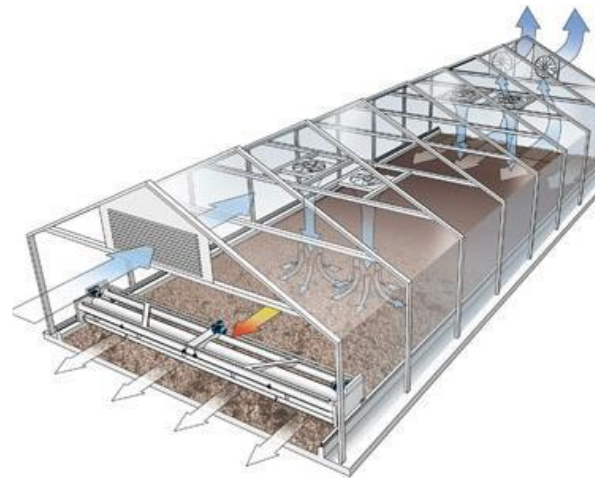


# Ηλιακή Ξήρανση

## Αξιοποίηση οργανικών υπολειμμάτων για την παραγωγή συστατικών ζωοτροφών



Μανιός Θρασύβουλος, Καθηγητής



Ηράκλειο, 2023

το πρόβλημα...(1) ..... Η πίεση που ασκείται στο περιβάλλον και τα οικοσυστήματα από την παραγωγική αλυσίδα τροφίμων και ζωοτροφών

Το 1/3 των παραγόμενων τροφίμων απορρίπτεται

Ποσοστό μεγαλύτερο του 21% των απορριπτόμενων απορριμμάτων στους ΧΥΤΑ αποτελείται από τροφικά υπολείμματα

Περισσότεροι από 200 εκ. άνθρωποι υποσιτίζονται

# το πρόβλημα ..(2)..... το εξαιρετικά υψηλό αποτύπωμα άνθρακα από την παραγωγική διεργασία των ζωοτροφών

η ενέργεια και οι πόροι που καταναλώνονται για κάθε κιλό πρωτεΐνης που παράγεται είναι τεράστια, υπολογίζοντας ότι απελευθερώνονται έως και 600 kg CO<sub>2</sub>-eq ανά kg πρωτεΐνης κρέατος σε σύγκριση με μόλις 4 kg CO<sub>2</sub>-eq ανά kg φυτικής πρωτεΐνης

το αποτύπωμα άνθρακα και χρήσης γης για κάθε κιλό χοιρινού κρέατος που καταναλώνεται από τον άνθρωπο υπολογίζεται ότι είναι 4 έως 11 kg CO<sub>2</sub>-eq και 8 έως 15 m<sup>2</sup> ανά έτος

το αποτύπωμα άνθρακα και χρήσης γης για κάθε κιλό παραγόμενων πουλερικών είναι σημαντικά χαμηλότερα αλλά παρόλα αυτά κυμαίνεται από 2 έως 6 kg CO<sub>2</sub>-eq και 5 έως 8 m<sup>2</sup> γ, αντίστοιχα

# ΑΠΩΤΕΡΟΣ ΣΤΟΧΟΣ....

Η αξιοποίηση οργανικών  
υπολειμμάτων για την παραγωγή  
προϊόντων προστιθέμενης αξίας ...  
συστατικά ζωοτροφών

