιώτης	400-1475	35
Κοινή Οικιακή μύγα	800-1500	15-23
Κοτόπουλα (αυγοπαραγωγής)	136-182	420-448
Χοίροι	64-67	1.097-1.138
Αγελάδες	5	2.738

Πηγή: (Oonincx D. G., 2015)

1.4. Η διατροφική αξία των εντόμων.

Η διατροφική αξία των εντόμων είναι πολύ διαφορετική, κυρίως λόγω του μεγάλου αριθμού των και της μεταβλητότητας των ειδών. Οι διατροφικές τιμές μπορούν να ποικίλουν σημαντικά ακόμη και μέσα σε μια ομάδα εντόμων, ανάλογα με το στάδιο της μεταμόρφωσης, την προέλευση του εντόμου και τη διατροφή των. Τα έντομα όπως και κάθε είδος ζωοτροφής αποτελούνται από μία σύνθεση θρεπτικών ουσιών, η οποία λόγω της μεγάλης βιοποικιλότητας τους διαφέρει από είδος σε είδος, και έχει μεγάλο εύρος διακύμανσης τιμών όπως προαναφέρθηκε (πίνακας 2). Η θρεπτική τους αξία αποτελείται από ενέργεια, πρωτεΐνες, λίπη, υδατάνθρακες-ινώδης ουσίες, βιταμίνες, ανόργανα άλατα και ιχνοστοιχεία και είναι συγκριτικά υψηλότερη με άλλες συμβατικές πρωτεϊνούχες ζωοτροφές όπως είναι το ιχθυάλευρο και το σογιάλευρο. Στον πίνακα 3 παρατίθεται η χημική ανάλυση των περισσότερων χαρακτηριστικών βρώσιμων εντόμων που χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφή σε σύγκριση με το ιχθυάλευρο και το σογιάλευρο, ενώ στον πίνακα 5 παρατίθεται η χημική ανάλυση διαφόρων εντόμων σε διάφορες μορφές τους.

Πίνακας 2. Παραδείγματα διακυμάνσεων πιθανών σωματικών χημικών συνθέσεων (τα συστατικά παραθέτονται από ανάλυση Weende, σε ποσοστά επί ξηρής ουσίας) για διάφορα είδη εντόμων από πολλαπλούς συγγραφείς.

Συγγραφείς	Αριθμός δειγμάτων ή εντόμων που ερευνήθηκαν	Πρωτεΐνη (N*6.25)	Λίπος (Εκχύλισμα Αιθέρα)	Υδατάνθρακες (NFE,NDF, Ινώδης ουσίες)	Τέφρα
Bukkens (1997)	50	7.5–79.6	2.2–61.1	0–11.4	1.1–15.8
Finke (2005)	75	22.5–80.0	2.2–48.0	5.1–34.8	1.0–28.9
Rumpold and Schlüter (2013)	234 (samples)	4.9–74.8	0.7–67.2	3.0–86.3	0.6–26.0
Sanchez-Muros et al. (2014)	72	9.5–70.1	1.5–56.1	1.8–77.7	0.6–26.0
	●Black soldier fly larvae (1–5)(a)				
	●Housefly maggot meal (19–29)	41.1–43.6 42.3–60.4	15.0–34.8 9.0–26.0	7.0 1.6–8.6	14.6–26.8 6.2–17.3
Makkar et al. (2014)	●Tenebrio molitor (2–10)	47.2–60.3	31.1–43.1	7.4–15.0	1.0–4.5
	●Locust or grasshopper meal (7–9)	29.2–65.9 55.0–67.2	4.2–14.1 9.8–22.4	2.4–14.0 15.7–22.1	4.4–10.0 3.6–9.1
	●House cricket (2–4)	51.6–70.6	6.2–37.1	2.5–5.8	3.3–10.6
	●Silkworm pupae meal (6–11)				

Πηγή: (Efsa Committee, 2015)

Πίνακας 3. Χημική σύσταση (%) αλεύρων εντόμων σε σύγκριση με το σογιάλευρο και το ιχθυάλευρο.

Συστατικά επί % Ξ.Ο.	Νύμφη μύγας στρατιώτη	Νύμφη κοινής οικιακής μύγας	Κοινό κίτρινο σκουλήκι	Άλευρο ακρίδας	Κοινό οικιακό τριζόνη	Τριζόνη «Μορμόνος»	Άλευρο Μεταξοσκώληκα	Απολιπομένο Άλευρο Μεταξοσκώληκα	Ιχθυάλευρο	Σογιάλευρο
Πρωτεΐνη	42.1	50.4	52.8	57.3	63.3	59.8	60.7	75.6	70.6	51.8
(ποσοστά απολιπομένων γευμάτων αλεύρων)	(56.9)	(62.1)	(82.6)	(62.6)	(76.5)	(60.0)	(81.7)	-	-	-
Λίπος	26.0	18.9	36.1	8.5	17.3	13.3	25.7	4.7	9.9	2.0
Ca	7.56	0.47	0.27	0.13	1.01	0.20	0.38	0.40	4.34	0.39
P	0.90	1.60	0.78	0.11	0.79	1.04	0.60	0.87	2,79	0.69
Αναλογία Ca: P	8.4	0.29	0.35	1.18	1.28	0.19	0.63	0.46	1.56	0.57

Πηγή: (Adámková & Kouřimská, 2016)



1.4.1. Ενεργειακή αξία

Η ενεργειακή αξία των εντόμων εξαρτάται από τη σύνθεσή τους, κυρίως από την περιεκτικότητα σε λίπος. Οι προνύμφες και οι νύμφες είναι συνήθως πιο πλούσιες σε ενέργεια σε σύγκριση με τα ενήλικα έντομα. Αντίθετα, τα έντομα υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες έχουν χαμηλότερο ενεργειακό περιεχόμενο. Σύμφωνα με τον FAO (2012), ο Ramos Elorduy et al., (1997) ανέλυσε 78 είδη εντόμων και καθόρισε τη θερμιδική τους περιεκτικότητα. Ο πίνακας 4. παρουσιάζει τις ενεργειακές τιμές που εκφράζονται σε kcal ανά 100 g φρέσκου βάρους επιλεγμένων άγριων και εκτρεφόμενων εντόμων παγκοσμίως.

Πίνακας 4. Παραδείγματα ενεργειακής περιεκτικότητας επεξεργασμένη από είδη εντόμων, ανά περιοχή.

Περιοχή	Κοινή ονομασία	Επιστημονική ονομασία	Ενεργειακή περιεκτικότητα (kcal/100 g Z.B.)
Αυστραλία	Αυστραλιανή ακρίδα , φρέσκια	<i>Chortoicetes terminifera</i>	499
Αυστραλία	Πράσινο μυρμήγκι, φρέσκο	<i>Oecophylla smaragdina</i>	1.272
Καναδάς	«Κοκκινο-πόδαρος» γρύλλος, ολόκληρος, φρέσκος	<i>Melanoplus femurrubrum</i>	160
Η.Π. Α	Κοινός κίτρινος σκόληκας, νύμφη, φρέσκια	<i>Tenebrio molitor</i>	206
Η.Π. Α	Κοινός κίτρινος σκόληκας, ενήλικος, φρέσκος	<i>Tenebrio molitor</i>	138
Ακτή Ελεφαντοστού	Άλευρο, αποξηραμένων, ενήλικων, τερμιτών	<i>Macrotermes subhyalinus</i>	535
Μεξικό	«φύλλο κοπτικό» ενήλικο , φρέσκο μυρμήγκι	<i>Atta mexicana</i>	404
Μεξικό	Ενήλικο, φρέσκο, μυρμήγκι μελιού	<i>Myrmecocystus melliger</i>	116
Ταϊλάνδη	Φρέσκοι γρύλλοι του αγρού	<i>Gryllus bimaculatus</i>	120
Ταϊλάνδη	Βελοστοματίδες (μεγάλο σκαθάρι νερού)	<i>Lethocerus indicus</i>	165
Ταϊλάνδη	Γρύλλος ρυζιού, φρέσκο	<i>Oxya japonica</i>	149
Ταϊλάνδη	Γρύλλος, φρέσκος	<i>Cyrtacanthacris tatarica</i>	89
Ταϊλάνδη	Εξημερωμένος μεταξοσκωληκας, προνύμφη, φρέσκια	<i>Bombyx mori</i>	94
Ολλανδία	Μεταναστατευτική Ακρίδα, ενήλικη, φρέσκια	<i>Locusta migratoria</i>	179

Πηγή: (FAO, 2012)



1.4.2. Πρωτεΐνη.

Η πρωτεϊνική θρεπτική αξία των εντόμων είναι αυτή που αποτελεί το βασικότερο χαρακτηριστικό τους για την αποδοτικότητα τους ως ζωοτροφή. Τα υψηλά ποσοστά περιεκτικότητας τους σε πρωτεΐνη, η οποία αποτελείται από απαραίτητα δομικά αμινοξέα, τα καθιστά άκρως επιθυμητά στο σιτηρέσιο των αγροτικών μονογαστρικών ζώων. Η περιεκτικότητά τους σε πρωτεΐνη κυμαίνεται από 13-77% επί ξηράς ουσίας, ενώ η πεπτικότητα της πρωτεΐνης τους κυμαίνεται από 76-96% (Józefiak & Margarete, 2015).

1.4.3. Λίπος

Το λίπος αποτελείται από διάφορες ομάδες λιπιδίων, οι οποίες στο σύνολο τους προσφέρουν υψηλά ποσοστά ενέργειας στη ζωοτροφή που τα εμπεριέχει. Κύρια ζητούμενα είναι τα μονοακόρεστα και τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα. Τα ποσοστά του λίπους των εδάδιμων εντόμων μπορούν να κυμαίνονται μεταξύ 2-50% Ξ.Ο., εκ των οποίων μέχρι και το 70% μπορούν να είναι ωφέλιμα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα. Τα μεγαλύτερα ποσοστά λιπαρών οξέων στα έντομα απαντώνται σε προνύμφες ή νύμφες εντόμων. (Józefiak & Margarete, 2015)

1.4.4. Ινώδης ουσίες

Ως ινώδες ουσία στα έντομα χαρακτηρίζεται η χιτίνη. Η χιτίνη είναι ένας πολυσακχαρίτης ο οποίος υπάρχει στον εξωσκελετό των εντόμων, σε περιεκτικότητα 11.6-137.2 mg /kg Ξ.Ο. Χαρακτηρίζεται ως ινώδης ουσία διότι δεν πέπτεται εύκολα. Η χιτίνη συνήθως αφαιρείται από τα έντομα καθιστώντας πιο εύκολα πεπτές τις πρωτεΐνες τους από τα αγροτικά ζώα, και παρατίθεται ξεχωριστά ως συμπλήρωμα. (Józefiak & Margarete, 2015)

1.4.5. Ανόργανα άλατα- Ιχνοστοιχεία-Βιταμίνες.

Απαραίτητα για την καλή λειτουργία του οργανισμού των αγροτικών ζώων είναι τα ανόργανα στοιχεία, τα ιχνοστοιχεία καθώς και οι βιταμίνες, που λειτουργούν ως καταλύτες. Όλα τα είδη των εντόμων είναι πλούσια σε μαγνήσιο, χαλκό, σίδηρο και ψευδάργυρο και σε περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα στις συνιστώμενες ημερήσιες δόσεις (mg / ημέρα). (Zielińska, Baraniak, Karaś, Rybczyńska, & Jakubczyk, 2015). Τα περισσότερα έντομα περιέχουν υψηλά ποσοστά σιδήρου, όπως για παράδειγμα η *Locusta migratoria* η οποία περιέχει 8-20 mg/100gr Ξ.Ο (Oonincx & van der Poel, 2011), καθώς επίσης και υψηλά ποσοστά σε ψευδάργυρο (σε αρκετά είδη κάμπιας έως 14mg /100gr Ξ.Ο.) (Józefiak & Margarete, 2015).



Πολλές βιταμίνες είναι παράλληλα υπαρκτές στα έντομα σε υψηλά ποσοστά, τα οποία διαφέρουν ανά το εξεταζόμενο είδος. Μερικές από αυτές τις βιταμίνες είναι η θειαμίνη, ριβοφλαβίνη, βιταμίνη B12, ρετινόλη, Β-καροτίνη, προβιταμίνη και βιταμίνη Α, καθώς επίσης βιταμίνη Ε, βιταμίνη D και χαμηλά ποσοστά βιταμίνης C (Józefiak & Margarete, 2015).

Πίνακας 5. Χημική ανάλυση (% Ξ.Ο.) διαφόρων μορφών και εντόμων.

Χημική Ανάλυση	Προνύμφη κοινής οικιακής μύγας σε Άλευρο	Νύμφη κοινής οικιακής μύγας σε Άλευρο	Νύμφη μύγας στρατιάτη σε Άλευρο	Άλευρο νυμφών μεταξοσκώληκα	Άλευρο μελισσών	Άλευρο από ακρίδες	Άλευρο από γρύλλους
Πρωτεΐνη	60,0%	63,0%	42,0%	48,0%	60,8%	58,0%	76,0%
Λίπος	19,0%	15,0%	35,0%	27,0%	8,0%	16,0%	8,0%
Ινώδης ουσίες	-	-	7,0%	3,0%	-	9,0%	9,0%
Τέφρα	7,0%	5,0%	14,0%	5,0%	-	6,0%	5,0%
Ασβέστιο	1,0%	1,0%	5,0%	1,0%	-	-	-
Φώσφορος	3,0%	1,8%	1,5%	1,0%	-	-	-
Μεταβολιστέα Ενέργεια (kcal/gr. Ξ.Ο.)	-	2,50%	-	2,90%	2,50%	-	2,70%

Πηγή: (Ravindran & R.Blair, 1993)



1.5. Τα είδη των εντόμων που χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφή.

Πολλά καταγεγραμμένα είδη εντόμων ανά τον κόσμο είναι εδώδιμα. Σύμφωνα με την τελευταία καταγραφή από τον Y. Jongema ο αριθμός των εδώδιμων εντόμων ανέρχεται στα 2.111, με τα περισσότερα από αυτά να υπάρχουν στην Ασία, την Αφρική και την Λατινική Αμερική (Jongema Y., 2017). Από αυτά τα είδη έπρεπε να γίνει η επιλογή μερικών εντόμων για την χρήση τους ως ζωοτροφή. Η επιλογή έγινε βάση την θρεπτική αξία τους, τον κύκλου ζωής τους και τη δυνητική πιθανότητα παραγωγής τους σε μεγάλες ποσότητες. Τα έντομα που προτάθηκαν αρχικά από την Efsa Committee(2015), και πληρούσαν τα παραπάνω κριτήρια είναι τα εξής:

1. *Musca domestica*: Κοινή οικιακή Μύγα
2. *Hermetia illucens*: Μύγα Μαύρος Στρατιώτης
3. *Tenebrio molitor* : Κοινό κίτρινο σκουλήκι άλευρο
4. *Zophobas atratus*: Γιγαντιαίο σκουλήκι άλευρο
5. *Alphitobus diaperinus*: κοινό σκαθάρι σκουπιδιών
6. *Galleria mellonella* :Μεγάλος Κέρινος σκώρος
7. *Achroia grisella*: μικρός κέρινος σκώρος
8. *Bombyx mori*: Μεταξοσκώληκας
9. *Acheta domesticus*: Κοινό τριζόνι
10. *Grylloides sigillatus* : Τροπικό οικόσιτο τριζόνι
11. *Locusta migratoria migratorioides*: Μεγάλη Αφρικανική Μεταναστευτική Ακρίδα
12. *Schistocerca Americana*: Αμερικάνικη Ακρίδα

Μετά από πειραματική ερεύνα ως επικρατέστερων εξ αυτών ξεχώρισαν τα παρακάτω:

1. Νύμφη Μύγας Μαύρος στρατιώτης-Black soldier Larvae (*Hermetia Illucens*)
2. *Musca domestica*:Κοινή οικιακή Μύγα
3. *Tenebrio molitor* : Κοινό κίτρινο σκουλήκι άλευρο
4. Μεταξοσκώληκας εν γένη(κυρίαρχο είδος το *Bombyx mori*)
5. Ακρίδες, γρύλλους και τριζόνια



1.6. Περιγραφή και παραγωγή των ειδών .

1.6.1. *Black soldier fly*, Μύγα μαύρος στρατιώτης (*Hermetia illucens*, L.)

