



**CIPROMED**

CIRCULAR AND INCLUSIVE UTILISATION  
OF ALTERNATIVE PROTEINS IN THE  
MEDITERRANEAN VALUE CHAINS



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

# Χρήση εναλλακτικών πρωτεϊνών από έντομα, μικροφύκη και όσπρια στην παραγωγή ζωοτροφών

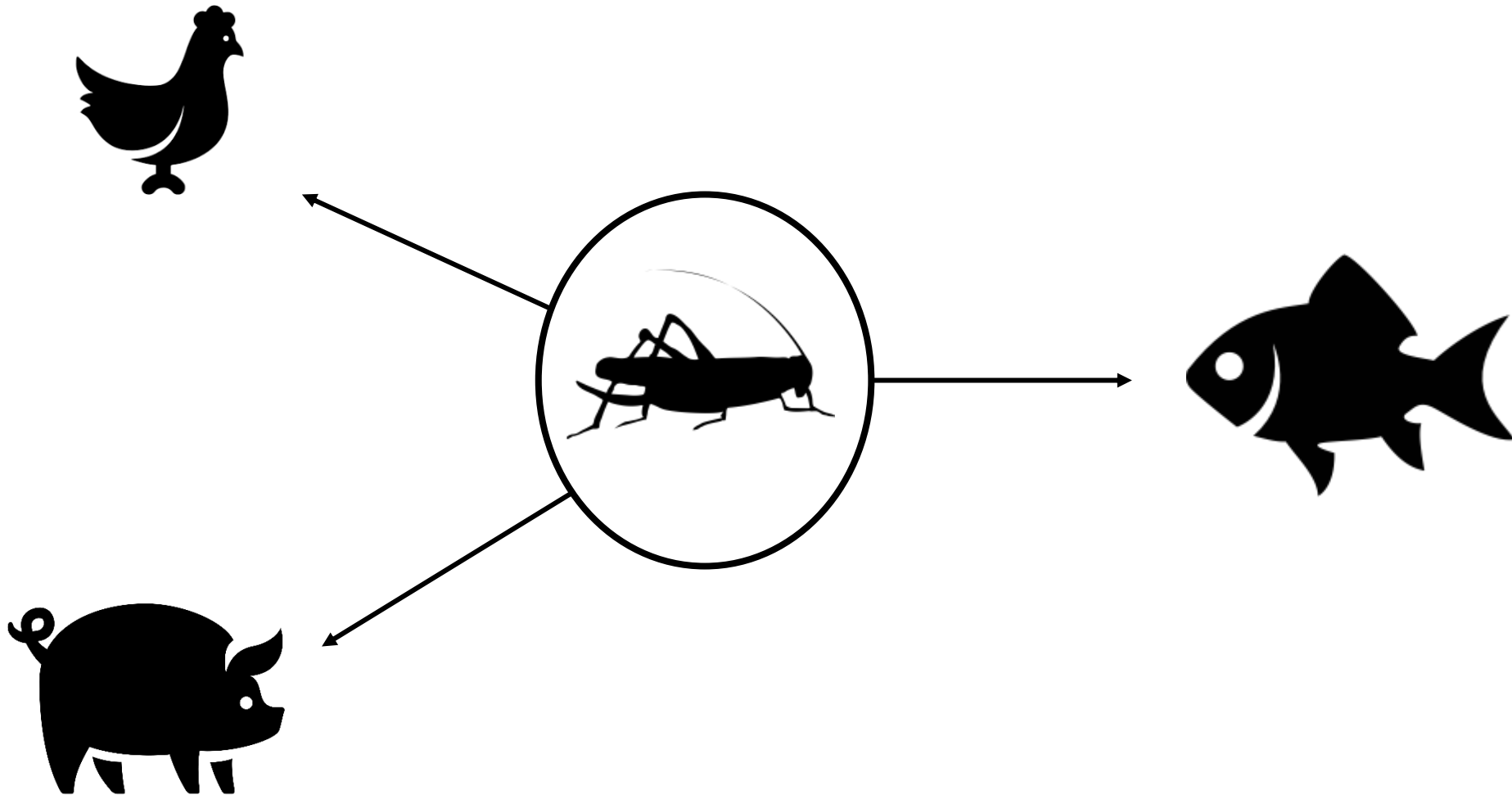
**Ρούμπος Χρίστος**  
Επίκουρος Καθηγητής



This project is part of the PRIMA  
programme supported by the  
European Union

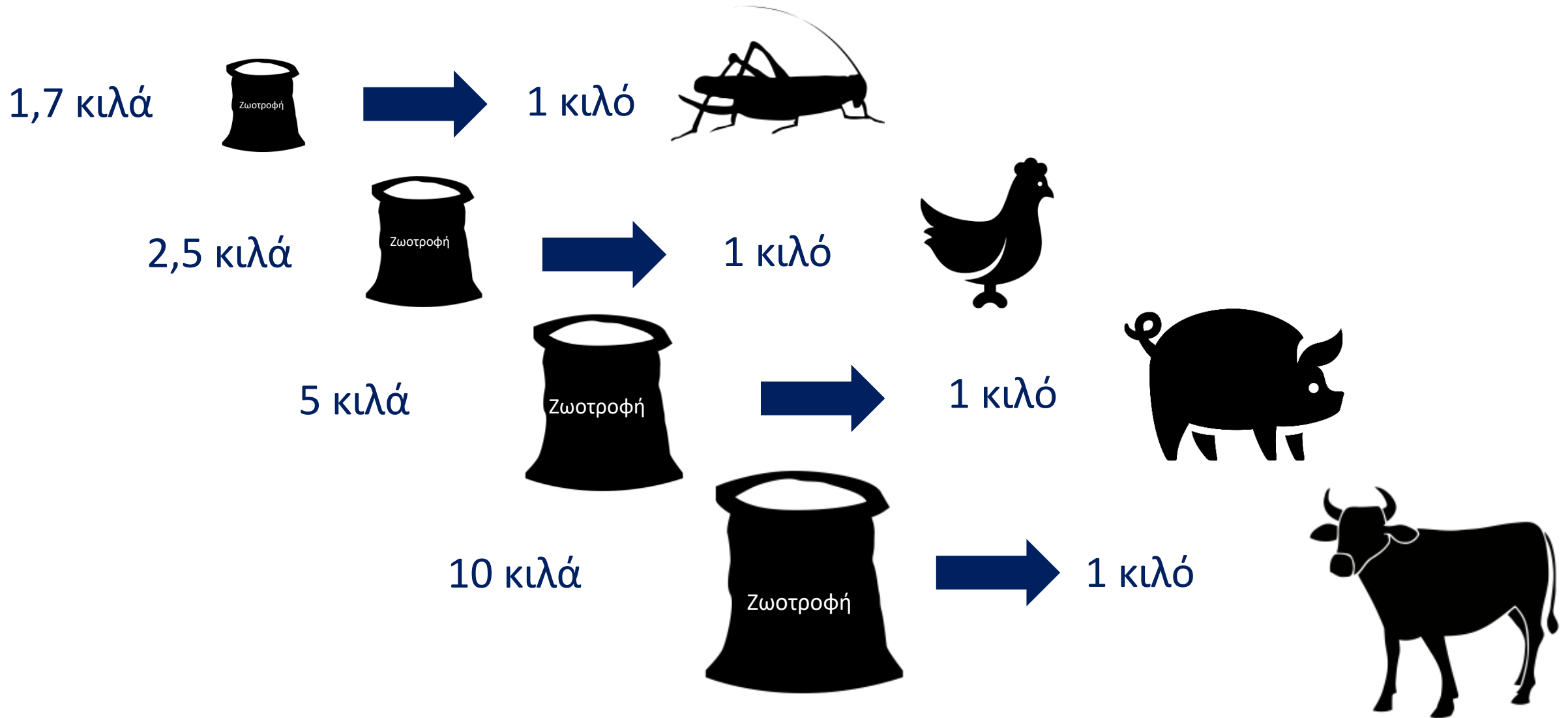
# Γιατί έντομα; Πλεονεκτήματα εντόμων

- ✓ Φυσική τροφή των περισσότερων εκτρεφόμενων ζώων



# Πλεονεκτήματα εντόμων

✓ Καλό συντελεστή μετατρεψιμότητας της τροφής



# Πλεονεκτήματα εντόμων

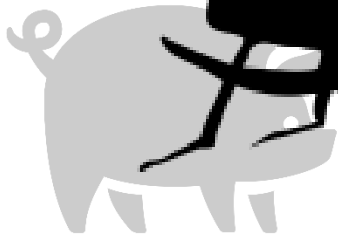
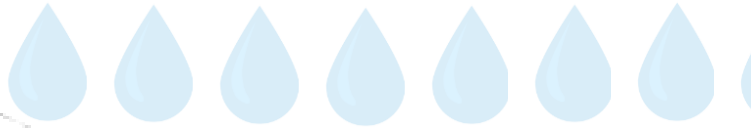
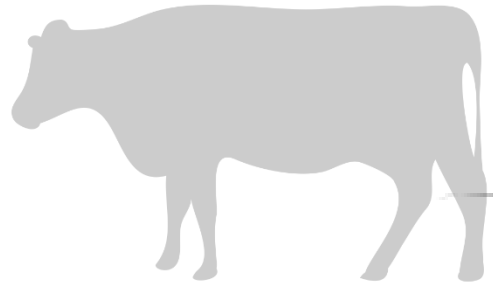
- Λιγότερες εκπομπές αερίων [αμμωνία, αέρια θερμοκηπίου (π.χ. μεθάνιο)]



# Πλεονεκτήματα εντόμων

- ✓ Μειωμένες απαιτήσεις σε νερό

Λίτρα / κιλό κρέατος



417 λίτρα

98 λίτρα

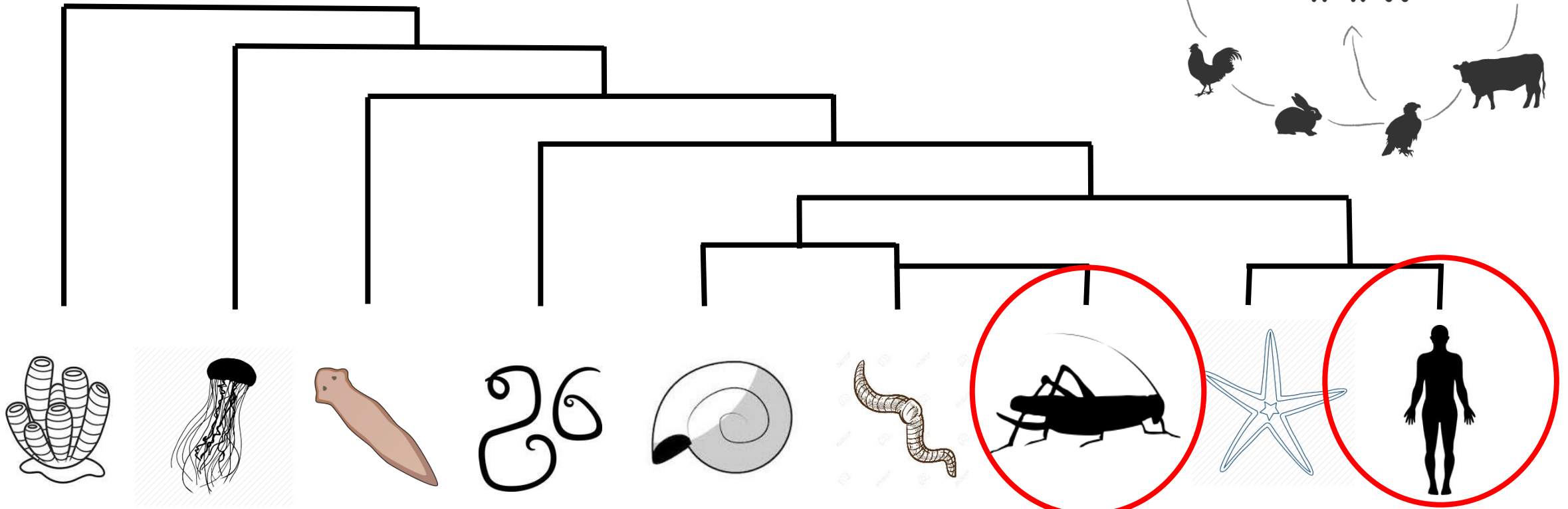
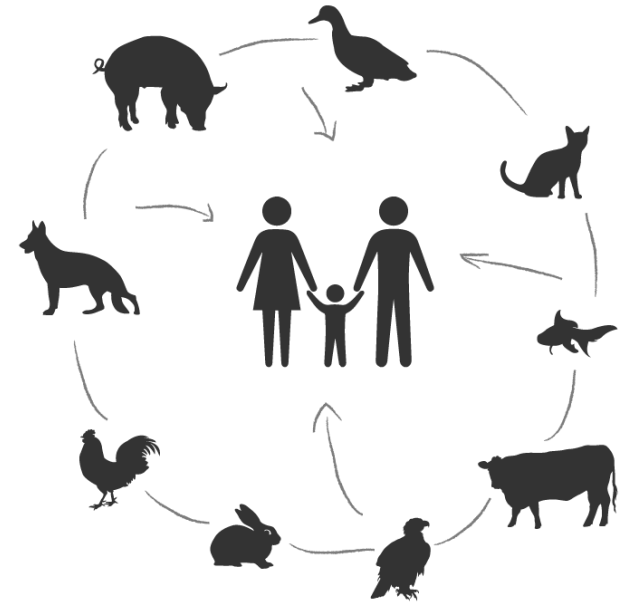
3.364 λίτρα