# Αξιοποίηση οργανικών υπολειμμάτων...

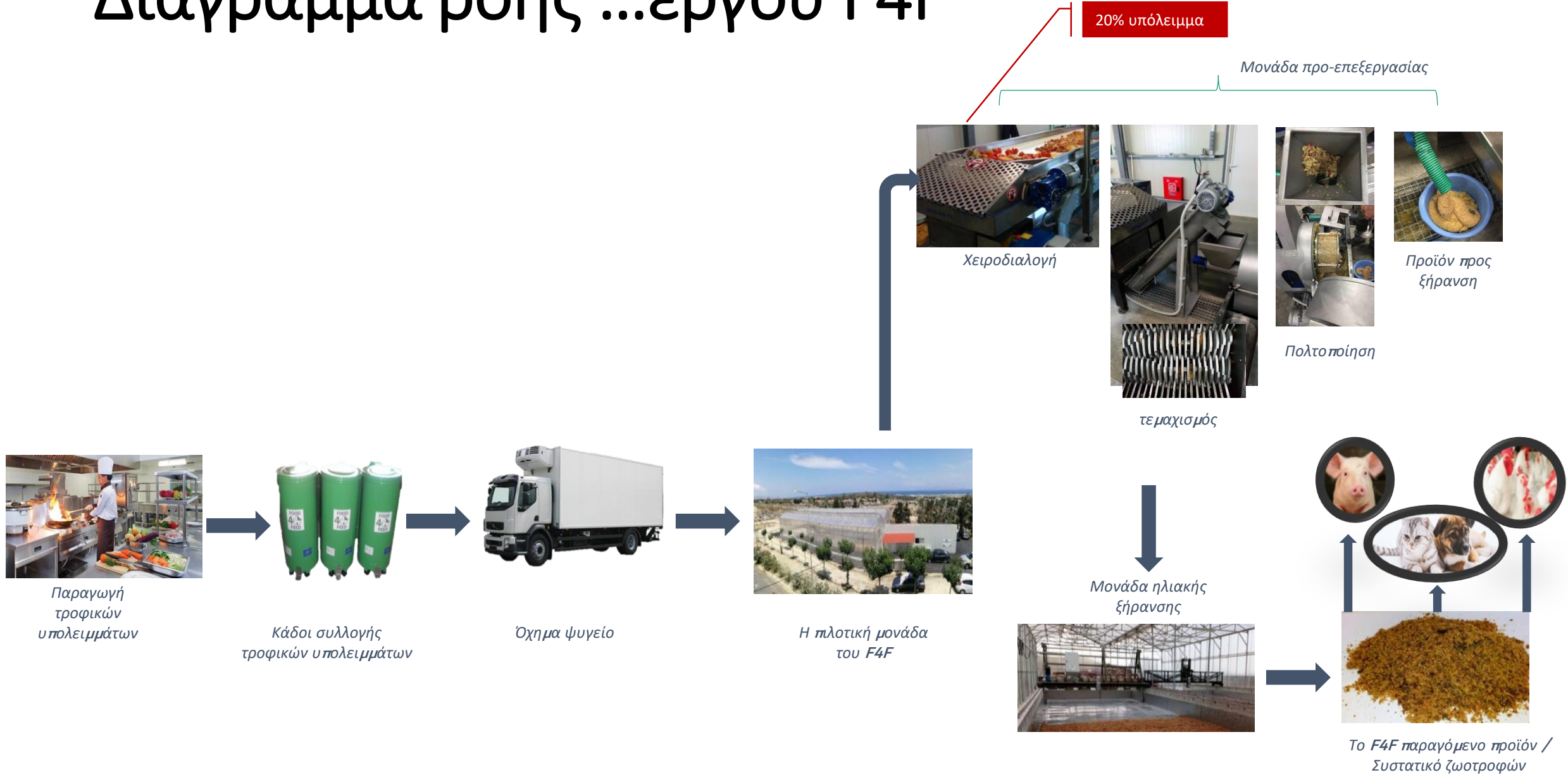
- Τροφικά υπολείμματα χώρων εστίασης και φιλοξενίας
- Μη εμπορεύσιμα φρούτα & λαχανικά υπεραγορών, συσκευαστηρίων, δημοπρατηρίων με τυρόγαλο
- Μη εμπορεύσιμα φρούτα & λαχανικά υπεραγορών, συσκευαστηρίων, δημοπρατηρίων με μη εμπορεύσιμα ρύζια, άλευρα, μακαρόνια (από υπεραγορές)
- Υποπροϊόντα ορνιθοσφαγείων