Περιγραφή

Η μύγα μαύρος στρατιώτης, (*Hermetia illucens*, L)(εικόνα 1-παράρτημα Α), γνωστή και ως μαύρη στρατιωτόμυγα ταυτοποιήθηκε από τον Ληναίο το 1758 μ. Χ. Προέρχεται από τροπικές και υποτροπικές ζώνες της Αμερικής, για αυτό και ευδοκίμει και σε αντίστοιχα κλίματα. Έχει τέσσερα στάδια στα οποία μεταβάλλεται στον κύκλο ζωής της: αυγό, προνύμφη (2-4 μήνες), νύμφη και ενήλικο έντομο (14 μέρες-5 μήνες). Οι προνύμφες και οι νύμφες τρέφονται με βιολογικά απόβλητα-υπολείμματα φυτικής ή ζωικής προέλευσης (Harduin J, Mahoux. G., 2003) (Van-Huis, 2013). Οι προνύμφες φτάνουν σε μήκος τα 27mm, 6 mm φάρδος και 220mg σε βάρος στο τελικό προνυμφικό στάδιο και έχουν υπόλευκο χρώμα (Diclaro II & Kaufman, 2009). Η ενήλικη μύγα είναι μαύρη σε χρώμα και φτάνει σε μήκος τα 15-20mm (Harduin J, Mahoux. G., 2003).

Οι ενήλικες μύγες παύουν να σιτίζονται, χρησιμοποιώντας τα λίπη που έχουν αποθηκεύσει κατά την περίοδο της προνυμφικής τους ζωής. Παρότι τρέφονται με απόβλητα ποτέ δεν αποθέτουν τα αυγά τους κοντά ή πάνω σε αυτά όπως κάνουν άλλα είδη, χαρακτηριστικό που τις κάνει εξαιρετικές "υποψήφιας" για γενικευμένη παραγωγή εφόσον έχουν πολύ λιγότερες πιθανότητες μεταφοράς μικροβίων. Επίσης, διασπών πολύ γρήγορα τα υπολείμματα-απόβλητα μειώνοντας τις δυσάρεστες μυρωδιές (Van-Huis, 2013), ενώ παράλληλα μειώνουν το φώσφορο κατά 61-70% και τα νιτρώδη κατά 30-50%, σε χώρους αγελαδοτροφικών εγκαταστάσεων (Newton G. L., 2013). Οι μορφές της *Hermetia Illucens*, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι ζωντανές ή αποξηραμένες, τεμαχισμένες και αλεσμένες προνύμφες, και το έλαιο αυτών (Kroeckel, και συν., 2012) .

Εκτροφή ενήλικων -παραγωγή αυγών του είδους *Black soldier fly*.

Οι ενήλικες μύγες μαύρου στρατιώτη εκτρέφονται κυρίως σε κλωβούς(εικόνα 9-παράρτημα Α). Η παραγωγή των αυγών στην περίπτωση της μύγας μαύρου στρατιώτη προκύπτει μετά από τη σύζευξη των ενηλίκων , και εναπόθεση των αυγών από τα ενήλικα θηλυκά σε καθαρά τμήματα του κλωβού. Τα αυγά μπορούν να εκκολαφτούν και να ανατραφούν στον ίδιο κλωβό, στον πυθμένα του κλωβού όπου υπάρχει η τροφή των εντόμων, ή μπορούν να συλλεχθούν και να ανατραφούν ξεχωριστά οι



προνύμφες από τις νύμφες σε θρεπτικά υποστρώματα από υπολείμματα τροφών σε ξεχωριστό μέρος, από όπου μετά συλλέγονται ευκολότερα και επεξεργάζονται.

Εκκόλαση και ανάπτυξη προνύμφης του είδους *Black soldier fly*.

Η εκτροφή των νυμφών στη περίπτωση που δεν γίνεται στη βάση του κλωβού, γίνεται συχνά σε τσιμεντένιους ή άλλης μορφής τάφρους όπου διοχετεύεται η τροφή. Οι τάφροι είναι καλυμμένοι με διαφόρων μορφών υλικά ανάλογα με τη θέση τους (εσωτερικό ή εξωτερικό χώρο) έτσι ώστε να επιτρέπουν τον αερισμό των νυμφών ενώ παράλληλα καλύπτουν τις απαραίτητες περιβαλλοντικές ανάγκες για την ανάπτυξη τους οι οποίες είναι: θερμοκρασία αέρα 24-40°C, όχι ιδιαίτερες απαιτήσεις σε οξυγόνο και ένα ευρύ φάσμα αντοχής σε επίπεδα υγρασίας μέχρι 90% (Sheppard, Tomberlin, Joyce, Kiser, & Sumner, 2002). Όταν φτάσουν στο στάδιο της πλήρους ανάπτυξης γίνεται η συλλογή των νυμφών με μηχανικό ή χειροκίνητο τρόπο, και ακολουθεί η επεξεργασία τους ανάλογα με την μορφή την οποία θα διατεθούν στην αγορά.

Η θρεπτική απόδοση της νύμφης της μύγας μαύρου στρατιώτη σε συνάρτηση με τα θρεπτικά υποστρώματα στα οποία εκτρέφετε παρατίθεται στον παρακάτω πίνακα 6.

Πίνακας 6. Χαρακτηρίστηκα ανάπτυξης (χρόνος ανάπτυξης, παραγωγή, θρεπτικά χαρακτηριστικά) προνύμφης μύγας μαύρου στρατιώτη σε διάφορα υποστρώματα.

Παράμετρος	Τροφή ορνίθων	Προϊόντα ζύμωσης βιοαερίου(στερεή μορφή)	Υπολείμματα λαχανικών	Υπολείμματα εστιατορίου
Χρόνος ανάπτυξης(ημέρες)*	12.3±0.5a	15.0±0.0b	15.5±1.0b	19.0±0.8c
Παραγωγή*	219.8±7.8a	90.8±3.6c	140.3±4.4b	154.1±5.1b
Υγρασία*†	613±8a	614±29a	590±10a	619±9a
Πρωτεΐνη‡	412 (0.6)	422 (1.4)	399 (0.2)	431 (0.6)
Χιτίνη‡	62 (2.8)	56 (1.5)	57 (1.8)	67 (1.3)
Χιτίνη βάση διορθωμένης πρωτεΐνης‡	388	401	377	407
Εκχύλισμα αιθέρα‡	336 (0.4)	218 (0.5)	371 (1.1)	386 (2.3)
Τέφρα‡	100 (1.0)	197 (0.3)	96 (0.7)	27 (0.3)

* Σημαίνει ± από το μέσο όρο ανάμεσα στις τιμές ακολουθούμενη από διαφορετικά γράμματα(a,b,c) και την σημαντικότητα της απόκλισης κατά (τιμή<0.005).

† g kg⁻¹, όπως δίνεται ως τροφή.

‡ Μέσα (και συντελεστές διακύμανσης) ζ kg⁻¹ ξηράς ουσίας.

Πηγή: (T. Spranghers, 2017)



1.6.2. *Housefly*, Κοινή οικιακή μύγα (*Musca domestica* L.).

Περιγραφή

Η κοινή οικιακή μύγα (*Musca domestica* L.) (εικόνα 2-παράρτημα Α) είναι ένα από τα πιο γνωστά έντομα παγκοσμίως αν και απαντάται κυρίως σε ζεστά και υγρά κλίματα. Καταγράφηκε επίσης για πρώτη φορά από τον Ληναίο το 1758 μ.Χ. Όπως οι περισσότερες μύγες ο κύκλος ζωής της διαθέτει τέσσερα στάδια: αυγό, προνύμφη (5 ημέρες), νύμφη (4-5 ημέρες), και ενήλικο έντομο (15 μέρες-1.5-2 μήνες). Τρέφονται με οργανικά απόβλητα σε αποσύνθεση, τόσο οι ενήλικες μύγες όσο και οι προνύμφες.

Μορφολογικά χαρακτηριστικά της είναι ότι ως προνύμφη έχει μήκος 3-9 mm και κρεμώδες λευκό χρώμα, ενώ το τελικό μήκος του προνυμφικού σταδίου ανέρχεται στα 7-12mm. Ως νύμφη αλλάζει στάδια και χρωματισμούς από υπό-λευκό χρώμα σε κόκκινο, καφέ και τελικό χρώμα το μαύρο. Τα παραπάνω στάδια αλλάζουν σε 3 έως 6 ημέρες σε θερμοκρασία 32-37°C ή 17-27 μέρες περίπου σε 14 °C ενώ το μήκος ολο αυτού το διάστημα είναι 8mm. Κατά το τελικό στάδιο η ενήλικη μύγα έχει μαύρο χρωματισμό και μήκος 6-7 mm και ζει από 15-25 μέρες έως 2 μήνες μέγιστο (Capinera, 1998).

Οι μορφές της *Musca domestica* L. ως ζωοτροφή είναι: ζωντανές, αποξηραμένες, και αλεσμένες προνύμφες και έλαιο αυτών (Fasakin, Balogun, & Ajayi, 2003). Τα δεδομένα θρεπτικής ανάλυσης της προνύμφης της κοινής οικιακής μύγας για διάφορες μορφές τα παρατίθενται στον πίνακα 7.

Εκτροφή του είδους *Musca domestica* L..

Η εκτροφή των ενήλικων μυγών της *Musca domestica* L. είναι παρεμφερής με την εκτροφή της μύγας μαύρου στρατιώτη, με την μόνη διαφορά ότι η κοινή οικιακή μύγα εναποθέτει τα αυγά της στον πυθμένα των κλωβών, επάνω στην τροφή της.

Όσον αφορά την εκτροφή των προνυμφών (εικόνα 10-παράρτημα Α) της γίνεται με τους ίδιους τρόπους όπως η μύγα μαύρος στρατιώτης, κάτω από τις απαραίτητες περιβαλλοντικές συνθήκες για την κοινή οικιακή μύγα, οι οποίες θα πρέπει να είναι, θερμοκρασία άνω των 24°C και υγρασία 60-75%, για το προνυμφικό στάδιο.



Πίνακας 7 Χημική ανάλυση (%) αλεύρου νόμφης και προνούμφης κοινής οικιακής μύγας

Χημική ανάλυση (%)	Μορφή εντόμου	
	Άλευρο προνούμφης	Άλευρο νόμφης
Ξηρή ουσία	92.4	92.1
Πρωτεΐνες	50.4	70.8
Ινώδης ουσίες	5.7	15.7
Εκχύλισμα αιθέρα	18.9	15.5
Τέφρα	10.1	7.7
Μεταβολιστέα Ενέργεια Mj kg Ξ.Ο.	22.9	24.3

Πηγή: (Harinder P.S. Makkar, 2014)

Η χρήση των οικιακών μυγών στα διάφορα είδη αγροτικών ζώων έχει μελετηθεί και έχει καταγραφεί για το κάθε είδος ξεχωριστά. Για τους χοίρους υπάρχουν περιορισμένες πληροφορίες σχετικά με τη χρήση της οικιακής μύγας για τη διατροφή τους. Στα ορνίθια κρεοπαραγωγής τα έντομα έχουν συμπεριληφθεί στη διατροφή τους αντικαθιστώντας τις συμβατικές πηγές πρωτεΐνης, κυρίως τα ιχθυάλευρα. Οι περισσότερες μελέτες δείχνουν ότι η μερική ή ακόμα και ολική αντικατάσταση των ιχθυάλευρων είναι δυνατό να συμβεί, αν και το βέλτιστο ποσοστό ενσωμάτωσης είναι γενικά χαμηλότερο από 10% στη διατροφή. Στις αυγοπαραγωγές όρνιθες έχει αποδειχθεί ότι η εκτροφή τους με προνούμφες οικιακής μύγας έδειξε αυξημένη απόδοση σε αυγοπαραγωγή και εκκολαπτικότητα.

1.6.3. Mealworm, Κοινό κίτρινο σκουλήκι (*Tenebrio molitor* & *obscurus* L.).

Περιγραφή

Η οικογένεια των κίτρινων σκουληκιών αποτελείται κυρίως από δύο πολύ γνωστά παρόμοια έντομα το *Tenebrio molitor* L.(εικόνα 3-παράρτημα Α) που ταυτοποιήθηκε αρχικά από τον Ληναίο το 1758 και το *Tenebrio obscurus* που ταυτοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Fabricius το 1792, και τα δύο ανήκουν στην οικογένεια σκαθαριών Tenebrionidae. Κατάγονται από την Ευρώπη αλλά είναι γνωστά παγκοσμίως κυρίως σε ζεστά και υγρά κλίματα όπου ευδοκούν.

Τα θερμά κλίματα με θερμοκρασία άνω των 18°C είναι ιδανικά για την ανάπτυξη τους. Και τα δύο έντομα είναι παμφάγα. Τρέφονται με δημητριακά (κυρίως τα δημητριακά στα οποία ο *Tenebrio*



obscurus παρασιτεί) και άλευρα, καθώς και με οποιαδήποτε ζωική ύλη, σε συνδυασμό με πρόσληψη νερού, πάντα σε ισορροπημένη διατροφή με 20% πρωτεΐνη. Η διάρκεια ζωής τους ποικίλει από 280-630 ημέρες. Τα στάδια ανάπτυξης τους είναι πολυάριθμα από οχτώ έως είκοσι για το *Tenebrio molitor* και λιγότερα για τον *obscurus*. (Harduin J, Mahoux. G., 2003). Τα κύρια στάδια είναι το αυγό, η προνύμφη (3-18 μήνες), η νύμφη (7-9 ημέρες), και ενήλικο έντομο (2-3μήνες). Η προνύμφη έχει μήκος 20-32mm, χρώμα κίτρινο-καφέ και βάρος 130-160 mg στο τελικό προνυμφικό στάδιο. Σε εντατική εκτροφή μπορεί να φτάσει τα 2cm σε μήκος και βάρος έως 300mg (Finke M. D., 2002).

Το βασικό χαρακτηριστικό τους είναι ότι εκτρέφονται εύκολα, τρέφονται με χαμηλής ποιότητας ζωοτροφή την οποία μετατρέπουν σε υψηλής ποιότητας ζωική ενέργεια και πρωτεΐνη, που μπορεί να αποτελέσει εναλλακτική μορφή πρωτεΐνης ,έναντι των συμβατικών μορφών ,στο σιτηρέσιο των αγροτικών ζώων. Οι μορφές στις οποίες παράγονται οι ζωοτροφές από τους κοινούς κίτρινους σκόληκες είναι: ζωντανές, αποξηραμένες και κονσερβοποιημένες προνύμφες, οι οποίες είναι εδώ και πολλά χρόνια διαθέσιμες στην αγορά, κυρίως ως τροφή για κατοικίδια ζώα, σαύρες, μικρά σαρκοφάγα, ερπετά και τροπικά ζώα (Efsa Committee, 2015).

Εκτροφή

Από όλα τα έντομα οι κοινοί κίτρινοι σκόληκες γνωστοί και ως «Mealworm» είναι αυτοί που παράγονται εντατικά παγκοσμίως σε μεγάλες ποσότητες, σε μικρό χώρο, σε μονάδες ηλικιακής διαχώρισης, ή αλλιώς, όπως ονομάζεται, 'εκτροφή πύργου'(εικόνα 12-παράρτημα Α).

Το ενήλικο έντομο *Tenebrio molitor* & *obscurus* είναι σκαθαροειδή. Κατά την εντατική παραγωγή τους, τα αυγά τοποθετούνται στο πάνω ράφι της εκτροφής πύργου, όπου εκκολάπτονται στις κατάλληλες διαμορφωμένες συνθήκες και αναπτύσσονται σε ενήλικα έντομα. Τα ενήλικα αυτά έντομα θα αποτελέσουν τους γεννήτορες της εκτροφής, οι οποίοι θα τοποθετηθούν στο δεύτερο ράφι από επάνω για να συζευχτούν και να εναποθέσουν τα αυγά τους. Από το δεύτερο ράφι του οποίου ο πάτος είναι διάτρητος(στο μέγεθος των αυγών), πέφτουν τα αυγά στο τρίτο ράφι που εμπεριέχει ειδικό υπόστρωμα για την ανάπτυξη και την εκκόλαψη τους. Ακολουθούν διάφορα ράφια με τις αντίστοιχα απαραίτητες περιβαλλοντικές συνθήκες, για τις επόμενες ηλικιακές εκδύσεις των προνυμφών του κοινού κίτρινου σκουληκιού γεύματος με τον πάτο του τελευταίου να ανοίγει και να συλλέγονται οι πλήρως ανεπτυγμένες νύμφες. Μετά την συλλογή τους οι κοινοί κίτρινοι σκόληκες δέχονται περαιτέρω επεξεργασία ανάλογα με την μορφή με την οποία θα διατεθούν μετά στην αγορά ως ζωοτροφή. Η θρεπτική σύνθεση διάφορων μορφών τους παρατίθενται στον Πίνακα 8.