# Πλεονεκτήματα εντόμων

✓ Περιορισμένες πιθανότητες μετάδοσης ζωνόσων

➤ Απουσία ταξινομικής συγγένειας εντόμων-ανθρώπου

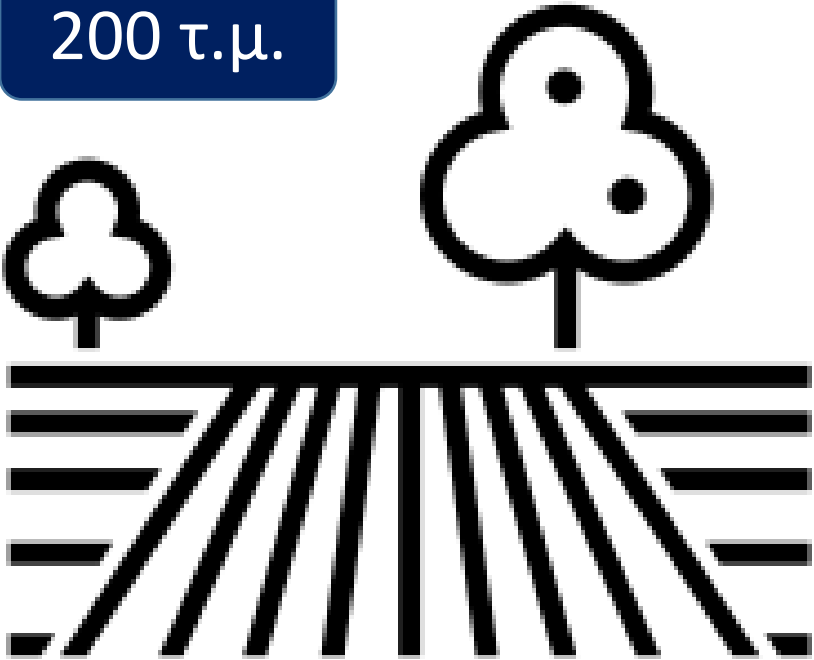


# Πλεονεκτήματα εντόμων

✓ Περιορισμένες απαιτήσεις σε γη

Για παραγωγή 1 κιλού απαιτούνται:

200 τ.μ.



50 τ.μ.



45 τ.μ.



15 τ.μ.



# Πλεονεκτήματα εντόμων

✓ Υψηλή διατροφική αξία\*

>40% πρωτεΐνη

>30% λίπος

ω-3 και ω-6 πολυακόρεστα

λιπαρά οξέα

ανόργανα στοιχεία

αμινοξέα

βιταμίνες

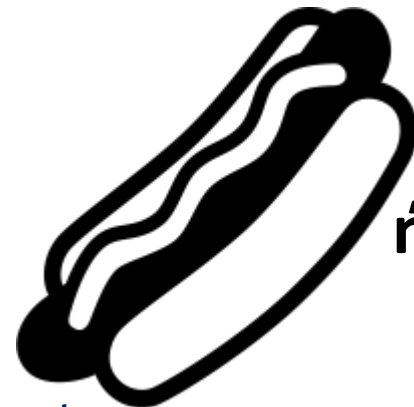
1κιλό



**kcal**

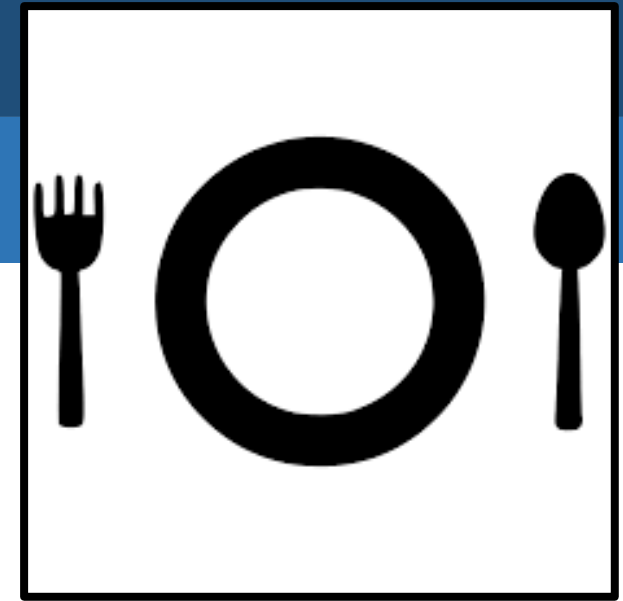
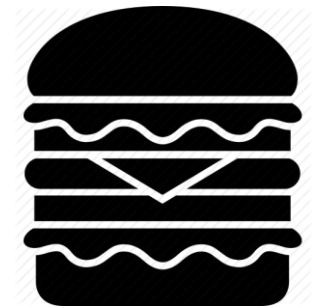
=

10x



ή

6x



Θρεπτική σύσταση συγκρίσιμη με αυτή του μοσχαρίσιου, χοιρινού και κοτόπουλου!

\* παραλλάσει ανάλογα το είδος, στάδιο ανάπτυξης, ενδιαίτημα, σιτηρέσιο



# Πλεονεκτήματα εντόμων

- ✓ Εκτροφή τους σε φθινές πρώτες ύλες (παραπροϊόντα)



# Πλεονεκτήματα εντόμων

✓ Ενδείξεις για θετική επίδραση στην υγεία των ζώων και του ανθρώπου

*Journal of Insects as Food and Feed*, 2021; 7(5): 715-741

SPECIAL ISSUE: *Advancement of insects as food and feed in a circular economy*



## Beyond the protein concept: health aspects of using edible insects on animals

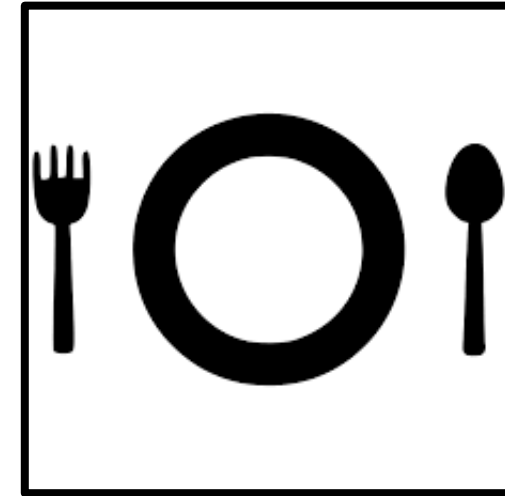
L. Gasco<sup>1\*</sup>, A. Józefiak<sup>2</sup> and M. Henry<sup>3</sup>

*Journal of Insects as Food and Feed*, 2018; 4(1): 1-4



## Can diets containing insects promote animal health?

L. Gasco<sup>1</sup>, M. Finke<sup>2</sup> and A. van Huis<sup>3\*</sup>



*Curr Top Med Chem*. 2017;17(5):554-575.

## The Medical Potential of Antimicrobial Peptides from Insects.

Tonk M, Vilcinskis A<sup>1</sup>.

⊕ Author information

### Abstract

Antimicrobial peptides (AMPs) are peptide-based effector molecules produced by the innate immune system. Insects produce the broadest repertoire of AMPs, and their potent antimicrobial activity in vitro and in vivo has led to their being explored as alternatives to conventional antibiotics, in an attempt to address the threat of multidrug-resistant pathogens. However, several obstacles hinder the therapeutic development of novel insect-derived AMPs, including potential toxicity, immunogenicity, side effects, and the high costs of large-scale production. These challenges may be overcome by the

# Πλεονεκτήματα εντόμων



- ✓ Μικρές απαιτήσεις σε τεχνολογικά μέσα & εγκαταστάσεις



## Συμπεράσματα



Η εκτροφή εντόμων έχει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τη συμβατική κτηνοτροφία



Τα έντομα χρησιμοποιούνταν σαν πηγή θρεπτικών συστατικών από πολύ παλιά ... ο τρόπος παραγωγής τους είναι αυτός που έχει αλλάξει σήμερα [βιομηχανική παραγωγή εντόμων]



Η παραγωγή εντόμων έχει προσελκύσει τα τελευταία χρόνια έντονο **ερευνητικό αλλά και επιχειρηματικό ενδιαφέρον**

# Το παράδειγμα της πτηνοτροφίας...

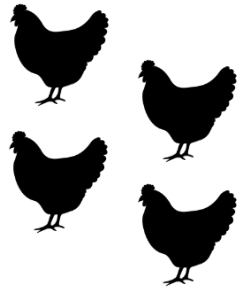
1850

1900

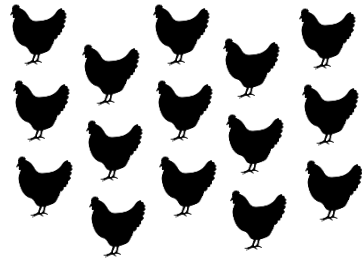
1930

1950

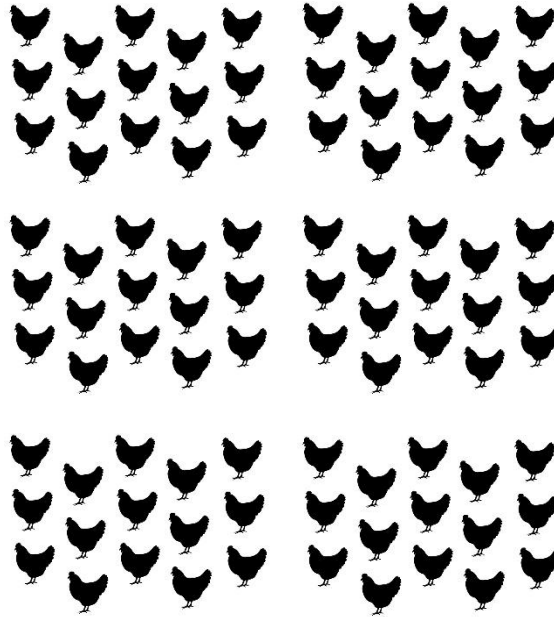
2000



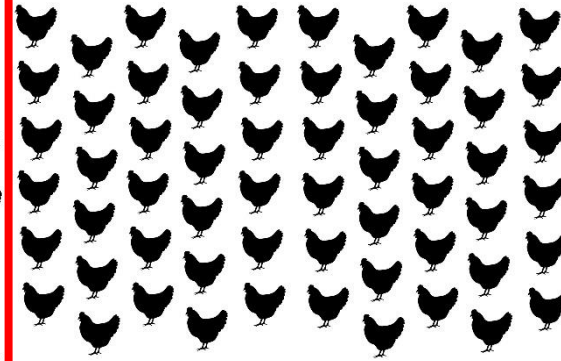
Οικόσιτη εκτροφή



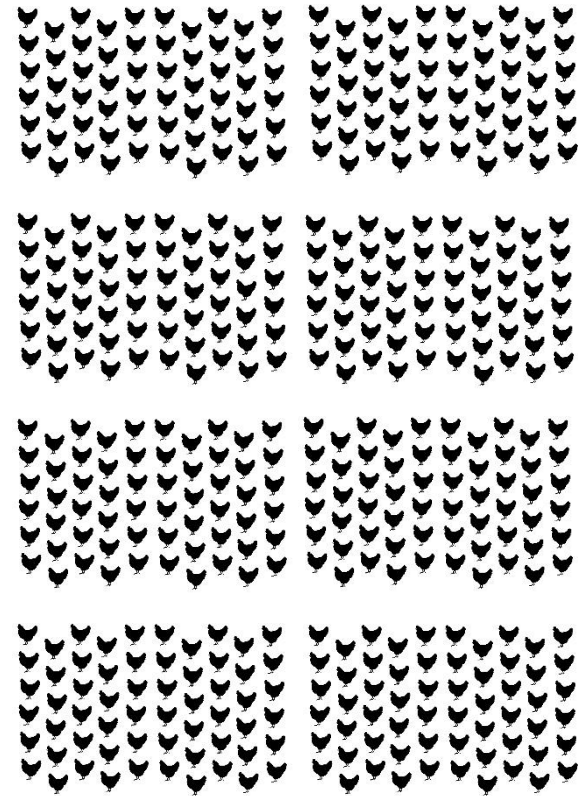
Πρώτες φάρμες μικρής κλίμακας  
[με μερικές εκατοντάδες κότες]



Πολλές φάρμες  
μικρής κλίμακας



Βιομηχανοποίηση -  
Πρώτες φάρμες μεγάλης  
κλίμακας



Πολλές φάρμες μεγάλης κλίμακας -  
Βελτιωμένες φυλές

- **Αυτοματοποίηση** διαδικασιών παραγωγής/εκτροφής (scale-up)
- **Μείωση κόστους παραγωγής**