# Αξιοποίηση Τροφικών υπολειμμάτων χώρων εστίασης και φιλοξενίας

Έργο LIFE-F4F



# Διάγραμμα ροής ...έργου F4F



# Πιλοτική μονάδα παραγωγικής διεργασίας...

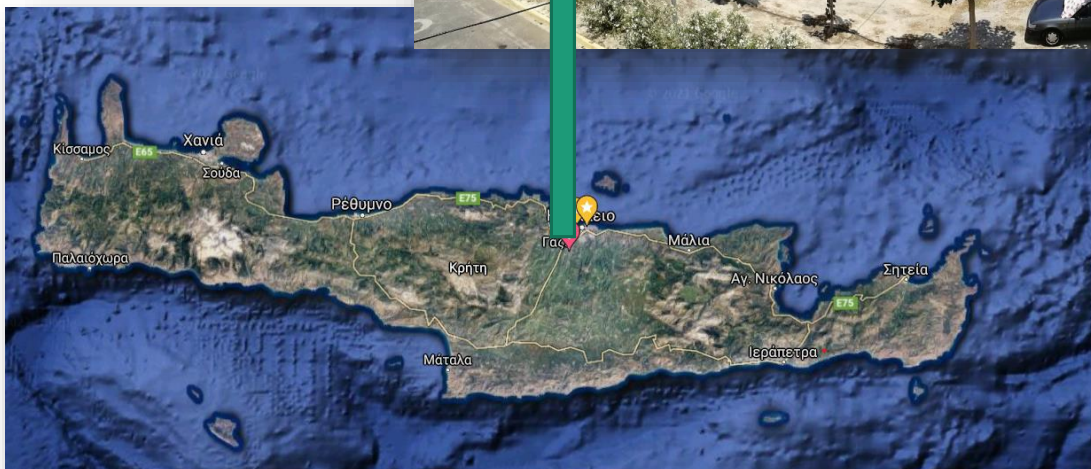
Πιλοτική Μονάδα  
(δυναμικότητας 150tn/έτος)



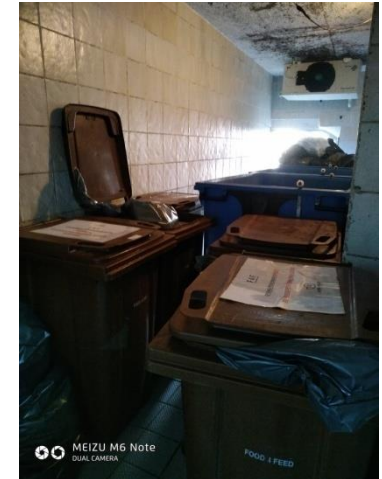
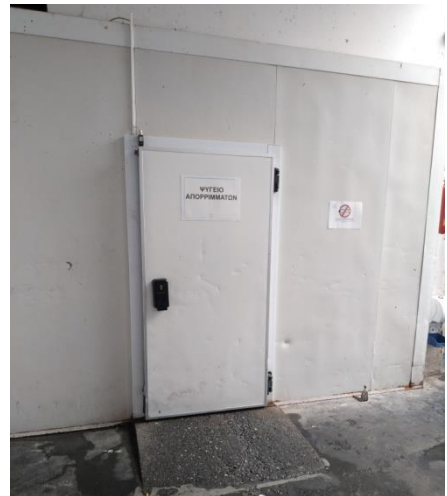
Μονάδα Προ-επεξεργασίας