Πίνακας 8 Χημική ανάλυση (%) ζωντανών και αποξηραμένων νυμφών *T. Molitor*

Μορφή εντόμου

Χημική ανάλυση (%)	Ζωντανή νύμφη <i>T.molitor</i>	Αποξηραμένη νύμφη <i>T. molitor</i>
Ξηρή Ουσία	42.2	
Πρωτεΐνη	52.8±4.2	48.1
NDF	12.0±3.5	
ADF	6.5	*5.1
Εκχύλισμα αιθέρα	36.1±4.1	40.0
Τέφρα	3.1±0.9	3.1
Μεταβολιστέα ενέργεια Mj/kg Ξ.Ο.	26.8±0.4	28.7

Πηγή: (Tran G., 2017)

1.6.4. *Silkworm Pupae*, Μεταξοσκώληκας.

Στην κατηγορία των μεταξοσκωλήκων ανήκουν πολλά και διαφορετικά είδη:

- *Bombyx mori*, L, 1758 , Bombycidae (εικόνα 4-παράρτημα Α)
- *Antheraea assamensis*, Helfer, 1837
- *Antheraea mylitta*, Drury, 1773
- *Antheraea paphia*, L. 1758
- *Samia cynthia ricini*, Drury 1773, Saturniidae και πολλά άλλα.

Περιγραφή

Όλα τα είδη μεταξοσκωλήκων κατάγονται κυρίως από Ασία(Κίνα, Ιαπωνία, Ταϊλάνδη), όπου και ευδοκιμούν στο φυσικό περιβάλλον, έγιναν ευρέως γνωστά λόγω της παραγωγής μεταξιού. Τα κύρια στάδια της ζωής τους είναι τέσσερα: αυγό(7-10μέρες), προνύμφη (26-30 & 3-4 μέρες), νύμφη (10-14) και ενήλικο 3-5 μέρες. (Τζιτζινάκης & Χαριζάνης, 2011), με μέση διάρκεια ζωής 49-63 ημέρες. Ευδοκιμούν κυρίως στα θερμά κλίματα, σε θερμοκρασία 25°C και υγρασία 75-80%, με καλό αερισμό και φωτισμό για 15-16 ώρες την ημέρα. Τρέφονται κυρίως με μορεόφυλλα. Η προνύμφη είναι μαύρη και μόλις ελάχιστα χιλιοστά μετά την εκκόλαψη σε όλα τα είδη μεταξοσκώληκα. Μετά τις εκδύσεις ο χρωματισμός αλλάζει σε καφέ και μετά, συνήθως, σε λευκό που στις περισσότερες φορές που είναι και το χρώμα του ενήλικου εντόμου. Το βασικό χαρακτηριστικό τους είναι ότι



εκτρέφονται κυρίως για την παραγωγή μεταξιού, η οποία αφήνει πίσω της ένα μεγάλο ποσοστό νεκρών μεταξοσκωλήκων ως παραπροϊόν. Για κάθε 1 kg παραγομένου ακατέργαστου μεταξιού παράγονται 8 kg ζωντανών και 2 kg αποξηραμένων εντόμων (Patil S. R., 2013). Οι προνύμφες, που αποτελούν υποπροϊόν της εκτροφής μεταξιού χρησιμοποιούνται ως υποκατάστατο, πλήρως ή μερικώς έναντι των συμβατικών πρωτεϊνικών ζωοτροφών, στο σιτηρέσιο μονογαστρικών κυρίως αγροτικών ζώων.

Εκτροφή

Η παραγωγή μεταξοσκωλήκων για την κατανάλωση τους ως ζωοτροφή δεν είναι εφικτή, καθώς οι μεταξοσκώληκες παράγονται εντατικά για την παραγωγή μεταξιού. Οι προνύμφες μεταξοσκώληκα αποτελούν το κύριο παραπροϊόν της παραγωγής μεταξιού (Datta, 2007). Αναλόγως τον τρόπο συλλογής του μεταξιού αποσπώνται μηχανικά η χειροκίνητα από το κουκούλι. Έπειτα υφίστανται κάποια επεξεργασία, ώστε να επέλθουν στην μορφή με την οποία θα διατεθούν στην αγορά ως ζωοτροφή. Οι κύριες μορφές που παράγονται ως ζωοτροφή είναι: ζωντανές και αποξηραμένες προνύμφες, άλευρο προνύμφης και χιτίνη. Θρεπτική ανάλυση για τους απολεπισθέντες μεταξοσκώληκες αποξηραμένων ή μη, δίνεται στον πίνακα 9.

Πίνακας 9. Χημική ανάλυση (%) διαφόρων μορφών νυμφών μεταξοσκώληκα.

Χημική ανάλυση	Μορφές εντόμου		
	Μη αποξηραμένες, μη απολιπομένες προνύμφες	Αποξηραμένες, απολιπομένες προνύμφες	Ζωντανοί μεταξοσκώληκες
Ξηρά Ουσία	91.4	93.8	26.2
Πρωτεΐνη	60.7	75.6	58.8
Ινώδης ουσίες	3.9	6.6	5.8
Εκχύλισμα Αιθέρα	25.7	4.7	28.5
Τέφρα	5.8	6.8	4.9
Μεταβολιστέα ενέργεια <i>Mj kg Ξ.Ο /.</i>	25.8	22.0	26.5

Πηγή: (Heuzé B, 2017)



1.6.5. *Locust, grasshoppers and crickets*-Ακρίδες, τριζόνια και γρύλλοι

Περιγραφή

Στις ακρίδες, στα τριζόνια και τους γρύλλους(εικόνα 7-παράρτημα Α) ανήκουν πολλά διαφορετικά είδη εντόμων. Αποτελούν ένα μεγάλο αριθμό εντόμων τα οποία είναι ευρέως γνωστά, παγκοσμίως, στην Ασία, Λατινική Αμερική και Αφρική ακόμη και ως ανθρώπινη τροφή. Μερικά από τα γνωστότερα είδη είναι:

- *Locusta migratoria L., 1758*(εικόνα 5-παράρτημα Α)
- *Nomadacris septemfasciat., Audinet-Serville, 1883*
- *Oxya hyla, Serville, 1831*
- *Schistocerca gregaria, Forsskal, 1775, Acrididae*
- *Acheta domestica, L, 1758*(εικόνα 6-παράρτημα Α)
- *Teleogryllus mitratus, Burmeister, 1838, Gryllidae*
- *Poekilocerus pictus, Fabricius, 1775*
- *Sphenarium purpurascens, Charpentier, 1842, Pyrgomorphidae*
- *Anabrus simplex, Haldeman, 1852 Tettigoniidae*

Απαντώνται παγκοσμίως, ως παράσιτα κυρίως σοδειών τόσο στην Αφρική, όσο και στην Ασία και την Λατινική Αμερική.

Τα βασικά στάδια της ζωής τους είναι τρία (αυγό, νύμφη και ενήλικο έντομο), οι ενδιάμεσες εκδύσεις της νύμφης ποικίλουν ανάλογα με το είδος και συνήθως είναι 4-6. Η εκκόλαψη του αυγού διαρκεί ενδεικτικά για την ακρίδα ερήμου(*Locusta Migratoria*) από 11-60ημέρες ενώ οι αντίστοιχες απαιτούμενες εκδύσεις για την μορφοποίηση του ενήλικου εντόμου διαρκούν 25-50 ημέρες (Symmons, 2001). Βασικό, για την εκτροφή ακριδών, γρύλλων και τριζονιών είναι η ύπαρξη μεγάλου χώρου καθώς αναπτύσσονται σε σμήνη. Η ιδανικότερη θερμοκρασία για την ανάπτυξη τους είναι οι 20°C με 28-30°C (Harduin J, Mahoux. G., 2003).Βασική τους τροφή αποτελούν τα καλλιεργούμενα φυτά, καθώς, οι γρύλλοι και οι ακρίδες είναι φυτοφάγα έντομα και τα περισσότερα παρασιτούν σε καλλιέργειες. Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά ποικίλουν ,με βασικότερο, κοινό σε όλα τα είδη, καθώς ανήκουν στην οικογένεια των ορθοπτέρων, τα ίσια φτερά. Τα φτερά είναι



πλήρως λειτουργικά μετά τις τελευταίες εκδύσεις, σε όλα τα είδη, ενώ στις ενδιάμεσες κατέχουν διακοσμητικό ρόλο (Καπετανάκης, 2002-2008).

Η παραγωγή τους μπορεί να είναι εντατική ή ελεύθερη. Παράγονται τεράστιες ποσότητες θρεπτικής μάζας, η οποία στο μεγαλύτερο μέρος της είναι πρωτεΐνη. Οι ακρίδες, οι γρύλλοι και τα τριζόνια έχουν χαρακτηριστικό υψηλό δείκτη μετατρεψιμότητας τροφής. Η μεταναστευτική ακρίδα (*Locusta Migratoria*) μάλιστα, έχει έναν από τους υψηλότερους δείκτες μετατρεψιμότητας με το μέσο όρο ημερήσιας αύξησης βάρους να φτάνει το 19.6% (Ooninex D. G., 2015). Επίσης άξια προσοχής είναι και η περιεκτικότητα επί ξηράς ουσίας των αλεύρων γρύλλων-ακριδών σε πρωτεΐνη καθώς είναι η υψηλότερη σε σχέση με αυτή άλλων εντόμων που ερευνήθηκαν φτάνοντας το 76% (Ravindran & R.Blair, 1993). Κύριες μορφές τους ως ζωοτροφή είναι οι ζωντανές και αποξηραμένες ακρίδες, καθώς και άλευρο ακριδών που χρησιμοποιούνται για τη μερική ή πλήρη αντικατάσταση του σογιάλεου, του αιματάλευρου, των οστεάλευρων και του ιχθυάλευρου.

Εκτροφή

Ενώ η εκτροφή εντόμων για την χρήση τους ως ζωοτροφή, όπως οι μύγες, τα σκαθάρια και οι μεταξοσκώληκες ακολουθεί μια παρεμφερή πορεία με κύριο στόχο την συλλογή των πλήρως ανεπτυγμένων νυμφών τους ή προνυμφικά στάδια, στις ακρίδες, τους γρύλλους και τα τριζόνια, που παράγονται εντατικά κύριος στόχος είναι τα ενήλικα έντομα. Η εντατική παραγωγή τους γίνεται σε κλειστούς χώρους (εικόνα 11-παράρτημα Α), σε ειδικά διαμορφωμένες φωλιές από διάφορα υλικά φιλικά προς τα έντομα. Συνήθως, στο ίδιο μέρος καλλιεργούνται τα ενήλικα και τα νεαρά έντομα σε δύο στάδια: α) σύζευξη, εναπόθεση και εκκόλαψη των αυγών, β) ανάπτυξη προνυμφών σε ενήλικο έντομο, καθώς τα ενήλικα έντομα αποτελούν το θεμιτό τελικό προϊόν. Κατά την ενηλικίωση τους τα περισσότερα είδη ακριδών, γρύλλων και τριζονιών αρχίζουν να χρησιμοποιούν τα φτερά τους, καθώς αποκτούν λειτουργικό ρόλο. Συλλέγονται κατά την πλήρη ανάπτυξη τους με την βοήθεια απόχης, ή μηχανικών μέσων, καθώς ξεκινούν να πετούν. Τα έντομα που συλλέγονται χρησιμοποιούνται είτε ολόκληρα, είτε τμηματικά στο σιτηρέσιο αγροτικών ζώων και ανθρώπων. Πολύ συνήθης επεξεργασία είναι και η αλευροποίηση μετά την αφαίρεση του λίπους των εντόμων. Στον πίνακα 10 παραθέτετε η θρεπτική σύσταση διαφόρων ειδών και μορφών ακριδών, τριζονιών και γρύλλων .



Πίνακας 10. Χημική ανάλυση (%) διαφόρων ειδών και μορφών ακριδών, τριζονιών και γρύλων

Μορφές εντόμου

Χημική ανάλυση (%)	Άλευρο από ακρίδες ή τριζόνια	Οικιακό τριζόνι, νωπό (<i>Acheta domesticus</i>)	Γρύλος του αγρού, αποξηραμένος (<i>Gryllus testaceus</i>)	Γρύλλος μορμόνος, αποξηραμένος (<i>Anabrus simplex</i>)
Ξηρά Ουσία	91.7	28.4	-	94.1
Πρωτεΐνη	57.3	63.3	58.3	59.8
Ινώδης ουσίες	8.5	18.3	-	8.2
Εκχύλισμα				
Αιθέρα	8.5	10.0	10.3	13.3
Τέφρα	6.6	17.3	3.0	6.5
Μεταβολιστέα ενέργεια Mj/kg				
Ξ.Ο.	21.8	5.6	-	23.0

Πηγή: (Heuzé V., 2016)



1.7. Η χρήση των εντόμων ως ζωοτροφή στην Ευρώπη.

Ξεκινώντας από το νομοθετικό πλαίσιο της Ευρώπης παρατηρείται ότι είναι δεσμευτική, η αποτροπή της κατανάλωσης εντόμων από τα αγροτικά ζώα κυρίως, διότι δεν υπάρχουν ακόμη νομοθετημένες προδιαγραφές οι οποίες να επιτρέπουν και να εγγυούνται την ποιότητα και την άριστη υγεία των καταναλωτών που θα καταναλώνουν αγροτικά προϊόντα, ζώων που έχουν τραφεί με έντομα. Παρότι τα οφέλη της χρήσης των εντόμων στο σιτηρέσιο αγροτικών ζώων είναι γνωστά, η χρήση εντόμων περιορίζεται ως ζωοτροφή για κατοικίδια ζώα (ερπετά κυρίως), ή επιτρέπεται μόνο κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες παραγωγής. Η εισαγωγή εντόμων από συγκεκριμένες χώρες είναι εφικτή υπό την προϋπόθεση ότι τα έντομα παράγονται για, τουλάχιστον, 25 χρόνια δίχως επιβλαβείς επιπτώσεις για τους καταναλωτές (έντομα και ανθρώπους) (Efsa Committee, 2015).

Τα έντομα εντάσσονται στο νομοθετικό Ευρωπαϊκό πλαίσιο με ασάφεια. Παρότι δεν είναι «ζώα απόλυτα» ανήκουν στις ζωικές πρωτεΐνες βάσει του νόμου 1069/2009 ,και βάση του νόμου 999/2001 απαγορεύεται η χρήση των ζωικών πρωτεϊνών(σε μορφή τμημάτων ή ολόκληρων ζώων) στην σίτιση άλλων αγροτικών ζώων. Όμως, σύμφωνα με πρόσφατο νόμο 893/2017 θα επιτρέπει η χρήση ζωικών πρωτεϊνών από επτά συγκεκριμένα έντομα (μύγα μαύρος στρατιώτης, κοινή οικιακή μύγα, κοινό κίτρινο σκουλήκι άλευρο, μεγάλο σκουλήκι άλευρο, κοινό οικιακό τριζόνι, κλιμακωτό τριζόνι και γρύλος του αγρού) για την συμμετοχή τους μόνο στο σιτηρέσιο ιχθύων και θα ισχύσει από τις αρχές του 2018 (International Platform of Insects for Food and Feed, 2014). Το μέλλον για την χρήση των εντόμων προμηνύεται πολλά υποσχόμενο, καθώς αυτή η νομοθετική αλλαγή είναι μία πολύ καλή αρχή για την αξιοποίηση των εντόμων, η οποία θα μπορούσε ίσως να οδηγήσει στην νομοθετημένη χρήση τους και σε σιτηρέσια πουλερικών και χοιρινών μέχρι το 2020. Όμως η κύρια ανησυχία του Ευρωπαίου καταναλωτή αποτελεί το κομμάτι της ηθολογίας, και το κατά πόσο είναι ηθικό να παραχθούν και να καταναλωθούν από τον άνθρωπο, άμεσα ή έμμεσα, μέσω της διατροφικής αλυσίδας ζωικές πρωτεΐνες παραγόμενες από έντομα, καθώς δεν υπάρχει εγκεκριμένο νομοθετικό πλαίσιο παραγωγής τους ακόμη που να διασφαλίζει πλήρως την υγεία του καταναλωτή (Efsa Committee, 2015).