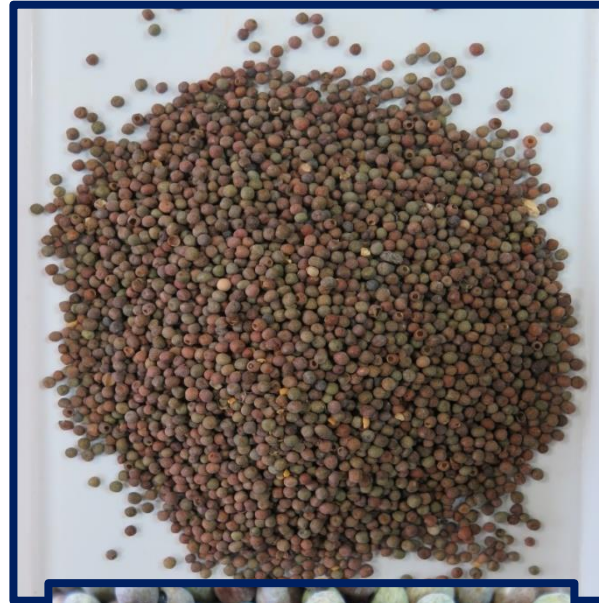
Μελλοντικές  
Προκλήσεις

Αξιολόγηση  
παραπροϊόντων  
σαν θρεπτικά  
υποστρώματα  
των εντόμων



Αξιολόγηση αγροτικών παραπροϊόντων  
για την εκτροφή εντόμων

# Αξιολόγηση παραπροϊόντων



Βίκος



Βρώμη



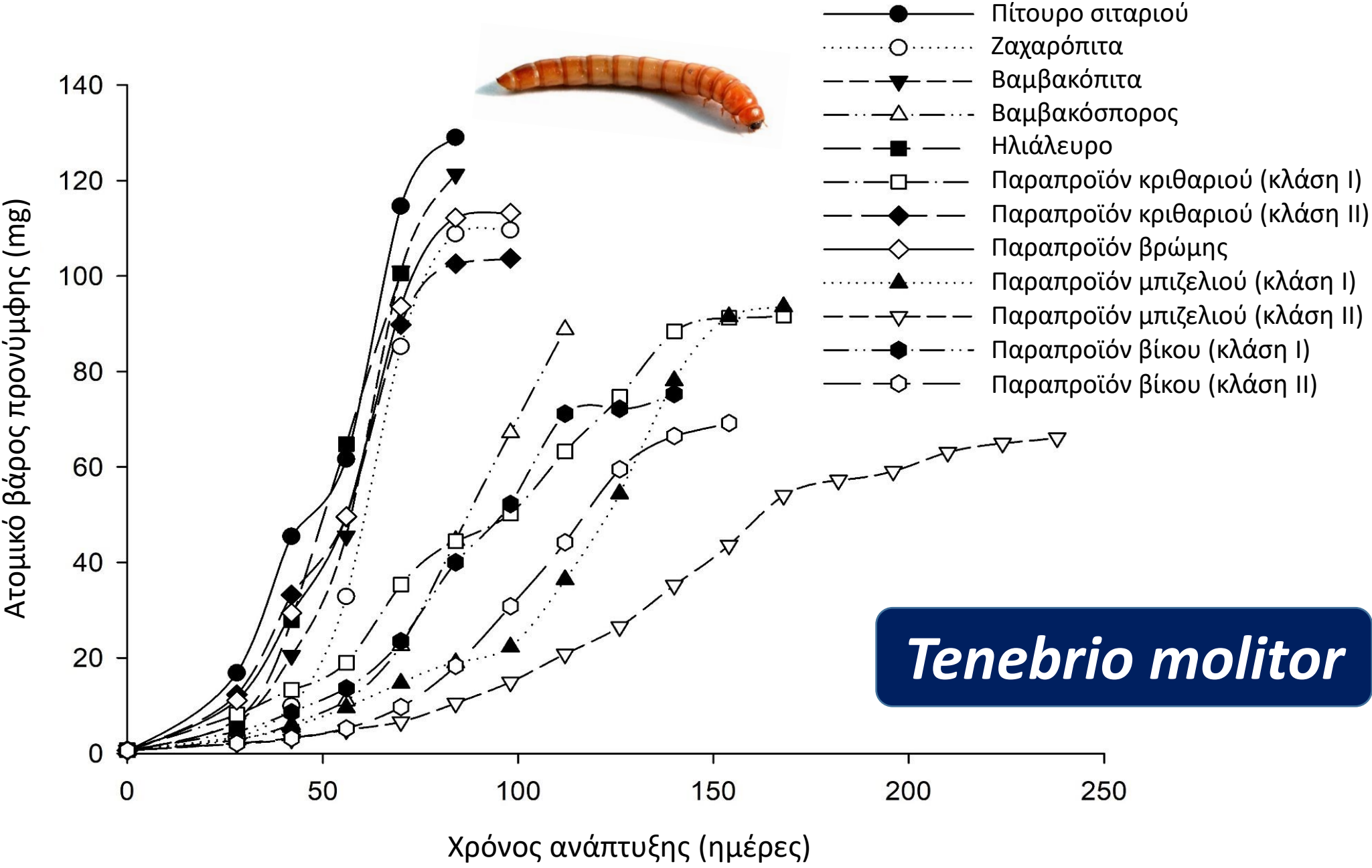
Μπιζέλι



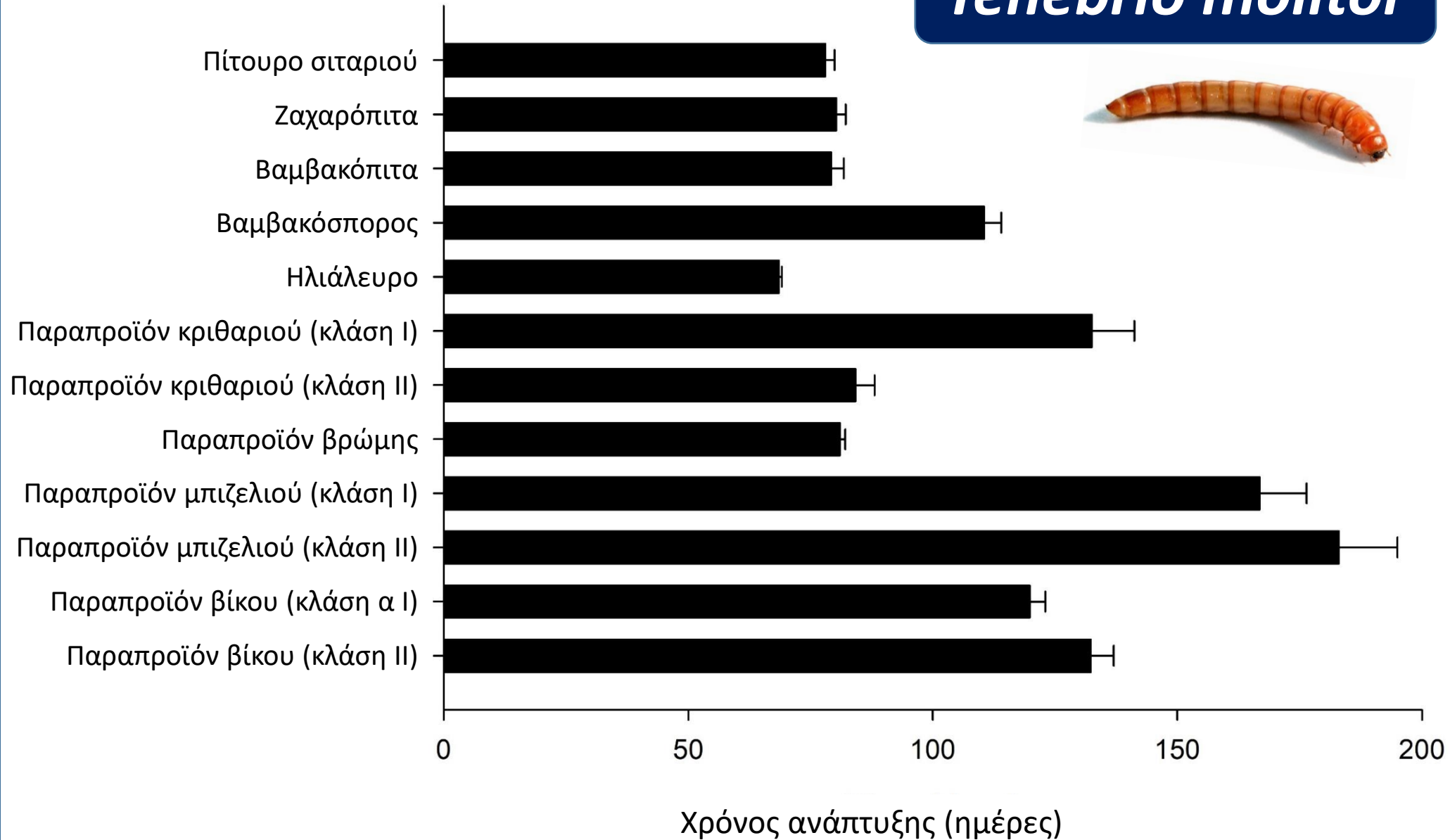
Μπιζέλι



Αξιολόγηση  
παραπροϊόντων  
σαν θρεπτικά  
υποστρώματα  
των εντόμων



# *Tenebrio molitor*



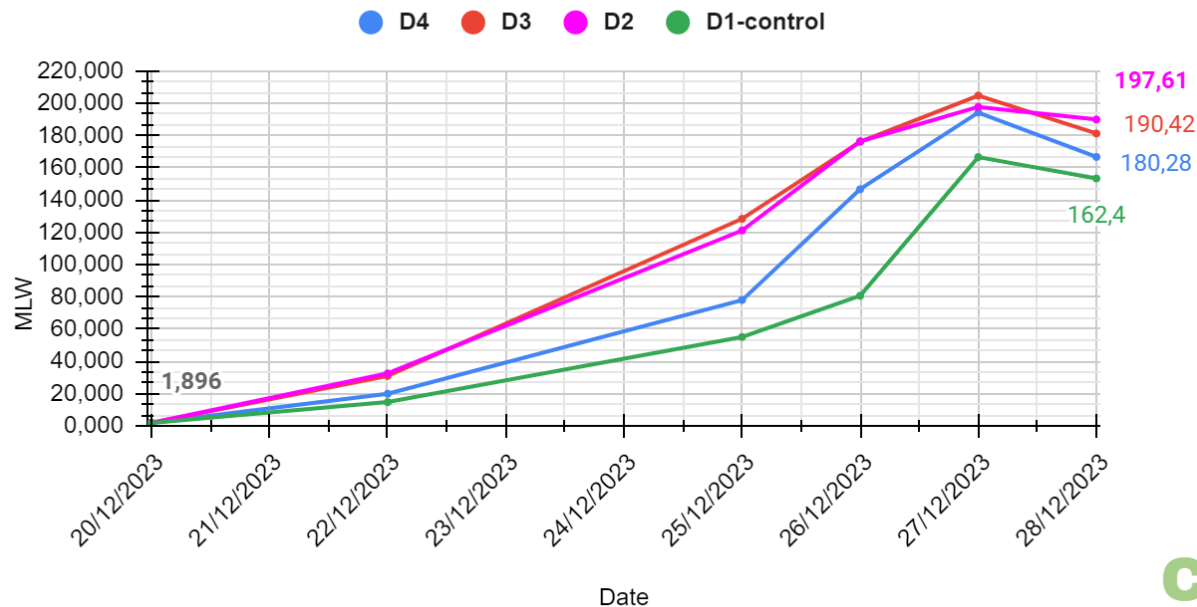
Χρόνος ανάπτυξης (ημέρες)

Αξιολόγηση  
παραπροϊόντων  
σαν θρεπτικά  
υποστρώματα  
των εντόμων

# Αξιοποίηση παραπροϊόντων σε βιομηχανική κλίμακα

Ingredients	D1	D2	D3	D4	D5
Brewery Spent Grains	19,51	21,44	21,13	21,03	21,57
Brewery Spent Yeast	0	2,54	0	6,07	0
Potato Agribusiness waste	59,46	67,65	61,92	58,23	61
Cereal milling waste	2,65	6,75	7	9,41	7,6
Fruits	5,56	1,8	5,54	6,15	6,27
Vegetable mix	6,24	0	0	5,54	5,54
Protein DM	12,3	18,10	17,9	19,1	17,76
Carbohydrates DM	37,83	47,9	45,7	41,4	42,54