Μονάδα ηλιακής ξήρανης



# Συλλογή τροφικών υπολειμμάτων από χώρους φιλοξενίας και εστίασης...



# Προ-επεξεργασία τροφικών υπολειμμάτων ...



# Προ-επεξεργασία τροφικών υπολειμμάτων ...

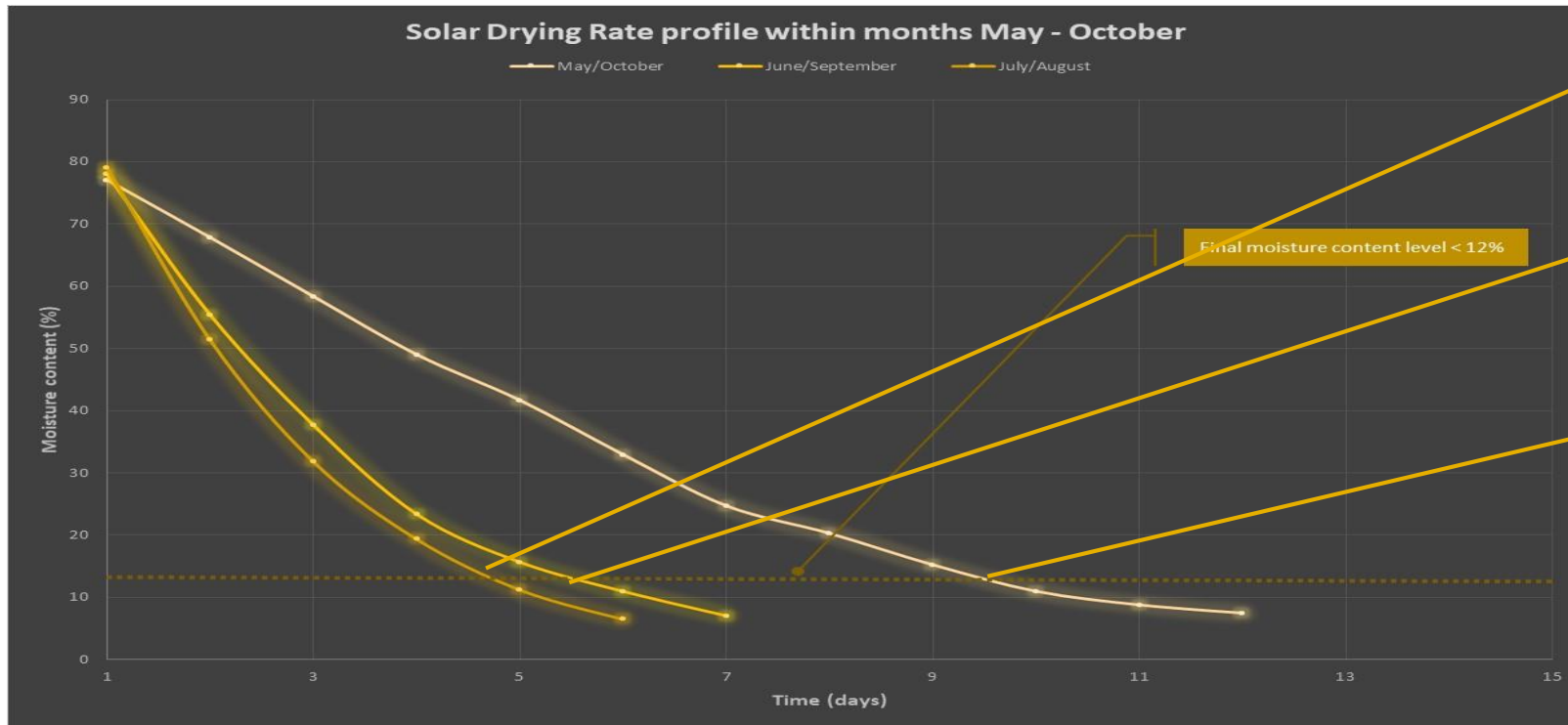


# Ηλιακή Ξήρανση τροφικών υπολειμμάτων ...



# Ρυθμός Ξήρανσης...

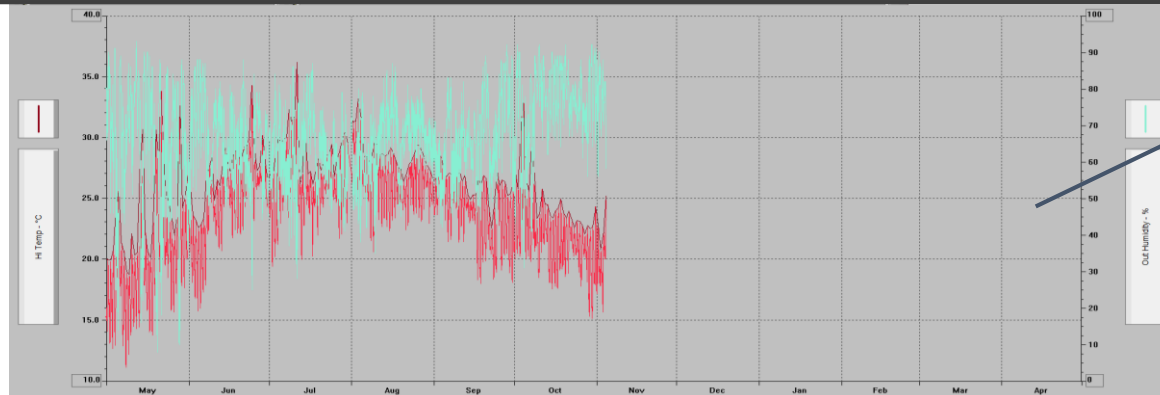
Αρχικός όγκος Υλικού  $\approx 11\text{m}^3$



Διάρκεια ξήρανσης < 5 ημ.  
(Ιούλιο & Αύγουστο)

Διάρκεια ξήρανσης < 6 ημ.  
(Ιούνιο & Σεπτέμβριο)

Διάρκεια ξήρανσης < 10 ημ.  
(Μάιο & Οκτώβριο)



**Aver. Max  $^{\circ}\text{C}$**   
May / October : 24-25 $^{\circ}\text{C}$   
June/September: 27-29 $^{\circ}\text{C}$   
July/August: 30 $^{\circ}\text{C}$

Graph 1. max temperature and humidity profile, May-October, 2019