Στην Ελλάδα σήμερα η παραγωγή εντόμων περιορίζεται μόνο σε μία άλλη χρησιμότητά τους, την εκτροφή εντόμων για την καταπολέμηση άλλων επιβλαβών εντόμων σε φυτικές βιολογικές καλλιέργειες (Bio-Insecta, 2007-2008).

Ενώ στην Ευρώπη μερικές από τις πρώτες εταιρίες παραγωγής εντόμων ως ζωοτροφή είναι:



- Protix (Ολλανδία)
- Agriprotein (Αγγλία)
- Ynsect (Γαλλία)
- Entomo farm (Γαλλία)
- PROTEiNSECT (Ευρωπαϊκή Κομισιόν)

1.8. Η χρήση των εντόμων ως ζωοτροφή στην Ασία και την Αφρική.

Στον αντίποδα της Ευρώπης βρίσκεται η Αφρική και η Ασία όσον αφορά την παραγωγή και την χρήση των εντόμων έως ζωοτροφή. Ιδιαίτερα στην Αφρική, όπου η κτηνοτροφία συνεχώς αναπτύσσεται και παρουσιάζει μία νέα δυναμική, η χρήση των εντόμων στη διατροφή των αγροτικών ζώων είναι πλέον εκτεταμένη. Τα έντομα αποτελούν κύρια πηγή ζωικής πρωτεΐνης για την εντατική εκτροφή κυρίως ορνίθων, σε πολλές χώρες όπως η Κένυα, η Νιγηρία, το Λάος, η Καμπότζη και το Κονγκό, το Καμερούν, το Τόγκο και άλλες. (Van-Huis, 2013). Επιπλέον, στην Αφρική δραστηριοποιούνται αρκετές εταιρείες στην εκτροφή εντόμων ως ζωοτροφή με μεγαλύτερη την εταιρεία Agriprotein στην παραγωγή ζωικών πρωτεϊνών (Λάμπρου, 2017).

Όσον αφορά την Ασία και ιδιαίτερα στην Ινδία η παραγωγή εντόμων είναι εντατική και χρησιμοποιείται, κυρίως στη διατροφή των ορνίθων κρεοπαραγωγής, όπου ο κλάδος παρουσιάζει ταχεία αύξηση. Το επικρατέστερο έντομο που χρησιμοποιείται είναι κυρίως οι προνύμφες μεταξοσκωλήκων, οι οποίες μέχρι τώρα χρησιμοποιούνταν για παραγωγή βιοαερίου (Krishnan, 2011).

Γενικά και στις δύο ηπείρους, Αφρική και Ασία, αλλά και στην Λατινική Αμερική η χρήση των εντόμων στην διατροφή των ανθρώπων είναι κοινώς αποδεκτή, καθώς αποτελεί κομμάτι της διατροφής τους (εντομοφαγία), της ιστορίας και της κουλτούρας τους. Αξίζει να σημειωθεί, ότι ενώ και στις δύο αυτές ηπείρους καταναλώνονται οι μεγαλύτερης ποσότητες εντόμων (Van-Huis, 2013) (Jongema Y. , 2012), ελάχιστο είναι το ποσοστό των εκτρεφόμενων εντόμων(2%), καθώς τα περισσότερα συγκομίζονται από την φύση (Jongema Y. , 2012).



Κεφάλαιο Δεύτερο

2. Τα έντομα στη διατροφή των μονογαστρικών αγροτικών ζώων.

2.1. Γενικά.

Τα αγροτικά ζώα χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες βάση των ανατομικών τους χαρακτηριστικών τα μονογαστρικά και τα μηρυκαστικά. Η βασική ανατομική τους διαφορά έγκειται στον πεπτικό τους σωλήνα, τόσο στην αρχή (στόμα και δόντια), όσο και έπειτα κυρίως στο στομάχι και την εντερική οδό. Τα μονογαστρικά έχουν ένα κύριο στομάχι είναι συνήθως παμφάγα, και για να καλύψουν τις θρεπτικές τους ανάγκες απαιτούνται συμπυκνωμένες ζωοτροφές, με υψηλή περιεκτικότητα, τόσο σε φυτικές αλλά κυρίως σε ζωικές μορφές πρωτεΐνης ενώ τα μηρυκαστικά συνήθως τέσσερα τμήματα και καταναλώνουν κυρίως χονδροειδείς ζωοτροφές (κυτταρινούχες).

Τα μονογαστρικά αγροτικά ζώα είναι τα πτηνά, οι χοίροι, οι κόνικλοι και οι ιχθύες. Η κάλυψη των πρωτεϊνικών αναγκών γίνεται συνήθως με τις συμβατικές πρωτεϊνούχες ζωοτροφές, τελευταία σε πολλές χώρες κυρίως την Ασίας και την Αφρικής χρησιμοποιούνται ως εναλλακτική πρωτεΐνη τα έντομα (Efsa Committee, 2015).

Τα έντομα μέχρι τώρα χρησιμοποιούνται με επιτυχία ως ζωική πρωτεΐνη στο σιτηρέσιο πολλών μονογαστρικών ζώων σε διάφορες ηλικιακές ομάδες στο κάθε είδος, και σχεδόν σε όλες τις παραγωγικές τους κατευθύνσεις (Ravindran & R.Blair, 1993). Τα ποσοστά στα οποία τα έντομα προσθέτονται στο σιτηρέσιο διαφέρει ανάλογα με το είδος του εντόμου και του παραγωγικού ζώου που σιτίζονται. Στη συνέχεια παρατίθενται αποτελέσματα ερευνητικών εργασιών όσον αφορά τη συμμετοχή των εντόμων ως εναλλακτική πρωτεϊνούχος ζωοτροφή, καθώς και τα αποτελέσματα των όσον αφορά τα παραγωγικά χαρακτηριστικά των προϊόντων και την υγεία των ζώων.

2.2. Η χρήση των εντόμων στη διατροφή των πτηνών.

Οι ζωικής προέλευσης πρωτεϊνούχες ζωοτροφές έχουν χρησιμοποιηθεί παραδοσιακά στη διατροφή των αγροτικών ζώων. Ωστόσο, υπάρχει σοβαρός κίνδυνος εισαγωγής ασθενειών από την τροφή και τα συστατικά που περιέχουν. Πέραν των μέχρι σήμερα χρησιμοποιούμενων πρώτων υλών οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν και χρησιμοποιούνται στα σιτηρέσια των ορνίθων αποτελεί επιτακτική ανάγκη αναζήτησης άλλων πρωτεϊνικών πηγών. Οι εναλλακτικές πρωτεΐνες θα πρέπει να καλύπτουν τις



ανάγκες, να προάγουν την υγεία των αλλά και να είναι μειωμένου κόστους. Η κρεοπαραγωγός πτηνοτροφία αποτελεί μια από τις από τις οικονομικά βιώσιμες και σημαντικές πηγές κρέατος για ανθρώπινη κατανάλωση.

Ωστόσο, η διατροφή των ορνίθων βασίζεται σε μεγάλο ποσοστό δημητριακών πρωτεϊνούχων καρπών με αποτέλεσμα λόγω της αύξησης των τιμών των να επιβαρύνεται το κόστος παραγωγής. Έτσι, αναζητούνται εναλλακτικές ζωοτροφές προκειμένου να αντικαταστήσουν μερικώς ή ολικώς κάποιες χρησιμοποιούμενες ζωοτροφές. Τα έντομα σε διάφορες μορφές μπορούν να αποτελέσουν μια εναλλακτική πηγή πρωτεΐνης στα σιτηρέσια πουλερικών, διότι έχουν υψηλή θρεπτική αξία όχι μόνο σε πρωτεΐνες, αλλά και σε λίπος, ανόργανα άλατα και βιταμίνες.

Η χρήση των εντόμων στη διατροφή των πτηνών αποτελεί μία συχνά απαντημένη πρακτική, τόσο στη φύση όσο και τον εντατική κτηνοτροφία. Εκατοντάδες είδη εντόμων έχουν χρησιμοποιηθεί ως ζωοτροφή ζώων. *Ακρίδες, Τριζόνια, κατσαρίδες, τερμίτες, ψείρες, βρωμούσες, τζιτζίκια, αφίδες, κελυφοειδή έντομα, ψυλλίδες, σκαθάρια, κάμπιες, μύγες, ψύλλοι, μέλισσες, σφήκες και μυρμήγκια* έχουν χρησιμοποιηθεί ως πηγές συμπληρωματικών τροφίμων για τα πουλερικά κατά διαστήματα (Van-Huis, 2013).

2.2.1. Όρνιθες κρεοπαραγωγής.

Λόγω της μεγάλης ζήτησης φτηνών πηγών πρωτεΐνης για την ανθρώπινη σίτιση, η παραγωγή των ορνίθων κρεοπαραγωγής γνωρίζει μεγάλη ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια (Ravindran & R.Blair, 1993). Η εκτροφή των ορνίθων κρεοπαραγωγής γίνεται συνήθως με την χρήση υψηλής γεννητικής αξίας υλικό με μικρής βιολογικής διάρκειας ζωής από έξι έως οκτώ εβδομάδων. Ηλικιακά τα ορνίθια κρεοπαραγωγής διαχωρίζονται σε δύο ομάδες, τους νεοσσούς ανάπτυξης και τους νεοσσούς πάχυνσης.

2.2.1.1. Ανάπτυξη νεοσσών κρεοπαραγωγής.

Η ανάπτυξη των νεοσσών αρχίζει μετά την εκκόλαψη τους και διαρκεί περίπου έως την εικοστή πρώτη με εικοστή όγδοη ημέρα της ζωής τους. Κύριος στόχος αυτής της ηλικιακής περιόδου στην ζωή των νεοσσών είναι η δημιουργία ενός υγιούς οργανισμού που θα μπορέσει να ακολουθήσει την έντονη μεταβολή στην οποία θα επέλθει στο επόμενο ηλικιακό στάδιο εκείνο της πάχυνσης.



Σε αυτή την ηλικιακή περίοδο το βάρος των νεοσσών μεταβάλλεται περίπου από 41gr.έως 850gr.(για 21^η μέρα) και 1390gr. (για την 28^η ημέρα). Οι ενεργειακές ανάγκες είναι στα 3.200 kcal AMEn/kg diet και οι πρωτεϊνικές ανάγκες στο 20-23% επί του σιτηρεσίου (Klasing, 2016). Μεγάλο ποσοστό των πρωτεϊνικών αναγκών καλύπτεται από πρωτεϊνικές μορφές όπως το σογιάλευρο και τα ιχθυάλευρα, παρόλα αυτά υπάρχουν περιορισμοί όσον αφορά την ποσότητα της χρήσης τους ανάλογα με την ποιότητα της ζωοτροφής. Συνήθως τα έντομα που χρησιμοποιούνται ως εναλλακτική μορφή πρωτεΐνης, καλούνται να υποκαταστήσουν πλήρως ή μερικώς το 2-5% του ιχθυάλευρου που υπάρχει , ενώ τα αιματάλευρα και τα οστεάλευρα προσθέτονται σε ποσοστά μέχρι 10% περίπου (Chiba, 2014) ή τη σόγια σε διάφορα ποσοστά χρησιμοποίησης της.

Σε πειράματα που έγιναν, πολλά έντομα θα μπορούσαν να συμμετέχουν στο σιτηρέσιο των νεοσσών ανάπτυξης (Ravindran & R.Blair, 1993). Συγκεκριμένα, σε πείραμα που έγινε για την αντικατάσταση της σόγιας, με αποξηραμένες νύμφες μύγας μαύρου στρατιώτη παρατηρήθηκε αύξηση του βάρους των νεοσσών κατά 96%, και η κατανάλωση της τροφής τους ήταν στο 93% (Hale, 1973). Το αλεύρι ακριδών χρησιμοποιήθηκε σε ποσοστό 30% στο συνολικό σιτηρέσιο, έναντι σογιάλευρου με καλές αποδόσεις στο βάρος των νεοσσών (DeFoliart, Finke, & Sunde, 1982). Σε σιτηρέσιο νεοσσών ανάπτυξης, με αποξηραμένες προνύμφες *Tenebrio molitor* σε ποσοστά 5-10% έναντι των συμβατικών πρωτεϊνικών ζωοτροφών, τα αποτελέσματα δεν διέφεραν από το μάρτυρα (Ramos-Elorduy J1, 2002).

Όσον αφορά τη χρήση της κοινής οικιακής μύγας σε μορφή αλεύρου με διάφορα ποσοστά και με στο σιτηρέσιο νεοσσών ανάπτυξης κρεοπαραγωγής σε αντικατάσταση μερική ή ολική των συμβατικών πρωτεϊνούχων ζωοτροφών τα αποτελέσματα έδειξαν δεν επηρεάστηκε η ανάπτυξη των νεοσσών. Πιο συγκεκριμένα η χρήση του αλεύρου προνύμφης *Musca domestica* σε διάφορα ποσοστά: 10% (Cadag, Lopez, & Mania, 1981), 8% (Teotia & Miller, 1973), 33% (Atteh & Ologbenla, 1993), 25% έναντι του ιχθυάλευρου (Awoniyi, Aletor, & Aina, 2003), & σε 100% αντικατάσταση του σογιάλευρου (Calvert, Martin, & Morgan, 1969). Αξιοπρόσεκτα θετικά αποτελέσματα παρατηρήθηκαν από την συμμετοχή αλεύρου *Musca domestica* L. σε ποσοστό 7% με καλές αποδόσεις σφαγίου και επιθυμητών τμημάτων κρέατος (Inaoka, Okubo, Yokota, & Takemasa, 1999), ενώ σε πιο καινούργια δεδομένα (Téguia, Mroame, & Okourou Mba, 2002) κατέληξαν στο ίδιο αποτέλεσμα με την συμμετοχή αλεύρου κοινής οικιακής μύγας σε ποσοστό 15%, προσθέτοντας στα θετικά αποτελέσματα και την καλύτερη αύξηση βάρους. Σύμφωνα με πρόσφατα πείραμα του Pretorius κατέληξε ότι η συμμετοχή των προνυμφών κοινής οικιακής μύγας σε ποσοστό 10% έναντι



ιχθυαλεύρου μπορεί να δώσουν καλύτερα σφάγια με υψηλότερη απόδοση σε τμήματα στήθους, συγκριτικά με τους νεοσσούς που τράφηκαν με σογιάλευρο (Pretorius, 2011). Στο ίδιο πείραμα παρατηρήθηκε ότι το άλευρο κοινής οικιακής μύγας μπορεί να προστεθεί στο σιτηρέσιο νεοσσών ανάπτυξης σε ποσοστό 25% και να έχει ευεργετικά αποτελέσματα στην αύξηση βάρους τους. Εκτός των προνυμφών της *Musca domestica* οι προνύμφες μεταξοσκώληκα παρατηρήθηκε ότι θα μπορούσαν να συμμετάσχουν στο σιτηρέσιων ανάπτυξης των νεοσσών κρεοπαραγωγής. Σε πολλά πειράματα που έγιναν στην Ινδία προνύμφες μεταξοσκώληκα των ειδών *Bombyx mori*, Muga & Tussore κατάφεραν να αντικαταστήσουν πλήρως τις συμβατικές πρωτεϊνούχες ζωοτροφές και κυρίως το ιχθυάλευρο (Purushothaman & Thirumalai, 1995) (Sapcota, Sheikh, Dutta, Sarma, & Ranjana Goswami, 2003) (Sheikh & Sapcota, 2010) (Sheikh, Sapcota, Dutta, & Sarma, 2005) (Sinha, Dutta, & Chattopadhyay, 2009) ή σε ποσοστό 50% (Konwar, Konwar, Ahmed, Nath, & Ghosh, 2008), αντίστοιχα αποτελέσματα με πλήρη αντικατάσταση είχαν τα πειράματα στο Πακιστάν (Eko, 2009). Υπήρξαν όμως και θετικά αποτελέσματα σε πολλές περιπτώσεις με την συμμετοχή μεταξοσκωλήκων στα σιτηρέσια νεοσσών ανάπτυξης κρεοπαραγωγής, στην πλήρη αντικατάσταση του ιχθυαλεύρου από πάστα μεταξοσκωλήκων έναντι ζώντων νεογνών μεταξοσκώληκα η μετατροπή της ζωοτροφής ήταν καλύτερη (Rao, Yashoda, & Mahendrakar, 2011).