Larval weight evolution



**CIPROMED**

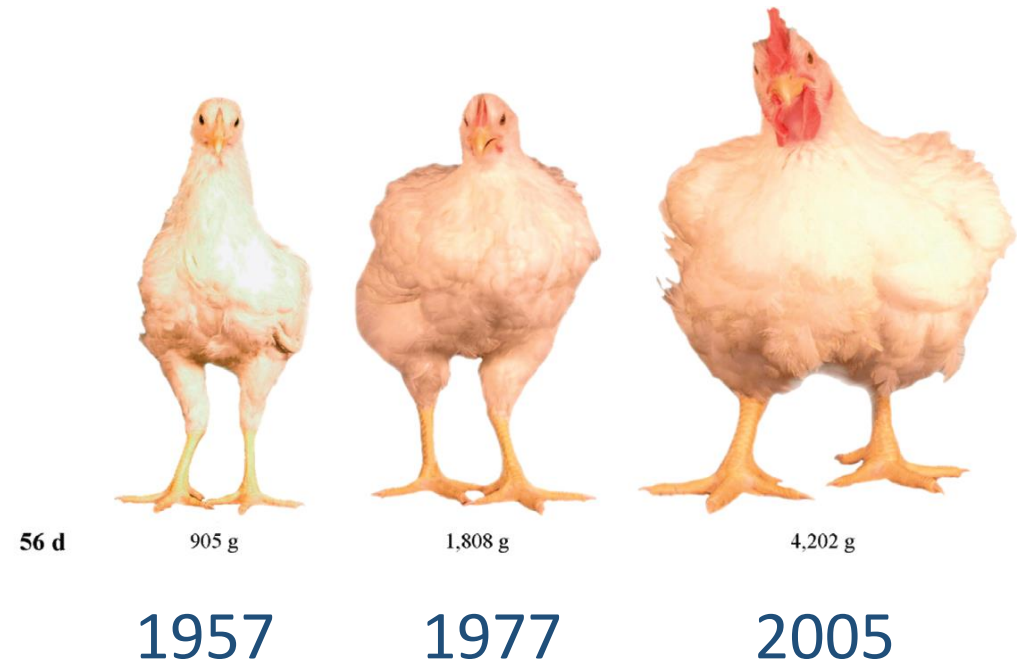
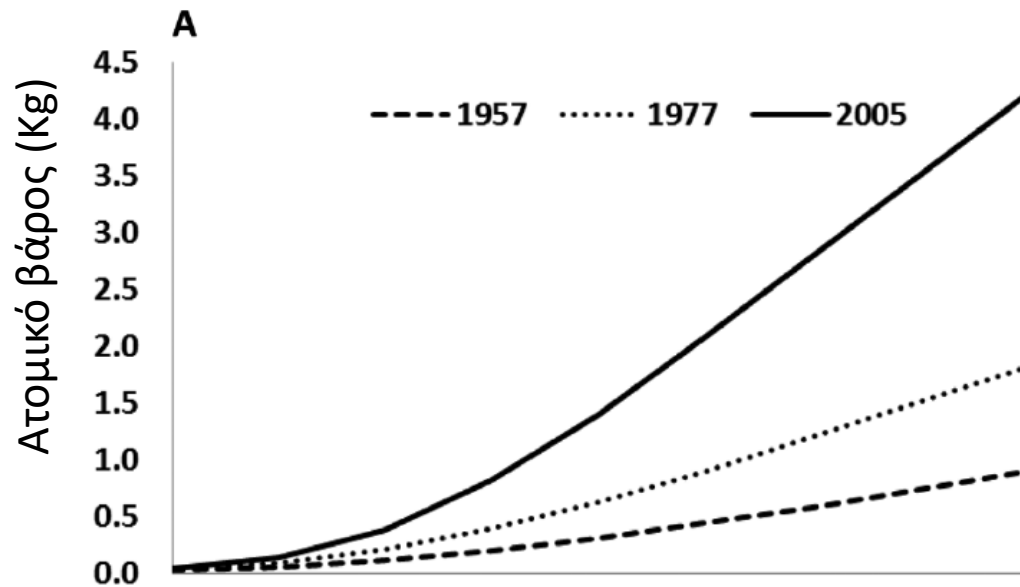
CIRCULAR AND INCLUSIVE UTILISATION  
OF ALTERNATIVE PROTEINS IN THE  
MEDITERRANEAN VALUE CHAINS



**nextProtein**  
feeding the future

- **Αυτοματοποίηση** διαδικασιών παραγωγής/εκτροφής (scale-up)
- Μείωση **κόστους παραγωγής**
- Βελτίωση **γενετικού υλικού** (επιλογή & βελτίωση φυλών)

Το βάρος των εκτρεφόμενων κοτόπουλων  
έχει τετραπλασιαστεί τις τελευταίες δεκαετίες!



# *Tenebrio molitor*

Ερευνητικές  
προτεραιότητες  
ΠΘ  
-  
Γενετικό υλικό

## Φυλές

Ιταλία I

Ιταλία II

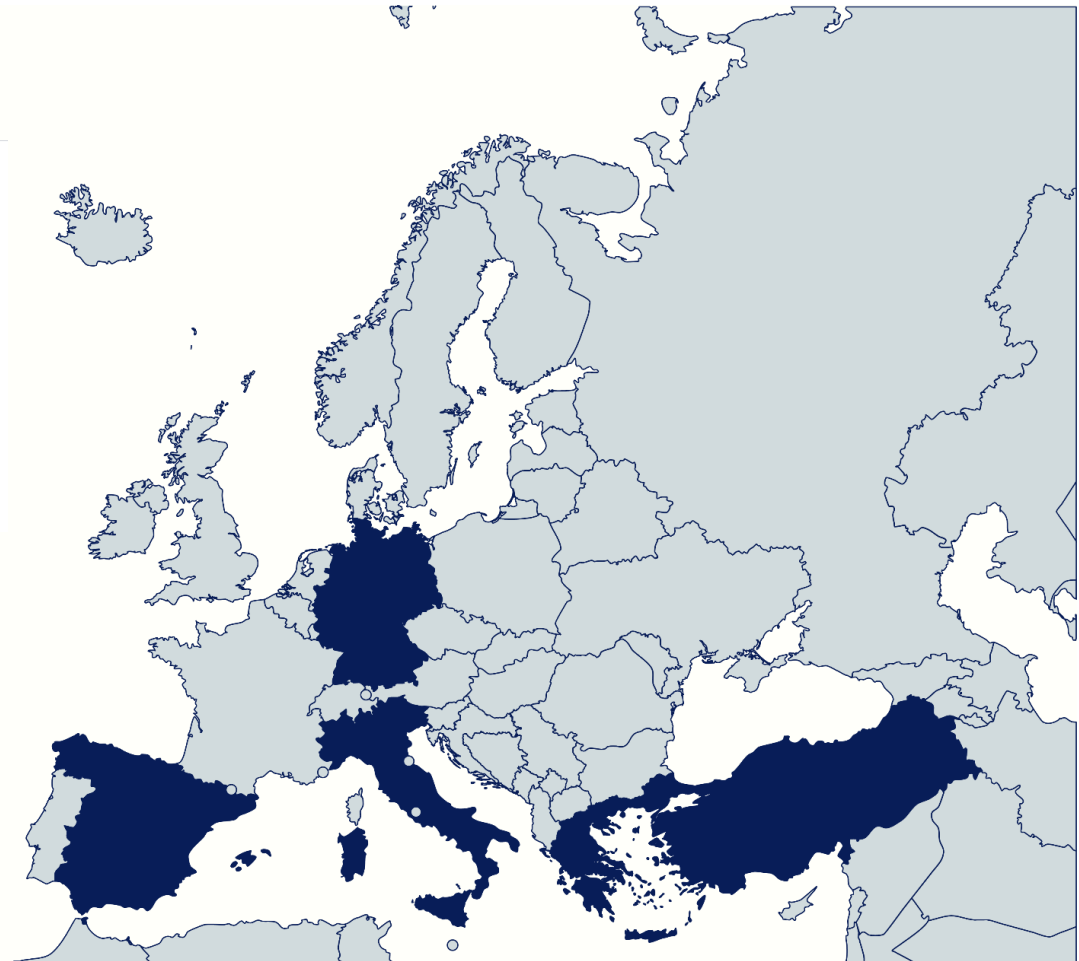
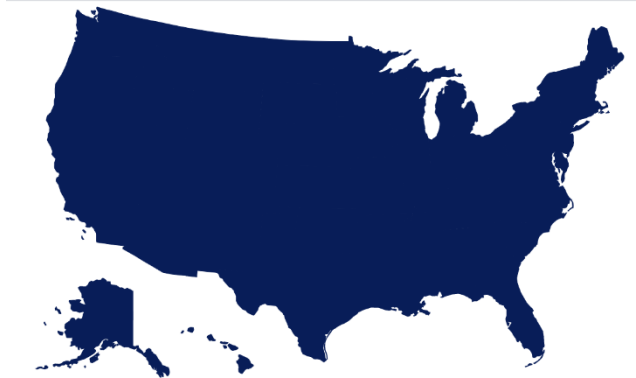
Ελλάδα