Παράλληλα με τα θετικά αποτελέσματα σε μερικά πειράματα συμμετοχής αλεύρου προνυμφών μεταξοσκώληκα στο σιτηρέσιο ανάπτυξης νεοσσών κρεοπαραγωγής υπήρξαν και μερικά αρνητικά αποτελέσματα. Παράδειγμα θα μπορούσε να αποτελέσει η συμμετοχή τους 100% έναντι ιχθυαλεύρου στην Μαυριτανία (Fagoonee, 1983), που είχε αρνητικές επιπτώσεις στην ανάπτυξη των νεοσσών, καθώς και η αντικατάσταση 50% & 100% στην Τουρκία με αρνητικές επιπτώσεις στην αύξηση βάρους των νεοσσών κρεοπαραγωγής και την μετατρεψιμότητα της τροφής (Tas, 1983).

2.2.1.2. Πάχυνση νεοσσών κρεοπαραγωγής.

Η πάχυνση των νεοσσών κρεοπαραγωγής γίνεται μετά την 21^η ή 28^η μέρα της ανάπτυξης τους, ανάλογα την εκτροφή, μέχρι την σφαγή τους. Κατά το διάστημα αυτό προσθέτεται στους νεοσσούς το μεγαλύτερο ποσοστό βάρους τους από 850 ή 1.390 gr σε 2.600 ή 3.500 kg στις 42 ή 56 ημέρες αντίστοιχα ανάλογα με την εκτροφή στην οποία βρίσκονται. Οι αντίστοιχες πρωτεϊνικές ανάγκες τους ανέρχονται σε 3.200kcal/ AMEn / kg diet, και οι πρωτεϊνικές ανάγκες κυμαίνονται στα 20-18% επί του σιτηρεσίου (Klasing, 2016) στα ορνίθια εντατικής κρεοπαραγωγής. Παρόλα τα παραπάνω



δεδομένα υπάρχουν και εκτροφές που ξεπερνούν τις 56 ημέρες εκτροφής κατά πολύ ανάλογα την φυλή τους αλλά και την χώρα στην οποία εκτρέφονται. Όπως στα σιτηρέσια των νεοσσών ανάπτυξης έτσι και σε εκείνα των νεοσσών κρεοπαραγωγής υπάρχει συχνά αντικατάσταση των συμβατικών πρωτεϊνούχων ζωοτροφών με έντομα διαφόρων ειδών σε διάφορα ποσοστά.

Σύμφωνα με τους (Adeyemo, Longe, & Lawal, 2008) σε ερευνά τους όπου προστέθηκε άλευρο ακριδών και γρύλλων με περιεκτικότητα 52.3% σε πρωτεΐνη στο σιτηρέσιο, αντικατέστησε επιτυχώς το ιχθυάλευρο σε ποσοστά μέχρι 6.8%, επίσης, σε παλιότερη έρευνα (Finke, Sunde, & DeFoliart, 1985), με άλευρο ακριδών σε σιτηρέσιο παχυνόμενων νεοσσών κρεοπαραγωγής αντικατέστησε το σογιάλευρο, ποσοστό 28% .

Ακόμη δύο πειράματα έγιναν με την συμμετοχή αλεύρου προνύμφης *Musca domestica L.* , στο σιτηρέσιο παχυνόμενων νεοσσών κρεοπαραγωγής, στο πρώτο αντικαθιστώντας τα σπέρματα αραβοσίτου με άλευρο και φλούδες αποξηραμένης μανιόκας σε ποσοστό 50% (Adesina, Adejinmi, Omole, Fayenuwo, & Osunkeye, 2011), ενώ στο δεύτερο αντικαταστήθηκε το ιχθυάλευρο σε ποσοστό 50% από άλευρο κοινής οικιακής μύγας (Okah & Onwujiarigi, 2012), και στα δύο δεν υπήρξε κάποια ανεπιθύμητη ή δυσμενής παρενέργεια τόσο στα ζώα όσο και στα προϊόντα που προήλθαν από αυτά.

2.2.2. Όρνιθες αυγοπαραγωγής

Οι όρνιθες αυγοπαραγωγής αποτελούν έναν από τους μεγαλύτερους τομείς της κτηνοτροφίας στις μέρες μας καθώς τα αυγά αποτελούν έναν από τους ακρογωνιαίους λίθους της διατροφής δισεκατομμυρίων ανθρώπων καθημερινά. Βασικός τους στόχος στην διατροφή είναι, να αναπτύξουν υγιές οργανισμό ο οποίος θα μπορέσει να παράγει καλής ποιότητας αυγά, για όσο το δυνατόν μεγαλύτερο διάστημα. Η εκτροφή των αυγόπαραγωγών ορνίθων διαχωρίζεται σε δύο φάσεις, την πρώτη της ανάπτυξης(0-17^η εβδομάδα) και την δεύτερη της παραγωγής (18^η εβδομάδα έως την απομάκρυνση). Το σιτηρέσιο των ορνίθων αυγοπαραγωγής συνήθως εμπεριέχει υψηλές ποσότητες ενέργειας και ανόργανων στοιχείων, τα οποία συμβάλουν στη διατήρηση της υγείας της όρνιθας και στη διαμόρφωση των αυγών που παράγουν. Συχνά στο σιτηρέσιο τους συμμετέχουν έντομα, αλλά όχι τόσο συχνά, όσο στον ορνίθων κρεοπαραγωγής, λόγω των υψηλών απαιτήσεων τους σε ανόργανα στοιχεία(κυρίως ασβέστιο και φώσφορο).



2.2.2.1. Ανάπτυξη ορνίθων αυγοπαραγωγής.

Η ανάπτυξη των νεοσσών ορνίθων αυγοπαραγωγής υπολογίζεται ηλικιακά, από την εκκόλαψη των αυγών έως την έναρξη της αυγοπαραγωγικής τους ικανότητας περίπου στην δέκατη έβδομη εβδομάδα της ζωής τους. Απαραίτητα για την ανάπτυξη τους είναι, σιτηρέσια πλούσια σε βιταμίνες, ενέργεια, πρωτεΐνη και ανόργανες ουσίες με σκοπό την ανάπτυξη των νεοσσών με υγιές οργανισμό, και την όσο πιο γρήγορη την αναπαραγωγική ωρίμανση, ο οποίος θα είναι σε θέση να ανταπεξέλθει στις έντονες μεταβολές που θα ακολουθήσουν τους επόμενους μήνες(χρόνια) για την καθημερινή παραγωγή αυγών. Αν και θρεπτικές τους ανάγκες αλλάζουν βάση την φυλή από την οποία προέρχονται, παρατηρείται ότι στους νεοσσούς αυγοπαραγωγής κατά μέσο όρο οι πρωτεϊνικές τους ανάγκες κυμαίνονται μεταξύ 15-18 % επί το σιτηρέσιο(18% για τα εβδομάδες 0-6, 16% για τις εβδομάδες 6-12 & 15% για τις εβδομάδες 12-18) (Klasing, 2016), ενώ οι ενεργειακές τους ανάγκες κυμαίνονται από 2.750-2.850 ME/kcal/ kg (Γούση, 2009).

Σε αυτό το πλαίσιο αρκετές φορές χρησιμοποιήθηκαν έντομα ως εναλλακτική μορφή πρωτεΐνης στα σιτηρέσια ορνίθων ανάπτυξης αυγοπαραγωγής, έναντι του ιχθυάλευρου, και κυρίως γεύμα αλεύρου προνυμφών μεταξοσκώληκα. Το 1980 το άλευρο μεταξοσκώληκα αντικατέστησε πλήρως το ιχθυάλευρο που υπήρχε στο σιτηρέσιο, δίχως κάποια δυσμενή παρενέργεια για τα ζώα ή τα προϊόντα που παρήχθησαν από αυτά (Virk, Lodhi, & Ichhronani, 1980). Σε αντίστοιχο πείραμα πλήρους αντικατάστασης ιχθυάλευρου 100% και μερικής αντικατάστασης 50%, με άλευρο μεταξοσκώληκα, παρατηρήθηκε αύξηση βάρους και μείωση πρόσληψης της τροφής (Deshpande, Barmase, Dharmadhikari, & Rekhate, 1996). Παρατηρήθηκε επίσης ότι η προσθήκη 6-8% αλεύρου προνυμφών μεταξοσκώληκα, έναντι συμπυκνωμένου συμπληρώματος πρωτεΐνης είχε καλύτερη απόδοση στην μετέπειτα αυγοπαραγωγή των νεοσσών ως πουλάδων (Khatun, και συν., 2005).

2.2.2.2. Όρνιθες αυγοπαραγωγής.

Ως όρνιθες αυγοπαραγωγής, θεωρούνται οι πουλάδες μετά την δέκατη έβδομη εβδομάδα της ζωής τους όταν αρχίζει η αυγοπαραγωγική τους παραγωγή καθώς έχει επέλθει η αναπαραγωγική τους ωριμότητα(η ηλικία που συμβαίνει αυτό διαφέρει αναλόγως την φυλή στην οποία ανήκει η πουλάδα). Το σιτηρέσιο με το οποίο σιτίζονται, θα πρέπει να καλύπτει τις ενεργειακές τους ανάγκες



οι οποίες ανέρχονται στις 2.750 ME kcal / kg, και τις πρωτεϊνικές τους ανάγκες οι οποίες ανέρχονται στις 16-17% επί του σιτηρεσίου (Γούση, 2009).

Οι παραπάνω ανάγκες καλύπτονται με την σύνθεση πολλών διαφορετικών ζωοτροφών, όπου συχνά οι συμβατικές πρωτεϊνούχες ζωοτροφές υποκαθίστανται με ζωοτροφές προερχόμενες από έντομα. Το άλευρο από τον κοινό κίτρινο σκόκληκα θα μπορούσε να αντικαταστήσει πλήρως και επαρκώς το ιχθυάλευρο και άλλες ζωικές συμβατικές πρωτεϊνούχες ζωοτροφές σε σιτηρέσια ωοπαραγωγικών πουλάδων, δίχως παρενέργειες (Giannone, 2003) (YingChang, και συν., 1996).

Εκτός από το άλευρο κοινού κίτρινου σκόκληκα χρησιμοποιήθηκε επίσης στο σιτηρέσιο πουλάδων αυγοπαραγωγής άλευρο προνύμφης κοινής οικιακής μύγας και προνυμφών μεταξοσκώληκα. Το άλευρο προνύμφης κοινής οικιακής μύγας σε πείραμα το οποίο έγινε το 1984, αποδείχτηκε ότι μπορούσε να υποκαταστήσει στο σιτηρέσιο άλλες συμβατικές πρωτεΐνες ζωικής προελεύσεως, με καλύτερη απόδοση στην αυγοπαραγωγή και την εκκολαψιμότητα (Ernst, Vagarov, Pozdeeva, Zhemchuzhina, & Zvereva, 1984). Παρόλα αυτά πιο πρόσφατο πείραμα (Agunbiade, και συν., 2007), έδειξε ότι η αντικατάσταση του ιχθυάλευρου με άλευρο προνύμφης *Musca domestica* L. σε ποσοστό 50% δεν είχε κάποια επίπτωση τόσο στα ζώα όσο και στα προϊόντα τους. Επίσης με συμμετοχή 50% υποκατάσταση, αυτή την φορά του σογιάλευρου στο σιτηρέσιο αυγόπαραγωγικών πουλάδων ενός έτους, έγινε με άλευρο μεταξοσκώληκα μην φέροντας αλλαγές στην απόδοση παραγωγής, την πέψη των θρεπτικών στοιχείων, τα αιματολογικά χαρακτηριστικά των ορνίθων και την ποιότητα του αυγού αλλά έχοντας καλύτερη απόδοση στην μετατρεψιμότητα του σιτηρεσίου (Ullah, et al., 2017). Χαρακτηριστική είναι και η δυσμενής επίδραση στην αναπαραγωγική ικανότητα αρσενικών γεννητόρων, όταν υπήρξε υποκατάσταση 50-100% του ιχθυάλευρου από άλευρο μεταξοσκώληκα σε σιτηρέσια τους(αν και δεν ανήκουν στην κατηγορία των ωοπαραγωγικών ορνίθων, συντελούν έμμεσα στην αυγοπαραγωγή κρεοπαραγωγικών ορνίθων) (Mahanta, Sarcota, & Islam, 2004).

2.2.3. Ινδιόρνιθες, χήνες, πάπιες και άλλα πουλερικά.

Αν και οι ινδιόρνιθες, οι χήνες, οι πάπιες και άλλα πουλερικά δεν γνωρίζουν την προτίμηση των καταναλωτών στο επίπεδο των ορνίθων, πολλοί είναι εκείνοι που τα προτιμούν γευστικά και έτσι η εκτροφή τους υφίσταται παράλληλα σε εκείνη των ορνίθων. Οι εκτροφές τους έχουν διαφορετικές απαιτήσεις για κάθε είδος και προϊόν που παράγεται από αυτές. Οι ανάγκες τους σε ενέργεια είναι για



τις ινδιόρνιθες από 2.800-3.200 kcal ME/kg., και 12-28% σε πρωτεΐνη επί του σιτηρεσίου, για πάπιες (Πεκίνου) 2.900-3.000 kcal ME/kg και οι πρωτεϊνικές ανάγκες κυμαίνονται από 15-22%, τέλος στις χήνες οι ενεργειακές ανάγκες είναι επίσης 2.900-3.000, και οι πρωτεϊνικές ανάγκες 15-20% επί του σιτηρεσίου (Klasing, 2016). Παρότι τα σιτηρέσια τους μοιάζουν αρκετά με των ορνίθων καθώς είναι όλα πουλερικά και μονογαστρικά αγροτικά ζώα, λίγες είναι οι καταγεγραμμένες συμμετοχές εντόμων στα σιτηρέσια τους.

Όσον αφορά τις ινδιόρνιθες κυριότερη είναι η καταγραφή εκείνη, που αναφέρεται στο ότι οι αφυδατωμένες προνύμφες κοινής οικιακής μύγας μπορούν να αντικαταστήσουν επαρκώς την υπάρχουσα συμβατική πρωτεϊνούχο ζωοτροφή(σογιάλευρο) στο σιτηρέσιο ινδιορνίθων , με θετικές αποδόσεις κυρίως στην πεπτικότητα (Zuidhof & C.LMolnar, 2003). Ένα δεύτερο πείραμα που έγινε με τα έντομα στο σιτηρέσιο ινδιορνίθων ήταν με προνύμφες σκαθαριών *Alphitobius diaperinus*, που είναι συγγενές έντομο του *Tenebrio monitor*, σε κτηνοτροφική μονάδα με ινδιόρνιθες κρεοπαραγωγής, τα αποτελέσματα ήταν αρνητικά καθώς παρατηρήθηκαν αρκετές λοιμώξεις στα πουλερικά με μικρόβια όπως η σαλμονέλα και η *Escherichia Coli* (Harein, 1972). Σε ένα ακόμη πείραμα συσχετίστηκε η ύπαρξη των *Alphitobius diaperinus* σε κτηνοτροφικές μονάδες με ινδιόρνιθες, όπου παρατηρήθηκε ότι η σίτιση των γαλοπουλών με τα έντομα προξένησε λοιμώξεις και εντερίτιδες (Despins, 1994)

Ακόμη έμμεσα σε έναν πείραμα που έγινε για την παρατήρηση ως εναλλακτικής λύσης των φυτοφαρμάκων, την χρήση ορνίθων και χηνών και την σίτιση αυτών με έντομα που παρασιτούσαν σε καλλιέργειες κυρίως μηλιών(παραγωγή ελευθέρας βοσκής και δημιουργίας αγρόοικοσυστήματος μεταξύ των αγροτικών ζώων-εντόμων). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα έντομα τα οποία παρασιτούσαν στις μηλιές , το *Plum curculio*, η μπορούσαν να σιτίσουν κατά βούληση χήνες δίχως παρενέργειες (Clark, 1996).

Παράλληλα παρατηρήθηκε ότι στο σιτηρέσιο ιαπωνικών ορτυκιών υποκαταστάθηκε το 50% του ιχθυάλευρου με αλευρά ακριδών και τριζονιών , με θετικές αποδόσεις καλύτερες του προηγούμενου συμβατικού σιτηρεσίου για την αυγοπαραγωγή-γονιμότητα των ορτυκιών (Van-Huis, 2013) (Haldar, 2012).



2.3. Η χρήση των εντόμων στη διατροφή των χοίρων.

Με την ραγδαία επικείμενη αύξηση του πληθυσμού η ζήτηση των ανθρώπων για πρωτεϊνικές μορφές τροφής θα αυξηθεί κυρίως στα πουλερικά αλλά και τα χοιρινά . Η εκτροφή των χοιρινών αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους κτηνοτροφικούς τομείς. Για να καταφέρει να καλύψει την ζήτηση σε χοιρινό κρέας οι περισσότερες κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις είναι εντατικοποιημένες, με σκοπό την γρηγορότερη δυνατή πάχυνση και την πιο αποδεκτή (σε ποιότητα και τεμάχια σφαγίου). Η παραγωγή των χοίρων χωρίζεται σε τρεις κυρίως κατηγορίες, τα χοιρίδια ανάπτυξης και τα χοιρίδια πάχυνσης και τους γεννήτορες.

Λόγο της εντατικής αύξησης όγκου και βάρους, οι απαιτήσεις του καθημερινού σιτηρεσίου είναι μεγάλες σε πρωτεϊνούχες τροφές , οι οποίες είναι οι πιο κοστοβόρες. Για αυτό η σίτιση τους με έντομα και η αντικατάσταση των συμβατικών πρωτεϊνούχων ζωοτροφών με έντομα στο σιτηρέσιο τους θα αποτελούσε μια εξαιρετική λύση για τους κτηνοτρόφους, ώστε να μειώσουν το κόστος των ζωοτροφών και ίσως να είναι σε θέση να παραδώσουν ένα οικονομικότερο προϊόν και οι ίδιοι.

2.3.1. Χοιρίδια ανάπτυξης.

Ως χοιρίδια ανάπτυξης για τα Ελληνικά δεδομένα θεωρούνται τα χοιρίδια μέχρι τα πενήντα κιλά (Κυριακόπουλος, 2003). Τα χοιρίδια απογαλακτίζονται συνήθως στα εικοσιπέντε κιλά κατά την Πέμπτη εβδομάδα της ζωής τους, καθώς είναι οικονομικότερο. Τα πειράματα που έγιναν για την συμμετοχή των εντόμων στην σίτιση των χοιριδίων ανάπτυξης, αφορούν την συνολική παραπάνω ηλικιακή ομάδα.

Τα ποιο αξιολόγα πειράματα για την διατροφή χοίρων με έντομα έκανε ο Newton. Στο πρώτο του πείραμα που έγινε το 1977 κατέληξε στο ότι οι νύμφες της μύγας μαύρου στρατιώτη θα μπορούσαν να υποκαταστήσουν τις συμβατικές μέχρι τότε πρωτεϊνούχες ζωοτροφές για τα αναπτυσσόμενα χοιρίδια, παρότι είχε υψηλά ποσοστά τέφρας (Newton, Booram, Barker, & Hale, 1977).

Αργότερα οι προνύμφες των μυγών μαύρων στρατιωτών δόθηκαν σε σιτηρέσιο χωρίς απογαλακτισμένων χοιριδίων σε διάφορα ποσοστά(0-50&100%) , σημειώνοντας την καλύτερη απόδοση ανάπτυξης, σε υποκατάσταση των συμβατικών πρωτεϊνικών ζωοτροφών με ποσοστό 50%, με συμπλήρωμα αμινοξέων στο σιτηρέσιο (Newton G. L., 2005). Με το παραπάνω σχήμα η αύξηση



βάρους αυξήθηκε κατά 4% και η αποδοτικότητα της τροφής κατά 9%. Ποσοστά υποκατάστασης άνω του 50% και κυρίως 100% είχαν αρνητικές συνέπειες, πράγμα που φάνηκε να δηλώνει ότι ίσως οι προνύμφες χρειάζονται μια διαφορετική επεξεργασία ώστε να είναι αποδεκτές από νωρίς απογαλακτισμένα χοιρίδια.

Στο σιτηρέσιο των αναπτυσσόμενων, απογαλακτισμένων χοιριδίων φάνηκε να είναι θετική η συμμετοχή 6% αποξηραμένων κοινών κίτρινων σκουληκιών γεύμα-αλευρού, όσον αφορά τη λήψη τροφής των χοιριδίων, την αύξηση, και την πεπτικότητα (Jin, Heo, Hong, Kim, & Kim, 2016).

Σε έρευνα που έγινε προστέθηκε επίσης 10% άλευρο προνύμφης κοινής οικιακής μύγας, στο σιτηρέσιο χοιριδίων ανάπτυξης, χωρίς αρνητικές συνέπειες για αύξηση του βάρους ή τη μετατρεψιμότητα της τροφής (Wanasithchaiwat & Malin Saesakul, 1989). Ενώ σε πείραμα που έγινε, παρατηρήθηκε ακόμη ότι τα νωρίς απογαλακτισμένα χοιρίδια ανέχτηκαν μέχρι 10% μίγμα τρία προς ένα αποξηραμένων τμημάτων κοιλίας και άλευρο προνύμφης κοινής οικιακής μύγας, χωρίς επιβλαβή συνέπειες (Adeniji, 2008).

2.3.2. Χοιρίδια πάχυνσης.

Οι χοίροι πάχυνσης σύμφωνα με τα Ελληνικά δεδομένα είναι οι χοίροι άνω των πενήντα κιλών οι οποίοι σε αυτό το διάστημα της ζωής τους αυξάνουν το βάρος τους, με προορισμό την σφαγή όταν φτάσουν στα εκατό περίπου κιλά. Τα δεδομένα αλλάζουν ανάλογα με τις απαιτήσεις της κάθε χώρας, το είδος εκτροφής, την φυλή και το φύλο του χοίρου. Νοητά το στάδιο πάχυνσης χωρίζεται σε δύο κομμάτια, εκείνο που χαρακτηρίζεται ως πρώτη περίοδος πάχυνσης, και η δεύτερη, γνωστή και ως τελικό στάδιο πάχυνσης (τελευταία-ες εβδομάδες πριν την σφαγή).

Η σίτιση των χοίρων στο πρώτο κομμάτι της πάχυνσης τους γίνεται εντατικά. Θεωρητικά ο σκοπός στο στάδιο αυτό είναι πιο εύκολος από το τελικό κομμάτι, όπου η σίτιση πρέπει να γίνει με προσοχή ώστε να γίνει η απαραίτητη αύξηση βάρους, χωρίς την αύξηση λίπους στο σφάγιο. Στο πρώτο κομμάτι της πάχυνσης των χοιριδίων είναι απαραίτητα για την σίτιση των χοίρων με σιτηρέσια πλούσια σε πρωτεΐνες. Σε αυτό το πλαίσιο έγιναν προσπάθειες- πειράματα για την δυνητική υποκατάσταση των συμβατικών ζωικών ζωοτροφών, με έντομα.

Το 1947 καταγράφηκε ένα από τα πρώτα πειράματα σίτισης παχυνόμενων χοιριδίων με αποξηραμένες ακρίδες (*Nomadacris septemfasciata*) ως πρωτεϊνικό συμπλήρωμα, σε σιτηρέσιο με



20% πρωτεΐνη. Παρότι τα ποσοστά ανάπτυξης ήταν αρκετά ικανοποιητικά, υπήρξαν αρνητικές συνέπειες στα μορφολογικά χαρακτηριστικά του κρέατος, όταν αφαιρέθηκαν οι ακρίδες από το σιτηρέσιο τις τρεις τελευταίες εβδομάδες πάχυνσης και το σφάγιο ήταν το επιθυμητό (Hemsted, 1947).

Όσον αφορά την χρήση προνυμφών μεταξοσκώληκα ως ζωικό πρωτεϊνικό υποκατάστατο του σογιάλευρου στο 100% είχε καλές αποδόσεις για τα χοιρίδια πάχυνσης, στην Βραζιλία, στην αύξηση βάρους των χοιριδίων και το σφάγιο. Στην Ινδία επίσης παρατηρήθηκε πλήρης αντικατάσταση του ιχθυάλευρου με άλευρο μεταξοσκώληκα χωρίς αλλοιώσεις στην απόδοση σφαγίου ή την ποιότητα του (Medhi D. , 2011) (Medhi D. M., 2009) (Medhi, Nath, Gohain, & Bhuyan, 2009). Παρατηρήθηκε επίσης από τους Wang και Chen ότι 7% συμμετοχή αλεύρου μεταξοσκώληκα ήταν ανεκτή στα χοιρίδια αλλά όχι σε ποσοστά πάνω από δέκα τοις εκατό (Wang, και συν., 2007) (Chen, 1989) .

Η συμβολή του αλεύρου με προνύμφη μεταξοσκώληκα σε σιτηρέσια χοιριδίων τελικού σταδίου πάχυνσης αποδείχτηκε θετική, παρόλα αυτά όταν το ποσοστό συμμετοχής κατέβαινε, ο δείκτης μετατρεψιμότητας τροφής στα χοιρίδια αυξάνονταν, γεγονός το οποίο θα μπορούσε να οφείλετε στα υψηλότερα ποσοστά λυσίνης που έχει το άλευρο με απολιπομένη προνύμφη μεταξοσκώληκα (Coll, και συν., 1992).

2.3.3. Χοιρομητέρες και κάπροι.

Το σιτηρέσιο των γεννητόρων χοίρων, όπως και κάθε είδους αγροτικού ζώου έχει ειδικότερες απαιτήσεις, ώστε να καλύψει τις αναπαραγωγικές υποχρεώσεις- ανάγκες του οργανισμού του ζώου.

Λόγω των ιδιαίτερων θρεπτικών αναγκών των γεννητόρων, λίγα είναι τα γνωστά πειράματα για την συμμετοχή των εντόμων σε σιτηρέσια για χοιρομητέρες και ακόμη λιγότερα αυτά σε κάπρους. Αναφορικά παρατηρήθηκε το 1980, στην Ρωσία, η σίτιση τόσο των χοιρομητέρων όσο και των μικρών τους με άλευρο προνυμφών κοινής οικιακής μύγας, μετά την οποία δεν υπήρξαν αρνητικές επιπτώσεις ούτε στην υγεία ούτε στην αναπαραγωγικότητά τους (Bayandina & Inkina, 1980).



2.4. Η χρήση των εντόμων στην διατροφή των ιχθύων.

Οι ιχθύες αποτελούν από μόνοι τους μία πηγή ζωικής πρωτεΐνης για πολλά μονογαστρικά ζώα συμπεριλαμβανομένου και του είδους τους. Τα μεγάλα ποσοστά παραγωγής ιχθύων (20.9 εκατομμύρια ψάρια και υποπροϊόντα ψαριών (FAO, 2016) που χρησιμοποιούνται σήμερα για την σίτιση πολλών αγροτικών ζώων σε συνάρτηση με τις όλο και υψηλότερες τιμές τους τα τελευταία χρόνια και την επικείμενη αύξηση του πληθυσμού, κάνουν όλο και πιο επιτακτική την ανάγκη εναλλακτικών μορφών πρωτεΐνης όπως τα έντομα ακόμη και για την σίτιση των ίδιων των ιχθύων.

Η βιοποικιλότητα των ιχθύων είναι τεράστια για αυτό τον λόγο ακόμη και μία γενικευμένη απόδοση των θρεπτικών αναγκών τους δεν είναι εφικτή. Παρότι οι ιχθύες δεν είναι αγροτικά ζώα με την άμεση έννοια της λέξεως, αποτελούν έναν τεράστιο τομέα κτηνοτροφικής εκμετάλλευσης σε θαλάσσια ύδατα, και ανήκουν στα μονογαστρικά αγροτικά ζώα. Οι ιχθύες αποτελούν τα μόνα μονογαστρικά μάλιστα ζώα στην Ευρώπη, στα οποία θα επιτρέπεται η χρήση των εντόμων στο σιτηρέσιο τους από το 2018, βάση του νόμου 893/2017.

Στο σιτηρέσιο των ιχθύων ανάλογα με το είδος τους, μπορούν να προστεθούν διάφορες ποσότητες εντόμων από επτά συγκεκριμένα έντομα (μύγα μαύρος στρατιώτης, κοινή οικιακή μύγα, κοινό κίτρινο σκουλήκι άλευρο, μεγάλο σκουλήκι άλευρο, κοινό οικιακό τριζόνι, κλιμακωτό τριζόνι και ακρίδα του αγρού) (I.P.I.F.F., 2014). Κοινά ήδη ιχθύων στα οποία προστίθεται συχνά έντομα στο σιτηρέσιο τους είναι διάφορα είδη γατόψαρου που ζουν σε κανάλια, είδη πέστροφας και κυρίως της ιριδιζουσας πέστροφας και μπλε Τιλάπιας.

2.5. Η χρήση των εντόμων στην διατροφή άλλων μονογαστρικών.

Η χρήση των εντόμων σε σιτηρέσια άλλων μονογαστρικών αγροτικών ζώων αφορά κυρίως την χρήση τους στο σιτηρέσιο κονίκλων. Ως μονογαστρικά αγροτικά ζώα οι κόνικλοι είναι και αυτοί παμφάγοι. Βασική δυνατή χρήση εντόμων στο σιτηρέσιο των κονίκλων είναι η υποκατάσταση του ιχθυάλευρου, με αλεύρου προνυμφών μεταξοσκώληκα, χωρίς καμία αισθητή διαφορά στο σφάγιο και την ζωή των ζώων ή την υγεία τους (Aganga AA., 1991) (Fasanya, 1999).



3. Συμπεράσματα

Συμπερασματικά καταλήγουμε στο ότι τα έντομα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εναλλακτική μορφή ζωικής πρωτεΐνης στα σιτηρέσια των μονογαστρικών ζώων.

Σήμερα τα έντομα (*νόμφη μύγας μαύρος στρατιώτης-Black soldier larvae L. (Hermetia Illucens)*, *Musca Domestica L.-Κοινή οικιακή Μύγα*, *Tenebrio Molitor - κοινό κίτρινο σκουλήκι άλευρο*, *Μεταξοσκώληκας εν γένη(κυρίαρχο είδος το Bombyx Mori)*, ακρίδες, γρύλλους και τριζόνια) χρησιμοποιούνται ήδη ως υποκατάστατα πολλών συμβατικών πρωτεϊνικών ζωοτροφών παγκοσμίως, με συμμετοχή στο σιτηρέσιο πολλών μονογαστρικών αγροτικών ζώων.

Η συμμετοχή των εντόμων στην διατροφή των νεοσσών ανάπτυξης κρεοπαραγωγής μπορεί να γίνει για την μερική ή ολική αντικατάσταση των συμβατικών ζωοτροφών. Έντομα τα οποία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν είναι: αποξηραμένη προνύμφη μύγας μαύρου στρατιώτη, και άλευρο μεταξοσκώληκα πλήρως αντί συμβατικών πρωτεϊνικών τροφών. Σε διάφορα ποσοστά αντικατάστασης διαφόρων συμβατικών πρωτεϊνούχων ζωοτροφών θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν πολλά έντομα σε διάφορες μορφές τους όπως: άλευρο ακρίδας σε ποσοστό 30% του συνολικού σιτηρεσίου, αποξηραμένες προνύμφες κοινού κίτρινου σκώληκα σε ποσοστά 5-10%, άλευρο προνυμφών κοινής οικιακής μύγας σε ποσοστά 25%. Παράλληλα στο στάδιο πάχυνσης τα έντομα τα οποία θα μπορούσαν να συμμετάσχουν στο σιτηρέσιο των νεοσσών κρεοπαραγωγής ήταν το άλευρο ακρίδας σε ποσοστό 6,8% αντί του ιχθυαλεύρου και σε ποσοστό 28% αντί της σόγιας, ή άλευρο κοινής οικιακής μύγας έναντι 50% αντί ιχθυαλεύρου.

Στο σιτηρέσιο των ορνίθων αυγοπαραγωγής θα μπορούσαν να συμμετέχουν επίσης τα έντομα έναντι των συμβατικών ζωικών πρωτεϊνών. Στο στάδιο ανάπτυξης ορνίθων αυγοπαραγωγής θα μπορούσε να συμμετέχει 8% αλεύρου μεταξοσκώληκων σε υποκατάσταση του ιχθυαλεύρου. Παράλληλα στο στάδιο της αυγοπαραγωγής οι όρνιθες θα μπορούσαν να τραφούν με 50% άλευρο προνυμφών κοινής οικιακής μύγας ή αλεύρου προνύμφης μεταξοσκώληκα έναντι συμβατικών πρωτεϊνούχων ζωοτροφών. Τέλος στο σιτηρέσιο των αυγοπαραγωγικών ορνίθων θα μπορούσαμε να αντικαταστήσουμε πλήρως το ιχθυάλευρο με προνύμφες του κοινού κίτρινου σκώληκα. Όσον αφορά άλλα πτηνά το άλευρο της προνύμφης της κοινής οικιακής μύγας μπορεί να αντικαταστήσει πλήρως την σόγια στο σιτηρέσιο των ινδιόρνιθων, ενώ επίσης το 50% του ιχθυαλεύρου στο σιτηρέσιο ορτυκίων μπορεί να καλυφτεί με την χρήση αλεύρου τριζονιών και ακριδιών.