Τουρκία

ΗΠΑ

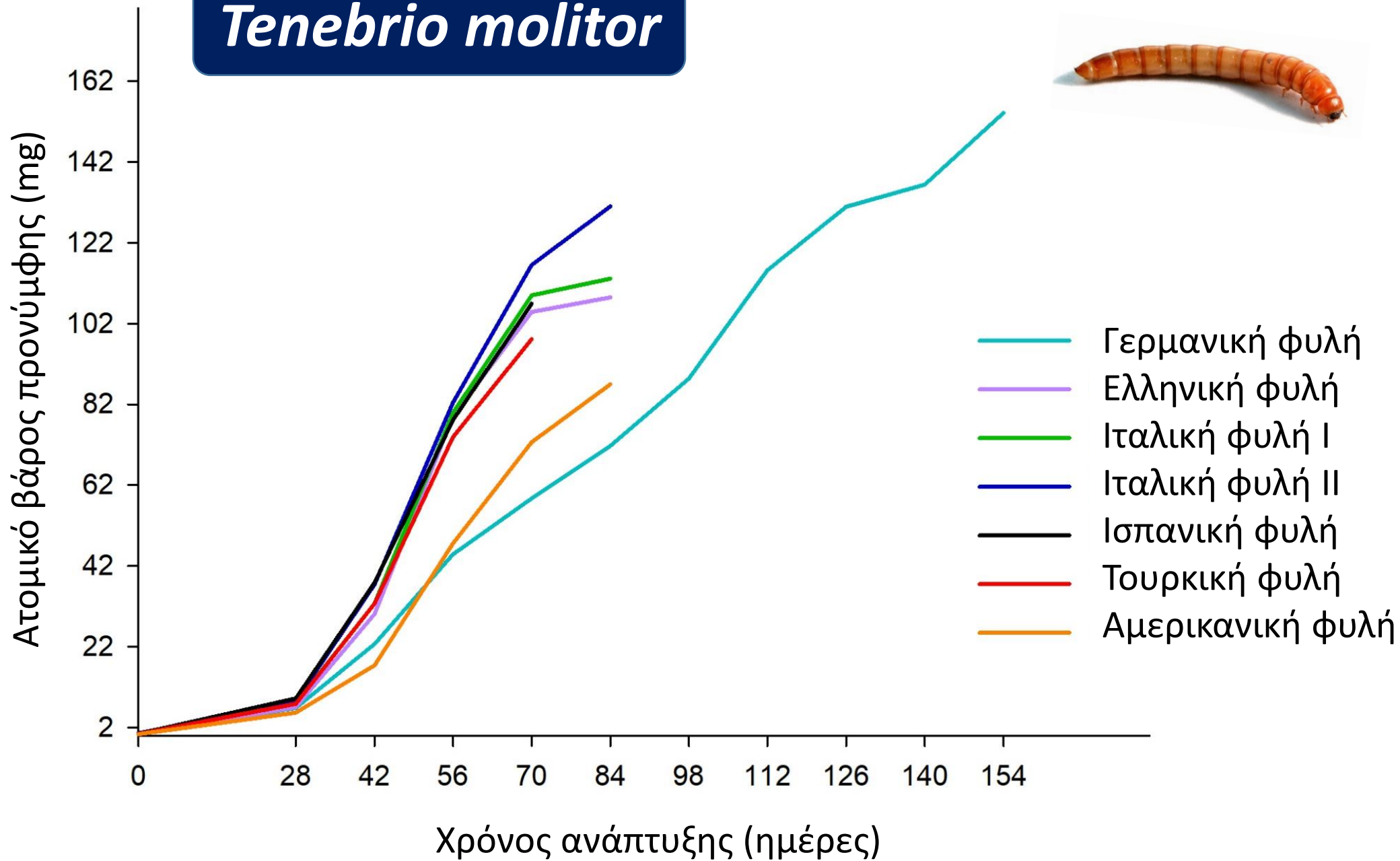
Γερμανία

Ισπανία



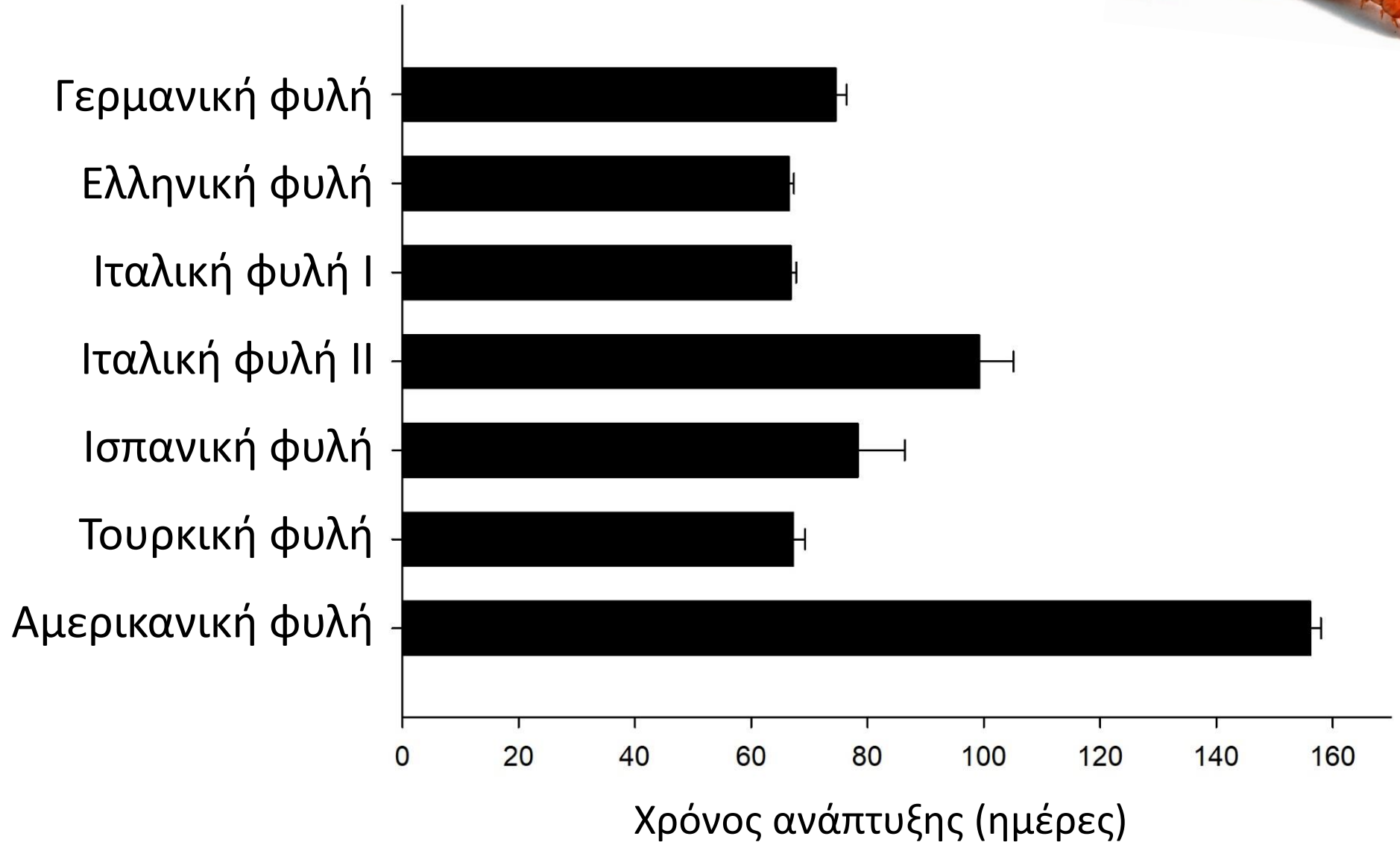
Created with mapchart.net

# *Tenebrio molitor*



Ερευνητικές  
προτεραιότητες  
ΠΘ  
-  
Γενετικό υλικό

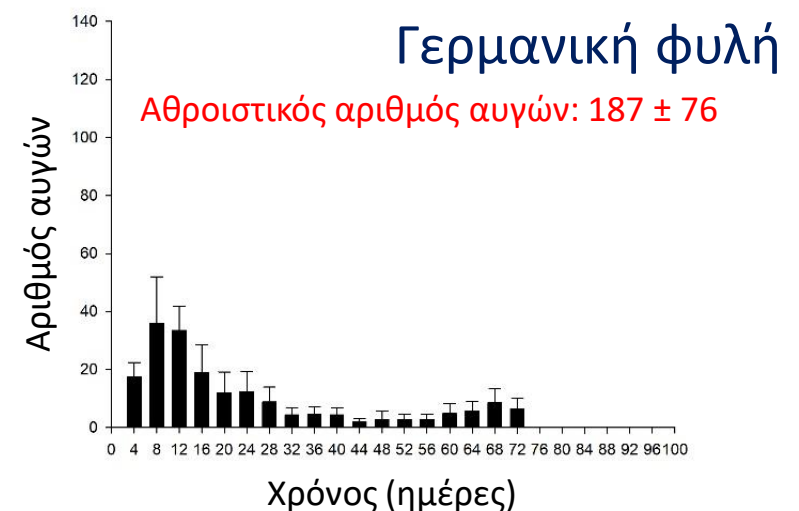
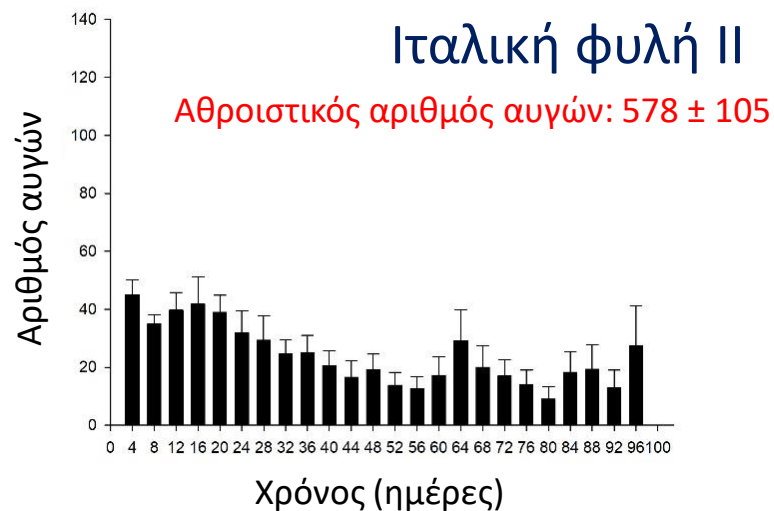
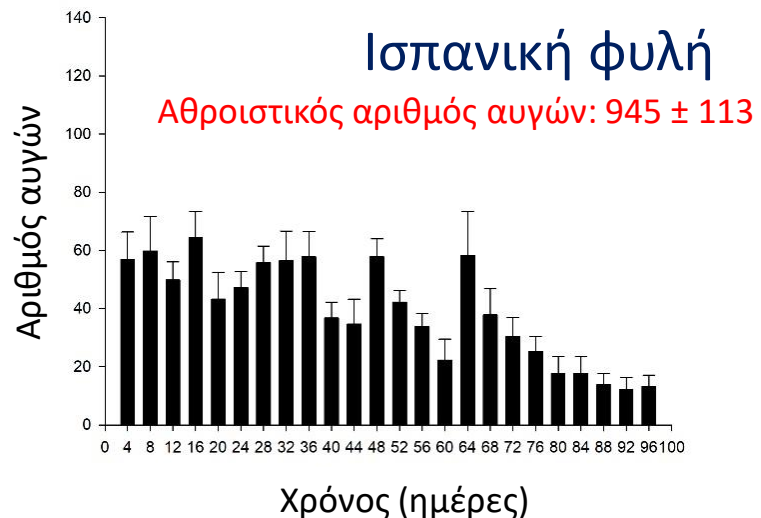
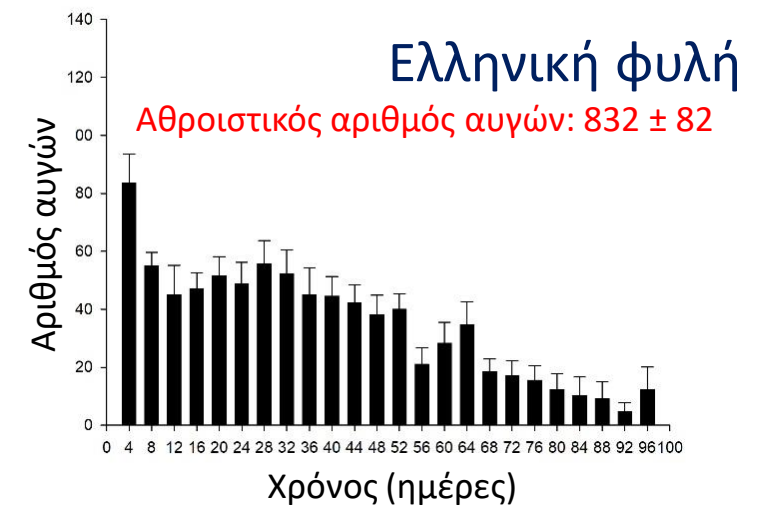
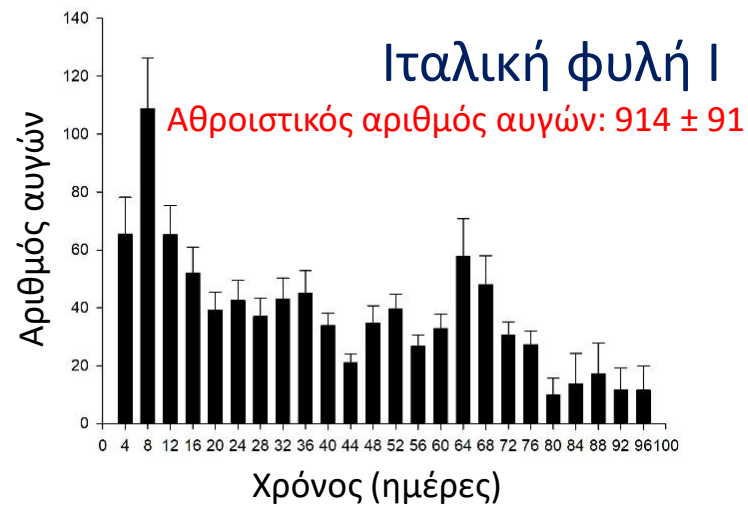
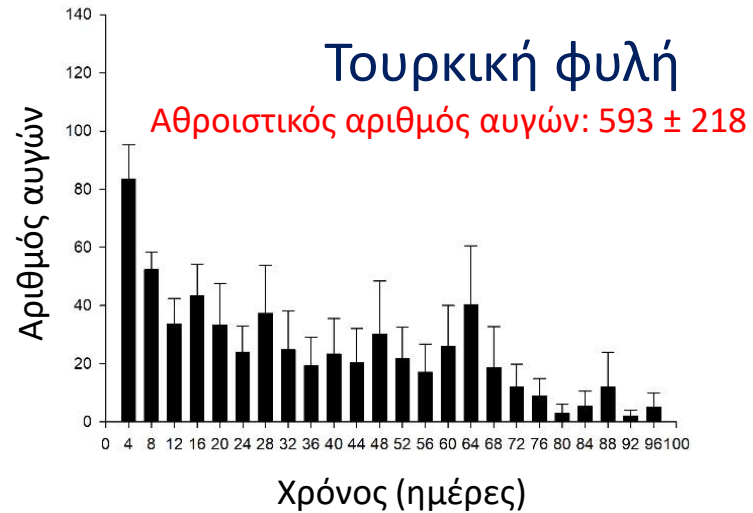
# *Tenebrio molitor*