Όσον αφορά το πώς θα μπορούσαν τα έντομα να συμμετέχουν στο σιτηρέσιο των χοιριδίων αντί συμβατικών ζωοτροφών , στο στάδιο ανάπτυξης είναι τρείς οι τρόποι: α) 50%με αποξηραμένη προνύμφη μύγας μαύρου στρατιώτη, β) σε ποσοστό 6% αποξηραμένου κοινού κίτρινου σκώληκα, γ) και 10% αλεύρου προνύμφης κοινής οικιακής μύγας αλλά με το συμπλήρωμα αμινοξέων. Παράλληλα στην περίοδο της πάχυνσης των χοιριδίων μπορούν να συμμετέχουν στο σιτηρέσιο τους τα έντομα είτε ως άλευρο ακριδών σε ποσοστό 20% πρωτεΐνης, και πλήρως αντικατάσταση των συμβατικών ζωοτροφών με άλευρο προνύμφης μεταξοσκώληκα.

Στο πλαίσιο του πληθυσμιακά αυξανόμενου ανθρώπινου πληθυσμού, και της επιτακτικής ανάγκης για εναλλακτικές μορφές πρωτεΐνης τα έντομα θα μπορούσαν να αποτελέσουν την ιδανική λύση εάν παρακαμφθούν πλήρως οι ηθολογικοί και νομικοί φραγμοί του Ευρωπαίου πολίτη.



1 Βιβλιογραφία

Ξένη Βιβλιογραφία

1. Adámková, A., & Kouřimská, L. (2016, Ιουλίου 16). *Science Direct*. Ανάκτηση Σεπτέμβριος 28, 2017, από Nutritional and sensory quality of edible insects-NSF Journal: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352364616300013#bb0090>
2. Adeniji, A. A. (2008). The feeding value of rumen content-maggot meal mixture in the diets of early weaned piglets. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, σσ. 115-119.
3. Adesina, M. A., Adejinmi, O. O., Omole, A. J., Fayenuwo, J. A., & Osunkeye, O. (2011). Performance of broilers' finishers fed graded levels of cassava peel -maggot meal- based diet mixtures. *Journal of Agriculture Forestry Society Science*, σσ. 226-231.
4. Adeyemo, G. O., Longe, O. G., & Lawal, H. A. (2008). *Effects of feeding desert locust meal (Schistocerca gregaria) on performance and haematology of broilers*. Nigeria: Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria.
5. Aganga AA., A. A. (1991). Effect of different protein sources and their levels on the reproduction of breeding rabbits. *Journal of Applied Rabbit Research*, σσ. 30-33.
6. Agunbiade, J. A., Adeyemi, O. A., Ashiru, O. M., Awojobi, H. A., Taiwo, A. A., Oke, D. B., & Adekunmisi, A. A. (2007). Replacement of fish meal with maggot meal in cassava-based layers' diets. *Journal of poultry Science*, σσ. 278-282.
7. Aiwok. (2010, Αυγούστου 29). *Feedipedia*. Ανάκτηση Αυγούστου 18, 2017, από Locust meal, locusts, grasshoppers and crickets: <https://www.feedipedia.org/content/house-cricket-acheta-domestica>
8. Andrew, N., Khusro, M., & Nicholas, A. (2010). *Insects as poultry feed: A scoping study*. New England, Australia: Australian Poultry CRC Pty Ltd.
9. Atteh, J. O., & Ologbenla, F. D. (1993). Replacement of fish meal with maggots in broiler diets: effects on performance and nutrient retention. *Nigerian Journal of Animal Production*, σσ. 44-49.



10. Awoniyi, T. A., Aletor, V. A., & Aina, J. M. (2003). Performance of broiler - chickens fed on maggot meal in place of fishmeal. *International Journal of Poultry Science*, σσ. 271-274.
11. Bayandina, G. V., & Inkina, Z. G. (1980). Effects of prolonged use of housefly larvae in the diet of sows and their offspring on fattening and meat quality of the young. *Nauchnye Trudy Novosibirskogo Sel'skokhozyaistvennogo Instituta*, σσ. 52-59.
12. Bio-Insecta. (2007-2008). *Bio-Insecta*. Ανάκτηση Αύγουστος 23, 2017, από <http://www.bio-insecta.gr/company.html>
13. Cadag, M. T., Lopez, P. L., & Mania, R. P. (1981). Production and evaluation of maggot meal from common housefly (*Musca domestica*) as animal feed. *Philippine Journal of Veterinerian Animal Science*, σσ. 40-41.
14. Calvert, C. C., Martin, R. D., & Morgan, N. O. (1969). Housefly pupae as food for poultry. *Journal of Economy and Entomology*, σσ. 938-939.
15. Capinera, H. S.-A. (1998, Αύγουστος). *Featured Creatures-University of Florida*. Ανάκτηση Αύγουστος 14, 2017, από *Musca domestica* Linnaeus (Insecta: Diptera: Muscidae): http://entnemdept.ufl.edu/creatures/urban/flies/house_fly.HTM
16. Chen, Y. (1989). *Animal raising and plant cultivation on an integrated fish farm. Integrated fish farming in China, NACA Technical Manual 7, A world food day1989*. Bangkok, Thailand: Publication of the network of aquaculture centres in Asia and the Pacific.
17. Chiba, L. I. (2014). *ANIMAL NUTRITION HANDBOOK*. Ανάκτηση από ANIMAL NUTRITION HANDBOOK: <http://www.ag.auburn.edu/~chibale/animalnutrition.html>
18. Clark, M. . (1996, Μάρτιος). Effects of free-range chickens and geese on insect pests and weeds in an agroecosystem. *American Journal of alternative Agriculture*, σσ. 39-47.
19. Coll, J. F., Crespi, M. P., Itagiba, M. G., Souza, J. C., Gomes, A. V., & Donatti, F. C. (1992). Utilization of silkworm pupae meal (*Bombyx mori* L.) as a source of protein in the diet of growing-finishing pigs. *Revista Brasileira de Zootecnia*, σσ. 378-383.



20. DeFoliart, G. R., Finke, M. D., & Sunde, M. L. (1982). Potential value of the Mormon cricket (Orthoptera: Tettigoniidae) harvested as a high-protein feed for poultry. *Journal of Economic Entomology*, σσ. 848-852.
21. Deshpande, S., Barmase, B., Dharmadhikari, D., & Rekhate, D. (1996). Effect of locally available undeoiled, untreated silkworm pupae meal on layer chicks. *Poultry Advisor*, σσ. 35-38.
22. Despins, J. R. (1994). Transmission of enteric pathogens of turkeys by darkling beetle larva (Alphitobius Diaperinus). *Applied Poultry Science*, σσ. 61-65.
23. Diclaro II, J. W., & Kaufman, P. E. (2009). *Black soldier fly Hermetia illucens Linnaeus (Insecta: Diptera: Stratiomyidae)*. EENY-461. Φλώριντα: Entomology and Nematology Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.
24. Dohnal, I. 5. (n.d.). *Dreamstime*. Ανάκτηση Αυγούστου 18, 2017, από *Locusta Migratoria*: <https://www.dreamstime.com/stock-images-migratory-locust-locusta-migratoria-image5407674>
25. Efsa Committee. (2015, Οκτωβρίου 8). Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. *Efsa Journal*.
26. Eko, A. I. (2009). Effect of replacing dietary fish meal with silkworm (*Anaphe infracta*) caterpillar meal on Growth, Digestability and Economics of Production of Starter broiler Chicken. *Pakistan Journal of Nutrition*, σσ. 845-849.
27. Ernst, L., Vagarov, R., Pozdeeva, E., Zhemchuzhina, A., & Zvereva, E. (1984). A high-protein feed from poultry manure. *Ptitsevodstvo*.
28. Fagoonee, I. (1983). . Inclusion of silkworm pupae in poultry rations. . *Tropical Journal Vet*, σσ. 91-96.
29. FAO. (2002). *Protein Sources for the Animal Feed industry*. Ανάκτηση Σεπτεβρίου 29, 2017, από FAO corporate document repository: <http://www.fao.org/docrep/007/y5019e/y5019e03.htm>



30. FAO. (2009, Οκτωβρίου 13). *How to feed the World 2050*. Ανάκτηση Αυγούστου 8, 2017, από http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf
31. FAO. (2012). *Composition database for Biodiversity Version 2, BioFoodComp2*. (. Ανάκτηση από FAO: www.fao.org/infoods/
32. FAO. (2016). *THE STATE OF WORLD FISHERIES AND AQUACULTURE-Contributing to food security and nutrition for all*. Rome: FAO.
33. Fasakin, E. A., Balogun, A. M., & Ajayi, O. O. (2003, Ιούλιος 3). Evaluation of full-fat and defatted maggot meals in the feeding of clariid catfish *Clarias gariepinus* fingerlings. *Aquaculture Research*, 34(9), σσ. 733-738.
34. Fasanya, O. I. (1999). *Effect of graded level of dietary protein on growth and carcass characteristic of rabbits*. Baddegi, Nigeria.: Paper presented at the 3rd Annual Conference of the Agricultural Society of Nigeria (ASN), NCRI,.
35. Finke, M. D. (2002). Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. *Zoo Biology*, σσ. 269-285.
36. Finke, M. D., Sunde, M. L., & DeFoliart, G. R. (1985). An evaluation of the protein quality of Mormon crickets (*Anabrus simplex* Haldeman) when used as a high protein feedstuff for poultry. *Poultry Science*, σσ. 708-712.
37. Giannone, M. (2003). A natural supplement made of insect larvae. *Rivista di Avicoltura*, σσ. 40-41.
38. Haldar, P. (2012). Evaluation of nutritional value of short-horn grasshoppers (acridids) and their farm-based mass production as a possible alternative protein source for human and livestock. . *Expert Consultation Meeting on Assessing the Potential of Insects as Food and Feed in assuring Food Security*,. Rome: FAO.
39. Hale, O. (1973). Dried *Hermetia illucens* larvae (Diptera: Stratiomyidae) as a feed additive for poultry. *Journal Georgia Entomology Sociaty*, σσ. 16-20.



40. Halloran, A. (2017, Μάιος 11). *EurekaAlert*. Ανάκτηση Αύγουστος 18, 2017, από A Cricket Farm in Mahasarakham Province, Thailand: https://www.eurekaalert.org/pub_releases/2017-05/fos--sl-050917.php
41. Harduin J, Mahoux. G. (2003). *Zootechnie d'insectes-Elevage et utilisation au bénéfice de l'homme et de certains animaux*. Bureau pour l'Echange et la Distribution de l'Information sur le Mini-élevage (BEDIM).
42. Harein, P. (1972). Microbial relationship between the lesser mealworm and Its Associated Environment in a Turkey Brooder House 2. *Environmental Entomology*, σσ. 189-194.
43. Harinder P.S. Makkar, G. T. (2014, Νοέμβριος). State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science and Technology*, σσ. 1-33.
44. Hemsted, W. R. (1947). Locusts as a protein supplement for pigs. *East African Agricultural and Forestry Journal* , σσ. 225-226.
45. Heuzé V., T. G. (2016, Μαρτίου 23). *Feedipedia*. Ανάκτηση Αυγούστου 18, 2017, από Locust meal, locusts, grasshoppers and crickets.: <https://www.feedipedia.org/node/198>
46. Heuzé B, T. G.-R. (2017, Σεπτέμβριος 14). *Feedipedia*. Ανάκτηση Σεπτέμβρη 30, 2017, από Μεταξωτός γόνος: <https://www.feedipedia.org/node/199>
47. I.P.I.F.F. (2014). *International Platform of Insects for Food and Feed*. Ανάκτηση Αυγούστου 24, 2017, από ipiff FAQ: <http://www.ipiff.org/faq>
48. Inaoka, T., Okubo, G., Yokota, M., & Takemasa, M. (1999). Nutritive value of house fly larvae and pupae fed on chicken feces as food source for poultry. *Journal of Poultry Science*, σσ. 174-180.
49. Jin, X. H., Heo, P. S., Hong, J. S., Kim, N. J., & Kim, Y. Y. (2016). Supplementation of dried mealworm (*Tenebrio molitor* larva) on growth performance, nutrient digestibility and blood profiles in weaning pigs. *Asian- Australian Journal of Animal Science*, σσ. 979-986.
50. Jintasataporn, O. (2012). Production performance of broiler chickens fed with silkworm pupa (*Bombyx mori*). *Journal of Agricultural Science Technology*, σσ. 505-510.



51. Jongema, Y. (2012). *List of edible insects species of the world*. Ανάκτηση Μαΐου 12, 2017, από Wageningen, Laboratory of Entomology , Wageningen University: <http://www.ent.wur.nl/UK/Edible+insects/Worldwide+species+list/>
52. Jongema, Y. (2017, Απρίλιος 1). *Wageningen University & Research*. Ανάκτηση Σεπτέμβριος 30, 2017, από List of edible insects of the world (April 1, 2017): <http://www.wur.nl/en/Expertise-Services/Chair-groups/Plant-Sciences/Laboratory-of-Entomology/Edible-insects/Worldwide-species-list.htm>
53. Józefiak, D., & Margarete, R. (2015, Αύγουστος). *INSECTS AS POULTRY FEED*. Ανάκτηση Σεπτέμβριος 28, 2017, από Researchgate: https://www.researchgate.net/publication/281373491_INSECTS_AS_POULTRY_FEED
54. Khatun, R., Azmal, S. A., Sarker, M. S., Rashid, M. A., Hussain, M. A., & Miah, M. Y. (2005). Effect of silkworm pupae on the growth and egg production performance of Rhode Island Red (RIR) pure line. *International Journal of Poultry Science*, σσ. 718-720.
55. Klasing, K. C. (2016). *Nutritional Requirements of Poultry*. Ανάκτηση Οκτώβριου 1, 2017, από MSD Manual Veterinary Manual: <http://www.msdsvetmanual.com/poultry/nutrition-and-management-poultry/nutritional-requirements-of-poultry>
56. Konwar, P., Konwar, B. K., Ahmed, H. F., Nath, N. C., & Ghosh, M. K. (2008). Effect of feeding silkworm pupae meal with enzyme supplementation on growth performance of broilers. *Indian Veterinary Journal*, σσ. 47-49.
57. Kress, D. (2012-2016). *Black soldier fly larvae (Hermetia illucens)*. Ανάκτηση Αυγούστου 14, 2017, από Feedipedia: <https://www.feedipedia.org/content/larvae-black-soldier-fly-hermetia-illucens>
58. Krishnan, R. S. (2011). Seri waste as feed substitute for broiler production. *Sericologia*, σσ. 369-377.
59. Kroeckel, S., Harjes, A. G., Roth, I., Katz, H., Wuertz, S., Susenbeth, A., & Schulz, C. (2012, Οκτώβριος 5). When a turbot catches a fly: Evaluation of a pre-pupae meal of the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as fish meal substitute — Growth performance and chitin



- degradation in juvenile turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture*, 364-365, σσ. 345-352.
Ανάκτηση Αυγούστου 14, 2017
60. Krok, P. (2012-2016). *Feedipedia*. Ανάκτηση Αύγουστος 14, 2017, από Housefly maggot meal: <https://www.feedipedia.org/content/housefly-maggot>
61. Lee, C. D.-Y. (2008, December). Chitin regulation of immune. *Current Opinion in Immunology*(20), σσ. 1-6.
62. Mahanta, J. D., Sapkota, D., & Islam, R. (2004). Effect of dietary muga silk worm pupae meal on the breeding performance of White Leghorn males. *Indian Journal of Poultry Science*, σσ. 272-275.
63. Mai, C. (2008). *Forest insects as food: humans bite back*. Proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development development, Food and Agriculture Organization of the United nations-Regional office for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand.
64. Medhi, D. (2011). Effects of enzyme supplemented diet on finishing crossbred pigs at different levels of silk worm pupae meal in diet. *Indian Journal Field Veterinarians*, σσ. 24-26.
65. Medhi, D. M. (2009). Effect of silk worm pupae meal and enzyme supplementation on blood constituents in pigs. *Indian Veterinarian Journal*, σσ. 433-434.
66. Medhi, D., Nath, N. C., Gohain, A. K., & Bhuyan, R. (2009). Effect of silk worm pupae meal on carcass characteristics and composition of meat in pigs. *Indian Veterinarian Journal*, σσ. 816-818.
67. Newton G. L., S. D. (2013, Αυγούστου 19). *Extention*. Ανάκτηση Αυγούστου 14, 2017, από Black soldier fly prepupae: a compelling alternative to fish meal and fish oil. Public comment on alternative feeds for aquaculture: <http://www.extension.org/pages/15054/research-summary:-black-soldier-fly-prepupae-a-compelling-alternative-to-fish-meal-and-fish-oil>
68. Newton, G. L. (2005). *The black soldier fly, Hermetia illucens, as a manure management / resource recovery tool.*. San Antonio: State of the Science, Animal Manure and Waste Management.



69. Newton, G., Booram, C., Barker, R., & Hale, O. M. (1977). Dried *Hermetia illucens* larvae meal as a supplement for swine. *Journal Animal Science*, σσ. 395-400.
70. Okah, U., & Onwujiariri, E. B. (2012). Performance of finisher broiler chickens fed maggot meal as a replacement for fish meal. *Journal of Agricultural Technology*, σσ. 471-477.
71. Oonincx, D. G. (2015). *Insects as food and feed: Nutrient Composition and environmental impact*. Wageningen: Wageningen University.
72. Oonincx, D., & van der Poel, A. (2011). Effects of diet on the chemical composition of migratory locusts (*Locusta migratoria*). *Zoo Biology*, σσ. 9-16.
73. P. Marquer, T. R. (2015, Αύγουστος). *Eurostat*. Ανάκτηση Σεπτεμβρίου 6, 2017, από Meat production statistics: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Meat_production_statistics#Poultry_meat
74. Petrovic, I. I. (2000-2017). *Dreamstime*. Ανάκτηση Αυγούστου 18, 2017, από Grasshopper: <https://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-photography-grasshopper-image10419877>
75. Pozzebon, S. (2015, Φλεβάρη 17). *The fly farm providing sustainable animal feed*. Ανάκτηση από World Economic Forum: <https://www.weforum.org/agenda/2015/02/the-fly-farm-providing-sustainable-animal-feed/>
76. Pretorius, Q. (2011). *The evaluation of larvae of Musca Domestica (common house fly) as protein source for broiler production*. Stellenbosch: Thesis (MScAgric (Animal Sciences)) - University of Stellenbosch.
77. Purushothaman, M. R., & Thirumalai, S. (1995). Silkworm pupae meal as protein supplement in chick ration. *Indian Veterinarian Journal*, σσ. 826-828.
78. Ramos-Elorduy J1, G. E. (2002, Φεβρουάριος). Use of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) to recycle organic wastes and as feed for broiler chickens. *Journal Economy Entomology*, σσ. 214-220.
79. Ramos-Elorduy, J. (2005). Insects: a hopeful food source. *Ecological Implications of minilivestock Potential of insects, rodents, and frogs* (Ed: MG Paoletti) Science Publishers, σσ. 263-291.



80. Ramsden, M. (2017, Απριλίου 18). *Farming insects in the UK*. Ανάκτηση από ADAS: <http://www.adas.uk/News/farming-insects-in-the-uk>
81. Rao, R. J., Yashoda, K. P., & Mahendrakar, N. S. (2011). Utilization of fermented silkworm pupae in feed for broiler chicks. *Bulletin of Indian Academy of Sericulture*, σσ. 1-9.
82. Ravindran, V., & R.Blair. (1993, Νοέμβριος). Feed resources for poultry production in Asia and the Pacific. III Animal protein sources. *World's Poultry Science Journal*.
83. Reddy, P. S., Narahari, D., Talukdar, J. K., & Sundararasu, V. (1991). *Effect of mineral supplementation on the nutritive value of silkworm pupae meal in broiler feeds*.
84. Sapkota, D., Sheikh, I. U., Dutta, K. K., Sarma, S., & Ranjana Goswami. (2003). Effect of dietary Muga silkworm supplementation on the performance of broilers. *Indian Veterinarian Journal*, σσ. 19-22.
85. Sheikh, I. U., & Sapkota, D. (2010). Effect of feeding silk worm pupae meal on nutrient and mineral retention in broilers. *Indian Veterinarian Journal*, σσ. 1049-1050.
86. Sheikh, I. U., Sapkota, D., Dutta, K. K., & Sarma, S. (2005). Effect of dietary silkworm pupae meal on the carcass characteristics of broilers. *Indian Veterinarian Journal* , σσ. 752-755.
87. Sheppard, D. C., Tomberlin, J. K., Joyce, J. A., Kiser, B. C., & Sumner, S. M. (2002, Ιουλίου 1). Rearing methods for the black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae). *Journal . Medical . Entomology*, 39(4), σσ. 695-698.
88. Sinha, S., Dutta, A., & Chattopadhyay, S. (2009). Effect of replacement of fish meal by de-oiled silkworm pupae of *Antheraea mylitta* (Drury) on the growth performance of broiler chickens. *Bulletin of Indian Academy of Sericulture*, σσ. 70-72.
89. Siriwan D. Martens, T. T. (2012). *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*. Ανάκτηση Σεπτεμβρίου 29, 2017, από Alternative plant protein sources for pigs and chickens in the tropics – nutritional value and constraints: a review: <https://jarts.info/index.php/jarts/article/view/490>
90. Symmons, P. (2001). *Desert Locust Guidelines*. Rome: FAO.



91. T. Spranghers, M. E. (2017, Σεπτεμβρίου 27). *Research Gate*. Ανάκτηση Σεπτεμβρίου 30, 2017, από Nutritional composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) prepupae reared on different organic waste substrates: https://www.researchgate.net/publication/309148084_Nutritional_composition_of_black_soldier_fly_Hermetia_illucens_prepupae_reared_on_different_organic_waste_substrates
92. Tas, A. (1983). *The use of silkworm pupae to replace fish meal or meat and bone meal in broiler rations*. Istanbul: Istanbul Universitesi Veteriner Fakültesi Dergisi.
93. Taylor, I. I. (2011, Φεβρουαρίου 4). *dreamstime*. Ανάκτηση Αύγουστος 16, 2017, από Meal Worm (freeze dried): <https://www.dreamstime.com/stock-images-meal-worm-freeze-dried-image18171034>
94. Téguia, A., Mpoame, M., & Okourou Mba, J. A. (2002). The production performance of broiler birds as affected by the replacement of fish meal by maggot meal in the starter and finisher diets. *Tropicultura*, σσ. 187-192.
95. Teotia, J. S., & Miller, B. F. (1973). Fly pupae as a dietary ingredient for starting chicks. . *Poultry Science*, σσ. 1890-1835.
96. Tran G., G. C. (2017, Φεβρουάριος 6). *Feedipedia*. Ανάκτηση Αυγούστου 16, 2017, από Mealworm (*Tenebrio molitor*): <https://www.feedipedia.org/node/16401>
97. Ullah, R. S., Khan, .. N., Mobashar, M., A., S., Ahmad, N., & Lohakare., J. (2017, Σεπτέμβριου 27). *Sci Doc Publishers-International Journal of Veterinary Health Science & Research*. Ανάκτηση από Replacement of Soybean Meal with Silkworm Meal In The Diets of White Leghorn Layers and Effects on Performance, Apparent Total Tract Digestibility, Blood Profile and Egg Quality: <http://scidoc.org/articlepdfs/IJVHSR/IJVHSR-2332-2748-05-701.pdf>
98. United Nations, Departments of Economic and Social Affairs, Population Division. (2017). *esa.un.org*. Ανάκτηση Αυγούστου 9, 2017, από [esa.un.org](https://esa.un.org/unpd/wpp/Graphs/Probabilistic/POP/TOT/): <https://esa.un.org/unpd/wpp/Graphs/Probabilistic/POP/TOT/>
99. Van-Huis, A. V. (2013). *Edible insects Future prospects for food and feed security*. Rome: FAO-WUR Food and agriculture organization of the united nations.



100. Virk, R. S., Lodhi, G. N., & Ichhponani, J. S. (1980). Deoiled silkworm pupae meal as a substitute for fish meal in White Leghorn laying rations. *Journal of Indian Poultry Science*, σσ. 149-154.
101. Wanasithchaiwat, V., & Malin Saesakul. (1989). Effects of fly larval meal grown on pig manure as a source of protein in early weaned pig diets. *Thurakit Ahan Sat*, σσ. 25-31.
102. Wang, J., XuWen, R., Zhi, L., DongFeng, W., LianZhong, C., ZhongYun, L., . . . XueJun, W. (2007). rials on feeding silkworm (*Bombyx mori*) excrements to pig. *Acta Sericologica Sinica*, σσ. 142-145.
103. Wang, L. (2016, Φεβρουάριος 14). *Inhabitat.com*. Ανάκτηση Αύγουστος 18, 2017, από LIVIN Farms make it easy to grow edible insects at home: <http://inhabitat.com/livin-farms-makes-growing-sustainable-and-healthy-protein-as-easy-as-compost/>
104. Yang, S. (2017, Ιουλίου 30). *Intensive Black Soldier Fly Farming*. Ανάκτηση από Symtonbsf.com: <https://symtonbsf.com/blogs/blog/intensive-black-soldier-fly-farming>
105. Yeo, K. L. (2012-2016). *Feedipedia*. Ανάκτηση Αυγουστος 16, 2017, από Silkworm pupae meal: <https://www.feedipedia.org/content/silkworm-pupae>
106. YingChang, W., YunTang, C., XingRui, L., JunMing, X., QinSheng, D., & Zhi Chang'an. (1996). Study on rearing the larvae of *Tenebrio molitor* Linne and the effects of its processing and utilization. *Acta Agriculturae Universitatis Henanensis*, σσ. 288-292.
107. Zielińska, E., Baraniak, B., Karaś, M., Rybczyńska, K., & Jakubczyk, A. (2015, Σεπτέμβριος 11). *Science Direct*. Ανάκτηση Σεπτέμβριος 30, 2017, από Selected species of edible insects as a source of nutrient composition: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996915301824#!>
108. Zuidhof, M., & C.LMolnar, F. T.-A. (2003, Μαρτίου 31). Nutritive value of house fly (*Musca domestica*) larvae as a feed supplement for turkey poults. *Animal Feed Science and Technology*, σσ. 225-230.



Ελληνική βιβλιογραφία

1. Γούση, Α. &. (2009). *Ορνιθοτροφία*. Θεσσαλονίκη: Σύγχρονη Παιδιά.
2. Καπετανάκης, Ε. (2002-2008). *Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας Κρήτης*. Ανάκτηση Αυγούστου 18, 2017, από Γεωργική Εντομολογία-Ηλεκτρονικές Σημειώσεις: http://www.lib.teicrete.gr/webnotes/steg/Georgiki_Entomologia/
3. Λάμπρου, Κ. (2017, Μάιος 18). *yraithros.gr*. Ανάκτηση Αύγουστος 23, 2017, από Παραγωγή πρωτεΐνης από έντομα για ζωοτροφές: <http://www.yraithros.gr/paragwgi-prwteinis-apo-entoma-gia-zwotrofes/>

Παράρτημα

Τμήμα Α: « Τα έντομα και η παραγωγή τους»

**Εικόνα 2. Προνύμφη μύγας
μαύρου στρατιώτη**



Πηγή: (Kress, 2012-2016)

**Εικόνα 3. Προνύμφη κοινής οικιακής
μύγας**



Πηγή: (Krok, 2012-2016)

**Εικόνα 4. Αποξηραμένοι από πάγο,
κοινοί κίτρινοι σκόληκες.**



Πηγή: (Taylor, 2011)

Εικόνα 5. Προνύμφη Μεταξοσκόληκα



Πηγή: (Yeo, 2012-2016)

Εικόνα 7. Locusta Migratoria



Πηγή: (Dohnal)

**Εικόνα 6. Οικιακό Τριζόνι(Acheta
domesticus)**



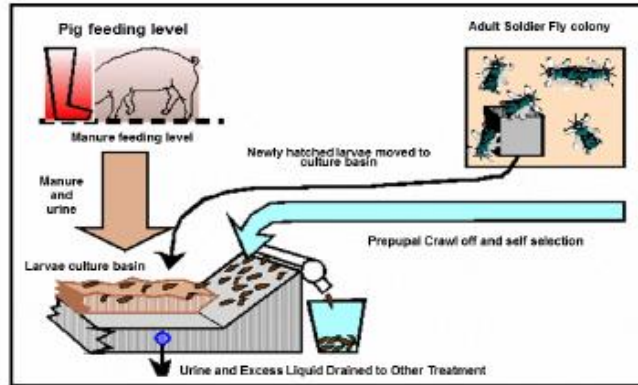
Πηγή: (Aiwok, 2010)

Εικόνα 8. Γρύλλοι χόρτου



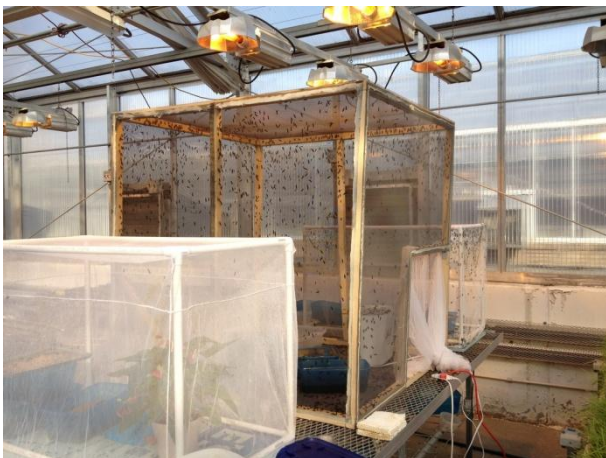
Πηγή: (Petrovic, 2000-2017)

Εικόνα9. Βιολογικός κύκλος προνυμφών μύγας μαύρου στρατιώτη σε χοιροτροφική μονάδα



Πηγή: (Newton G. L., 2005)

Εικόνα 10. Εκτροφείο γεννητόρων μύγας μαύρου στρατιώτη σε κλωβούς



Πηγή: (Yang, 2017)

Εικόνα 11. Καλλιέργεια προνυμφών κοινής οικιακής μύγας σε τάφρο.



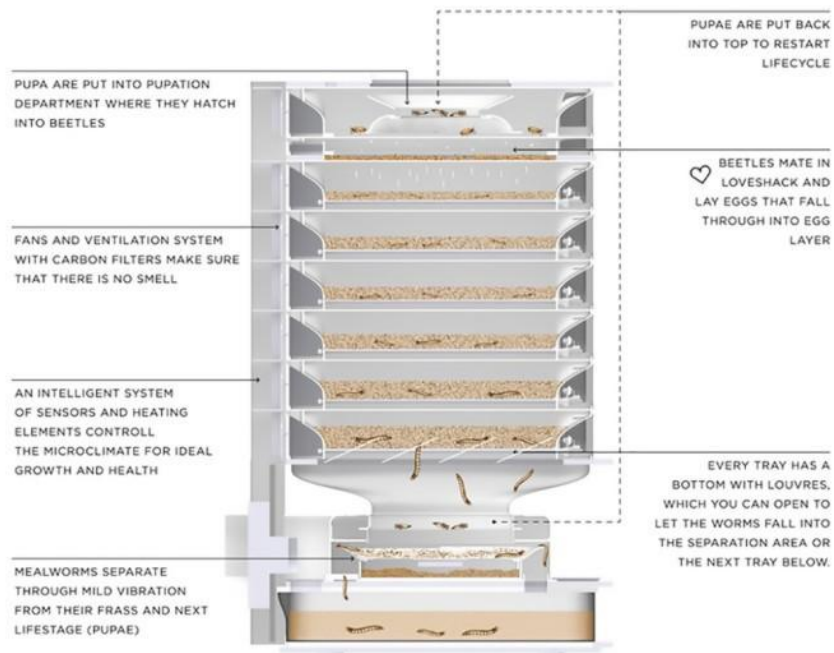
Πηγή: (Pozzebon, 2015)

Εικόνα 12. Εκτροφείο ακριδών στην Ταϊλάνδη.



Πηγή: (Halloran, 2017)

Εικόνα 13. Εκτροφή *Tenebrio molitor* μορφής "πύργου"



Πηγή: (Wang L. , 2016)