# Επίδραση του γενετικού υλικού στην ωοπαραγωγή

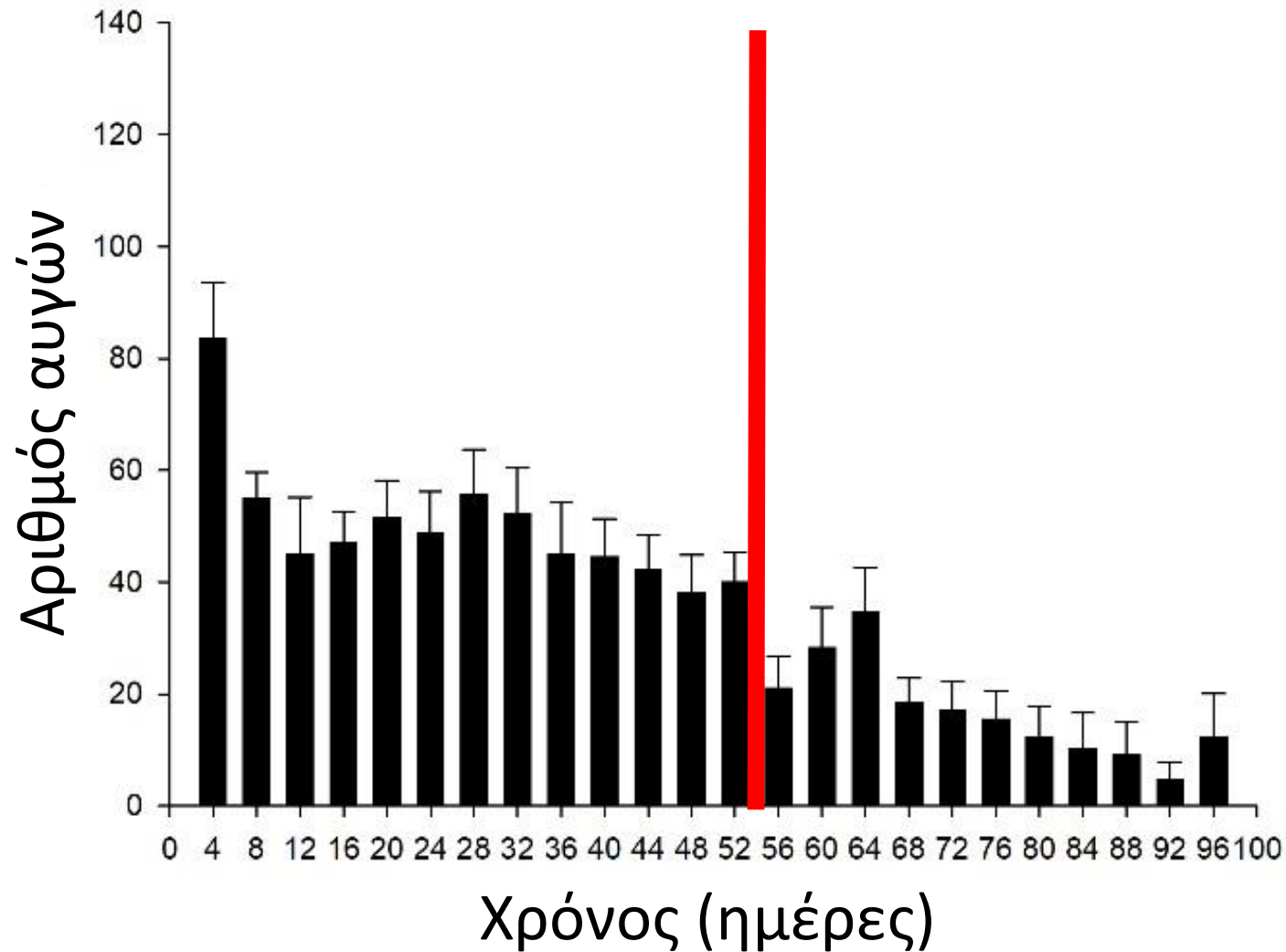
## *Tenebrio molitor*



# Ελληνική φυλή

***Tenebrio molitor***

Αθροιστικός αριθμός αυγών:  $832 \pm 82$



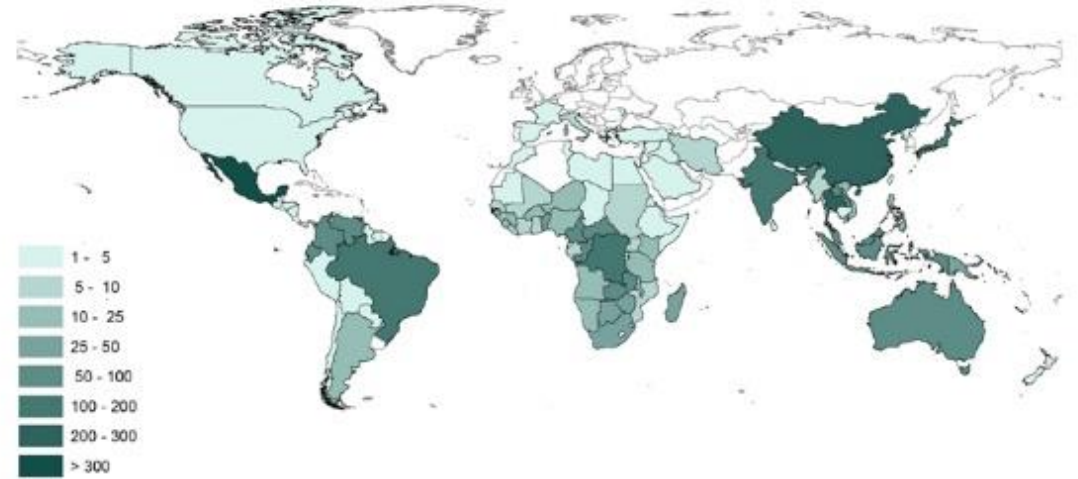
# Γενετικό υλικό



8 είδη εντόμων  
έχουν έγκριση στην ΕΕ



2000 είδη εδώδιμων  
εντόμων παγκοσμίως



Source: Centre of Geo information by Ron van Lammeren, Wageningen University, based on data compiled by Yde Jongema, 2015

version: 150518

- **Αυτοματοποίηση** διαδικασιών παραγωγής/εκτροφής (scale-up)
- Μείωση **κόστους παραγωγής**
- Βελτίωση **γενετικού υλικού** (επιλογή & βελτίωση φυλών)
- **Ασθένειες και Εχθροί** κατά την παραγωγή των εντόμων

# Diseases and Disorders

## *Alphitobius diaperinus*

	Egg	First Instar	Larva	Pupa	Beetle
<b>Healthy</b>					
<b>Unknown Disorders</b>	 <b>Yellow/Brown unhatched eggs</b> Cause unknown	 <b>Airbubbles in intestine</b> Probably caused by dehydration	 <b>Swollen, black Eusophagus</b> Larvae recovered Cause unknown	 <b>Hollow pupae</b> Probably eaten by other larvae/beetles	 <b>Bad developed elytra</b> Cause unknown
<b>Complete transformation</b>	 <b>Unhatched larva inside eggshell</b> Cause unknown	 <b>Shrunk hatching</b> Cause unknown	 <b>Incomplete exuviation</b> Cause unknown	 <b>Incomplete pupal formation</b> Cause unknown	 <b>Incomplete eclosion from pupa into adult</b> Cause unknown



Ασθένειες  
εντόμων

Καμιά αναφορά ακόμα παγκοσμίως για εμφάνιση κάποιας ασθένειας της μύγας μαύρος στρατιώτης!

## Diseases and other health issues in cricket rearing

### Viral diseases



a) 5-6<sup>th</sup> instar house cricket *Acheta domestica* infected with the *Acheta domestica* densovirus (AdDV). All instars are susceptible. Symptoms: liquified inner tissues, hindleg paralysis, sluggishness, swelling (not always noticeable). Mortality occurs 2-3 days after the first symptoms are noticed.

Besides AdDV, there are several other viruses that are pathogens of crickets. Reported symptoms are very similar for different viruses. One or more of the following symptoms are often a sign of viral infection: sluggishness, leg shaking, poor coordination of movement, frequent molting, crippling, swelling, viscous and/or opalescent haemolymph.

### Bacterial diseases



b) c) Adult crickets (Gryllidae family) infected with *Rickettsiella* sp. All instars are susceptible, though the older the cricket, the more severe the symptoms (green arrow indicates the extended membranes between the sternites due to abdomen swelling; yellow arrow indicates the viscous amorphous mass inside infected crickets, solidified after storage in ethanol 70%). Symptoms: swollen abdomen, inner tissues become a big "creamy" viscous mass, loss of limbs, poor coordination, females lose the ability to lay eggs - either due to an obstructed oviduct or due to highly reduced egg production. *Rickettsiella* sp. causes a chronic disease. It can take up to 20 days for the infected crickets to die.



Infections with other bacteria (i.e. *Serratia* sp., *Pseudomonas* sp.), lead to a change in coloration (i.e. pink brown, yellowish) and flaccidity. Infected crickets die within 2-4 days after first symptoms are noticed.

### Fungal diseases



d) Adult cricket (Gryllidae family) infected with *Metarhizium* sp. covered with the typical gray-dark green "brick-like" fungal spores all over the exoskeleton.

For crickets infected with *Metarhizium* sp., *Beauveria* sp. and *Entomophaga* sp., one of the most characteristic symptoms is the **hardening** of the body. A couple of days after death, white mycelium can be observed (at high relative humidity) growing on the cuticle. 3-4 days later, the body gets entirely covered by greenish (*Metarhizium* sp.) or whitish (*Beauveria* sp.) spores.

### Other health issues

e) Adult house cricket *A. domestica* covered with mites

- **Αυτοματοποίηση** διαδικασιών παραγωγής/εκτροφής (scale-up)
- Μείωση **κόστους παραγωγής**
- Βελτίωση **γενετικού υλικού** (επιλογή & βελτίωση φυλών)
- **Ασθένειες και Εχθροί** κατά την παραγωγή των εντόμων
- Επίδραση στην **ανάπτυξη των εκτρεφόμενων ψαριών και ζώων**

# Ιχθυοτροφές με βάση τα έντομα

Σε συνεργασία με το:

Τμήμα Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου  
Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



Αναπληρωτής Καθηγητής  
Καραπαναγιωτίδης Ιωάννης



Καθηγήτρια  
Μεντέ Έλενα

# Ιχθυοτροφές με βάση τα έντομα



*Zophobas morio*  
(superworm)  
προνύμφες



*Sparus aurata*  
Τσιπούρα

## Μεταχειρίσεις

- Ιχθυάλευρο
- 5% Full Fat *Z. morio* (ZFF5)
- 10% Full Fat *Z. morio* (ZFF10)
- 10% Low Fat *Z. morio* (ZLF10)
- 20% Low Fat *Z. morio* (ZLF20)
- 30% Low Fat *Z. morio* (ZLF30)



Full fat

Low fat



- **Αυτοματοποίηση** διαδικασιών παραγωγής/εκτροφής (scale-up)
- Μείωση **κόστους παραγωγής**
- Βελτίωση **γενετικού υλικού** (επιλογή & βελτίωση φυλών)
- **Ασθένειες και Εχθροί** κατά την παραγωγή των εντόμων
- Επίδραση στην **ανάπτυξη των** εκτρεφόμενων **ψαριών και ζώων**
- **Αποδοχή καταναλωτή**

# Αποδοχή καταναλωτή

## Στοιχεία έρευνας:

Τόπος: HydroMedit 2018



Χρόνος: 8-11 November 2018

Συμμετέχοντες: 267

Τύπος έρευνας: Δομημένο ερωτηματολόγιο



3<sup>rd</sup> International Congress on  
Applied Ichthyology  
& Aquatic Environment

**UNIVERSITY OF THESSALY**  
Department of Ichthyology and Aquatic Environment  
Department of Agriculture, Crop Production and Rural Environment

**SURVEY QUESTIONNAIRE**  
for the use of insect proteins in aquafeeds

I. Demographic data

1. Age: \_\_\_\_\_

2. Gender: Male  Female

3. Nationality: \_\_\_\_\_

4. Participation in HYDROMEDIT 2018 as:

Academic - Researcher	<input type="checkbox"/>
Staff of Aquaculture Business	<input type="checkbox"/>
Staff of Aquafeed Business	<input type="checkbox"/>
Staff of Public Sector	<input type="checkbox"/>
Student	<input type="checkbox"/>
Other (please specify: .....)	<input type="checkbox"/>

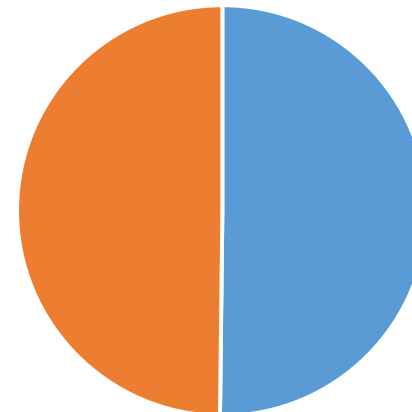
5. Household income per year:

10.000 – 20.000 \$	<input type="checkbox"/>	60.001 – 70.000 \$	<input type="checkbox"/>
20.001 – 30.000 \$	<input type="checkbox"/>	70.001 – 80.000 \$	<input type="checkbox"/>
30.001 – 40.000 \$	<input type="checkbox"/>	80.001 – 90.000 \$	<input type="checkbox"/>
40.001 – 50.000 \$	<input type="checkbox"/>	90.001 – 100.000 \$	<input type="checkbox"/>
50.001 – 60.000 \$	<input type="checkbox"/>	>100.001 \$	<input type="checkbox"/>

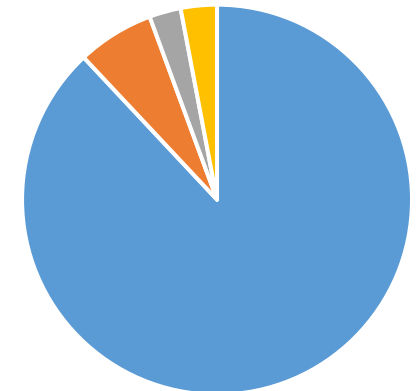
6. Education level (highest degree completed):

High school or equivalent	<input type="checkbox"/>
College or technical qualification below university level	<input type="checkbox"/>
University degree (e.g. Bachelor's degree)	<input type="checkbox"/>
Post-graduate degree (MSc, PhD etc)	<input type="checkbox"/>

This survey questionnaire is part of the scientific project "FISHECT: Evaluation of insects as an alternative nutrient source of high nutritive value in aqua feeds". Your answers will be kept confidential and anonymous. Thank you for sharing your thoughts with us.



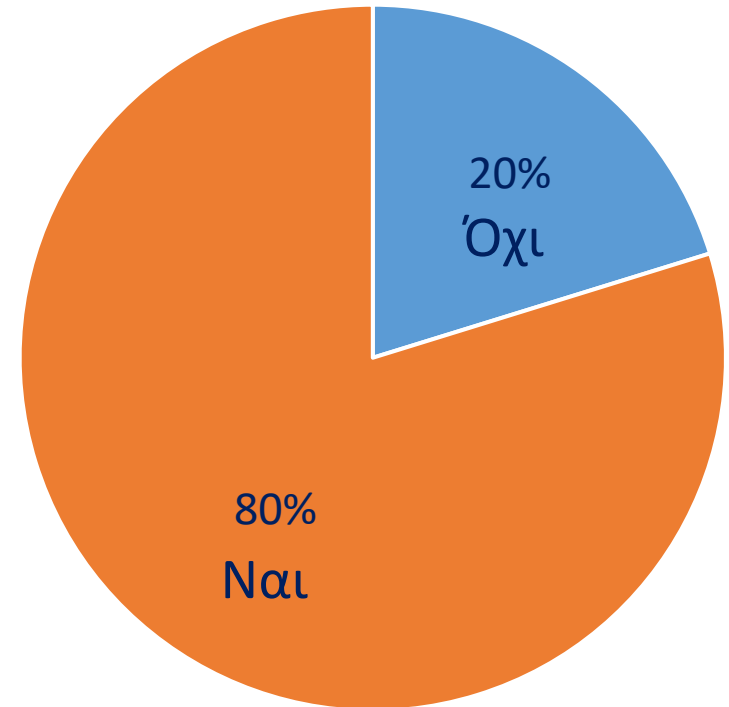
■ Γυναίκες ■ Άντρες



■ Ελλάδα ■ Τουρκία ■ Κύπρος ■ Άλλες χώρες

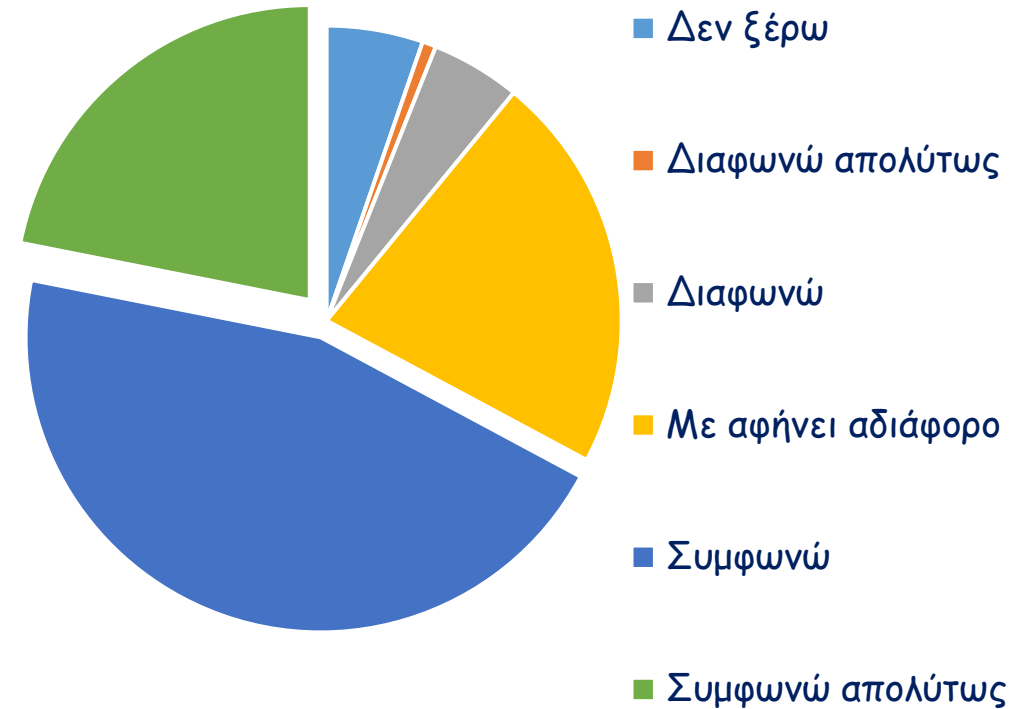
Αποδοχή  
καταναλωτή

Έχετε ακούσει για τη δυνατότητα  
χρήσης πρωτεϊνών εντόμων στις  
ιχθυοτροφές;



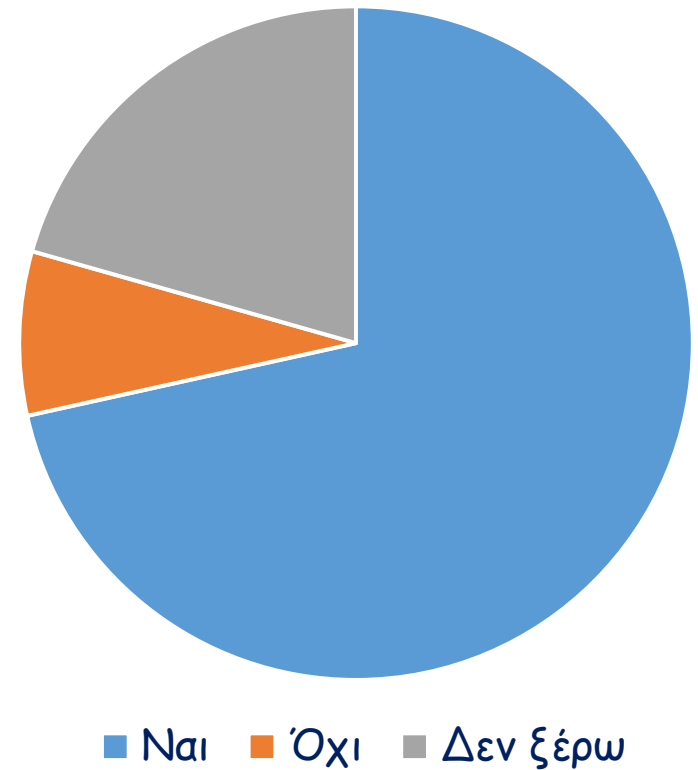
Αποδοχή  
καταναλωτή

Πως σας φαίνεται η χρήση  
πρωτεϊνών εντόμων στις  
ιχθυοτροφές;



Αποδοχή  
καταναλωτή

Θα καταναλώνετε ψάρια που έχουν  
τραφεί με ιχθυοτροφές με βάση τα  
έντομα;



Προοπτικές  
στην Ελλάδα και  
την Κύπρο

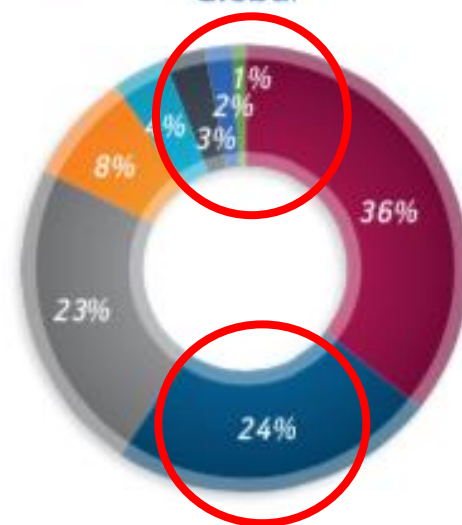
➤ Πληθώρα γεωργικών παραπροϊόντων

➤ Πληθώρα γεωργικών παραπροϊόντων

➤ Σημαντική παραγωγή **τσιπούρας** και **λαβρακίου**

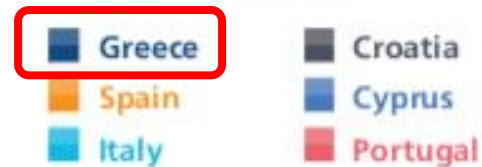
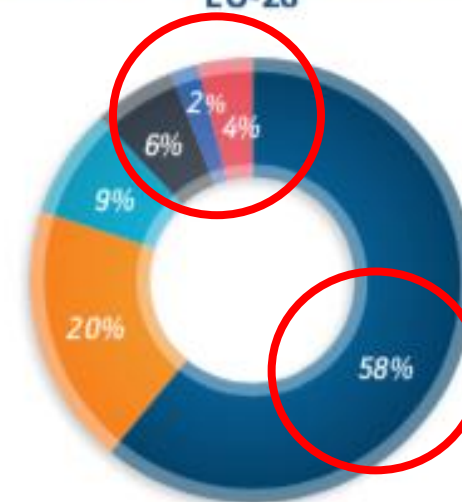
Προοπτικές  
στην Ελλάδα και  
την Κύπρο

Supply of Sea Bass & Sea Bream  
Global



source: FAO, FEAP, FGM

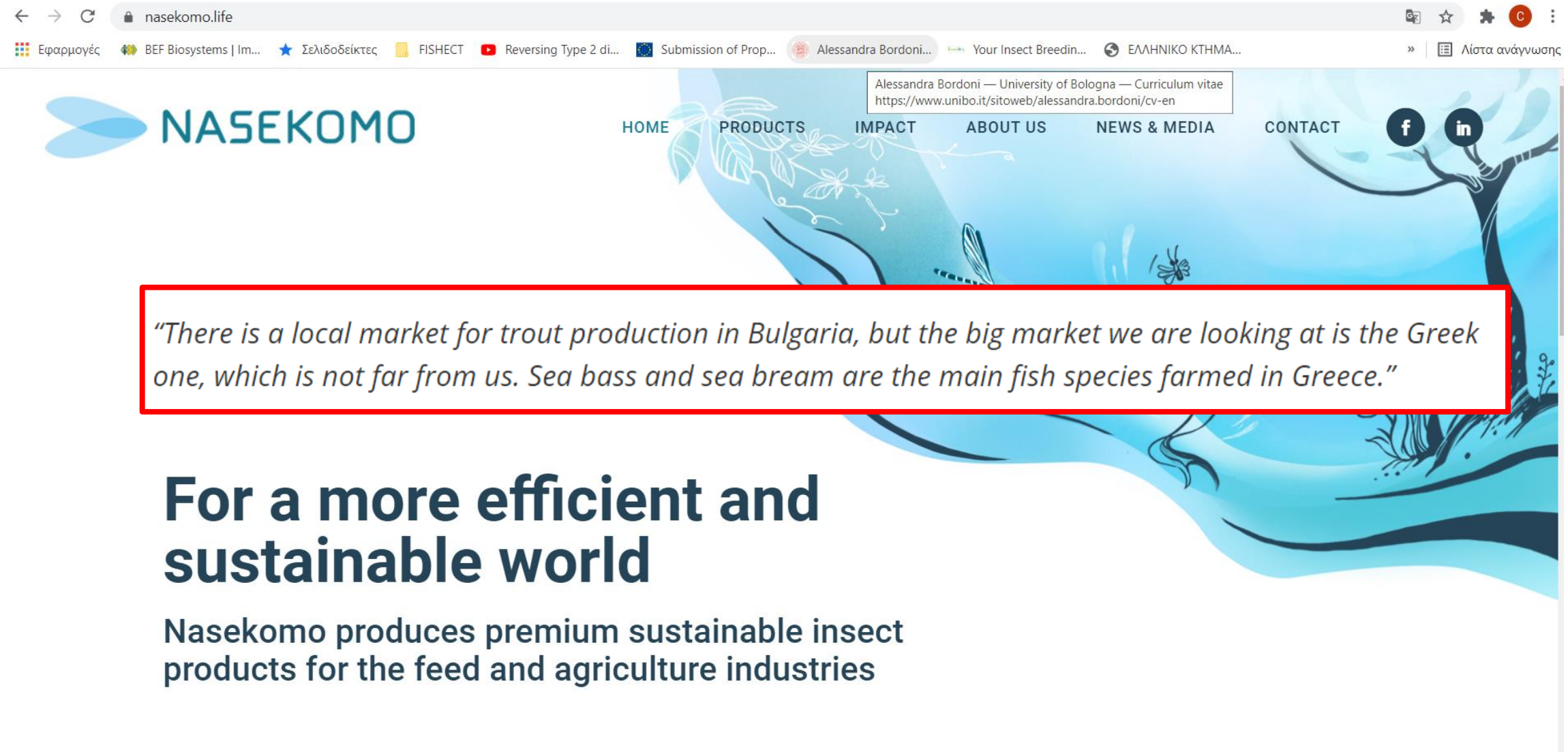
Supply of Sea Bass & Sea Bream  
EU-28



source: FAO, FEAP, FGM

# Προοπτικές στην Ελλάδα και την Κύπρο

<https://nasekomo.life>



Alessandra Bordini — University of Bologna — Curriculum vitae  
<https://www.unibo.it/sitoweb/alessandra.bordini/cv-en>

HOME PRODUCTS IMPACT ABOUT US NEWS & MEDIA CONTACT

f in

*“There is a local market for trout production in Bulgaria, but the big market we are looking at is the Greek one, which is not far from us. Sea bass and sea bream are the main fish species farmed in Greece.”*

## For a more efficient and sustainable world

Nasekomo produces premium sustainable insect products for the feed and agriculture industries



Προοπτικές  
στην Ελλάδα και  
την Κύπρο

- Πληθώρα γεωργικών παραπροϊόντων
- Ένας από τους μεγαλύτερους παραγωγούς **τσιπούρας** και **λαβρακίου**
- Ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες



# Το παράδειγμα της πτηνοτροφίας...

1850

1900

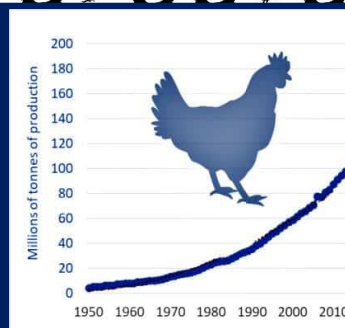
1930

1950

2000



Βελτιωμένο γενετικό υλικό  
Βελτιωμένο σιτηρέσιο  
Βελτιωμένο τεχνολογικό εξοπλισμό



Οικόσιτη εκτροφή

Πρώτες φάρμες μικρής κλίμακας  
[με μερικές εκατοντάδες κότες]

Πολλές φάρμες  
μικρής κλίμακας

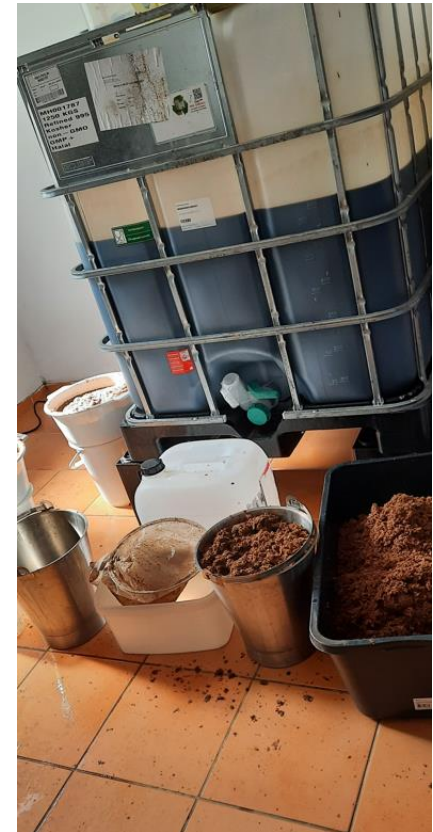
Βιομηχανοποίηση -  
Πρώτες φάρμες μεγάλης  
κλίμακας

Πολλές φάρμες μεγάλης κλίμακας -  
Βελτιωμένες φυλές

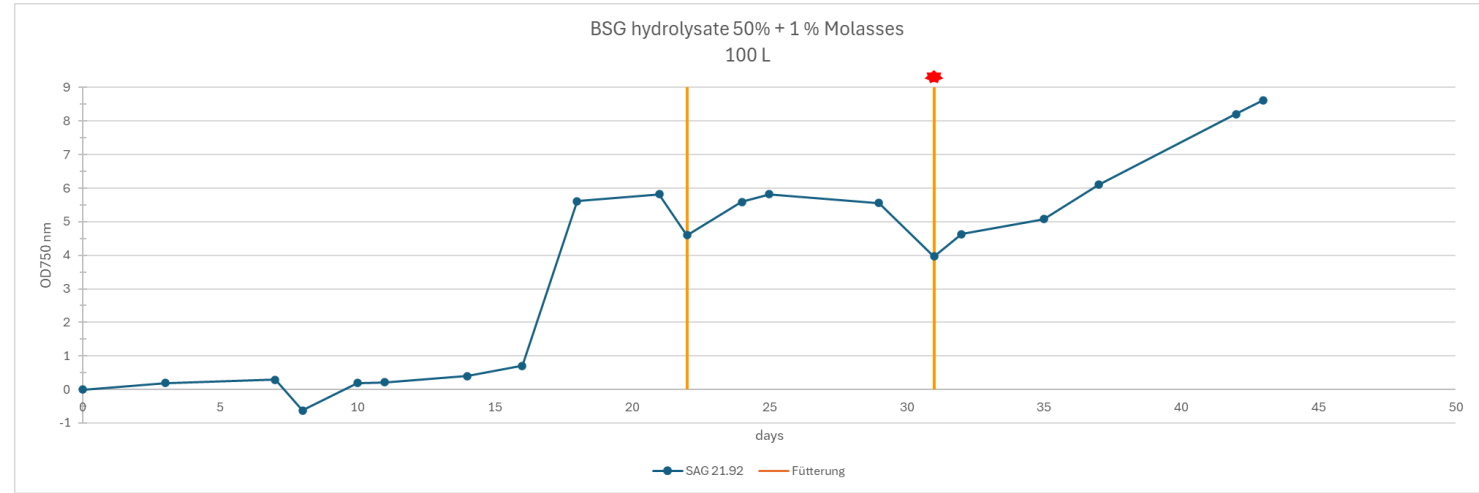
# Καλλιέργεια μικροφυκών



CIPROMED



# Καλλιέργεια μικροφυκών

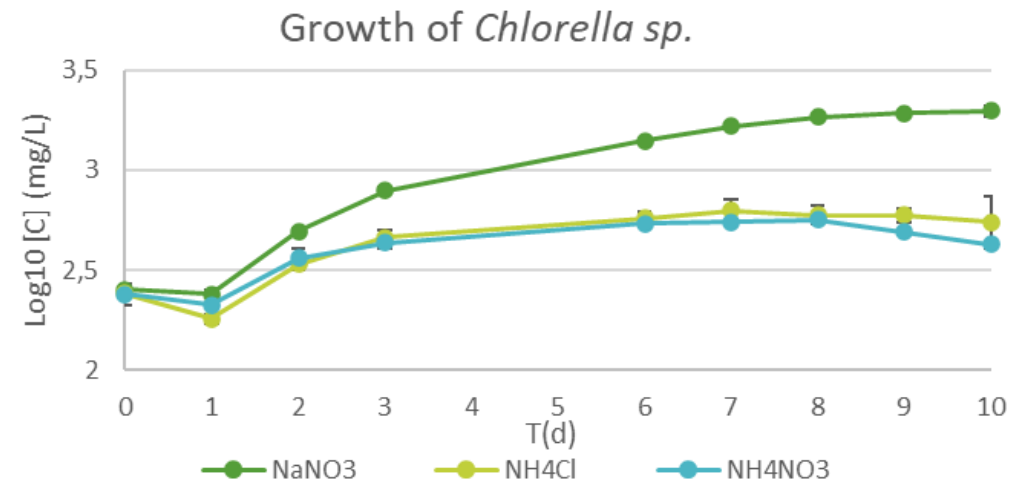
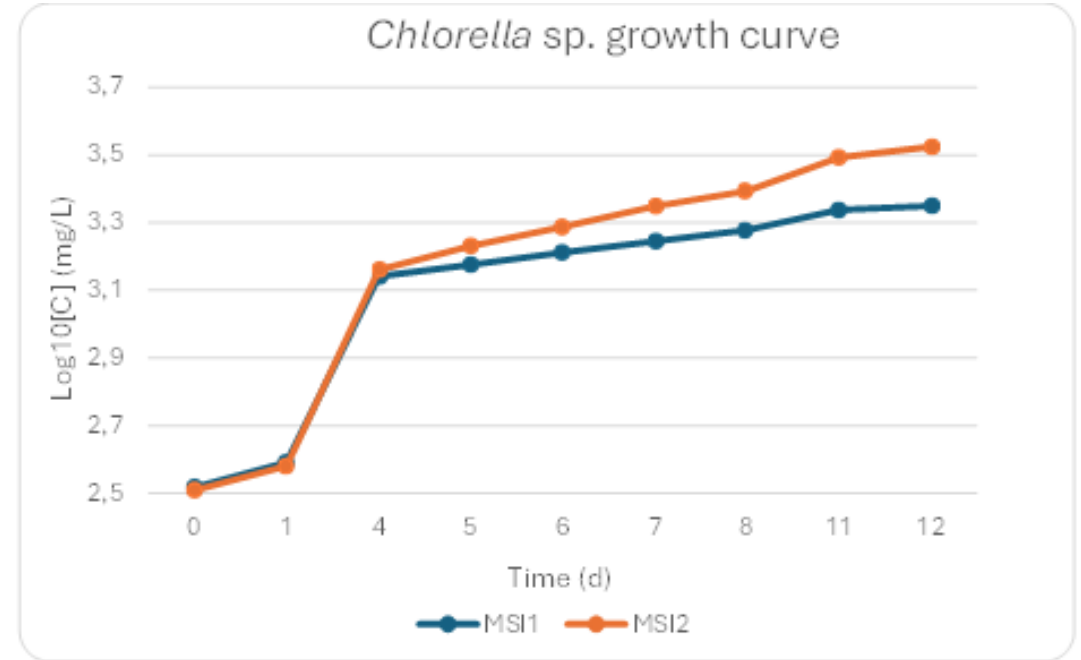


Ετεροτροφική καλλιέργεια του  
*Galdieria sulphuraria*

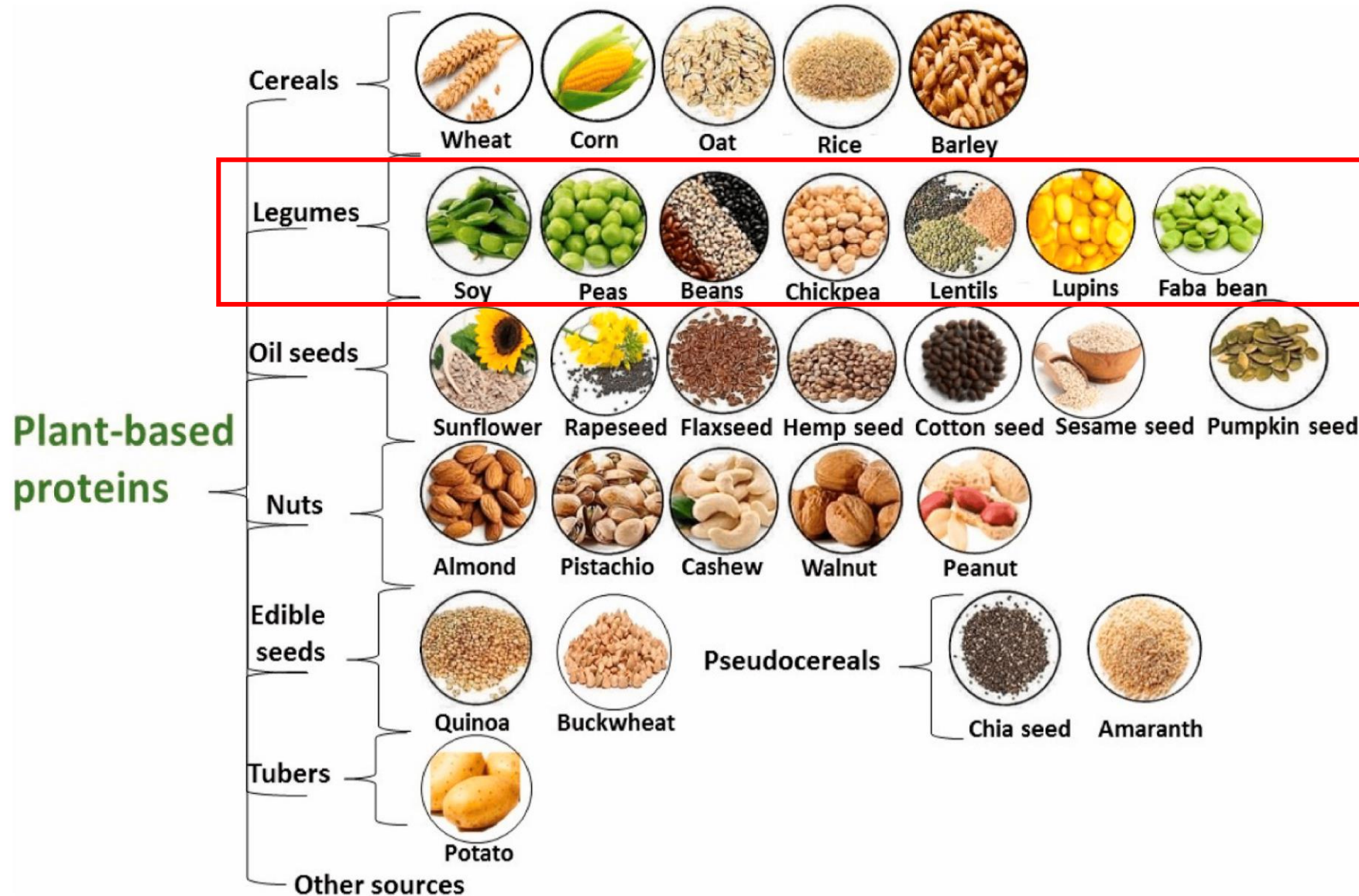
# Καλλιέργεια μικροφυκών σε βιομηχανική κλίμακα



Φωτοτροφική καλλιέργεια της *Chlorella sp.*



# Φυτικές πρωτεΐνες: ΨΥΧΑΝΘΗ



# Πρωτεΐνες από ΨΥΧΑΝΘΗ



*Lupinus albus L.*  
var. Tennis



*Lupinus albus L.*  
var. Nelly



*Vicia faba L.*  
var. Hystal



*Vicia faba L.*  
var. Solon



*Vicia faba L.*  
var. Scuro di Torrelana



**CIPROMED**

Sample	% proteins $\pm$ SD
FAB_HIS	28.2 $\pm$ 2.3
FAB_SOL	30.9 $\pm$ 1.2
FAB_SCU	28.8 $\pm$ 1.8
LUP_TEN	41.2 $\pm$ 3.9
LUP_NEL	43.4 $\pm$ 1.7

# Καλλιέργεια λούπινου και κουκιού με insect frass



Πείραμα με λούπινα σε γλάστρες στο ΠΘ



Πείραμα με κουκιά στο χωράφι στο Μαρόκο







ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



**CIPROMED**

CIRCULAR AND INCLUSIVE UTILISATION  
OF ALTERNATIVE PROTEINS IN THE  
MEDITERRANEAN VALUE CHAINS

Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τα ερευνητικά αποτελέσματα της ερευνητικής μας ομάδας στο θέμα **σκανάρετε τον κωδικό QR:**



# Ευχαριστώ για την προσοχή σας!

**Επικοινωνία:**

Emails: [crumbos@uth.gr](mailto:crumbos@uth.gr)



This project is part of the PRIMA programme supported by the European Union