# Το παραγόμενο προϊόν ... ως συστατικό ζωοτροφών ...

Συνολική ποσότητα που διαχειρίστηκε κατά τη διάρκεια του έργου: **550tn**

Συνολικό παραγόμενο προϊόν: **150tn**

Μέσος όρος ξήρανσης: **6-7 ημέρες**

Η αρχική υγρασία 75 – 80% και η υγρασία του τελικού ξηρού παραγόμενου προϊόντος < 12%.

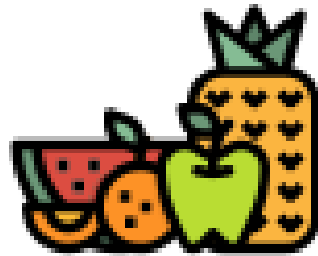


# Αξιολόγηση προϊόντος ...



Μη εμπορεύσιμα φρούτα & λαχανικά υπεραγορών,  
συσκευαστηρίων, δημοπρατηρίων με τυρόγαλο

Έργο BEATLE



# F4F vs BEATLE

**F4F**

- Αξιοποιεί **τροφικά υπολείμματα** κουζίνας μονάδων εστίασης και φιλοξενίας

**ΕΠΙΤΡΕΠΕΤΑΙ**

χρήση ως ειδικά πρόσθετα σε ζωοτροφές γουνοφόρων ζώων

**ΔΕΝ ΕΠΙΤΡΕΠΕΤΑΙ**

σε παραγωγικά ζώα / κατοικίδια

**BEATLE**

- Αξιοποιεί **φυτικά υπολείμματα (φρούτα και λαχανικά)** από υπεραγορές και **τυρόγαλο**

**ΕΠΙΤΡΕΠΕΤΑΙ**

ως ειδικά πρόσθετα σε ζωοτροφές που προορίζονται σε μονογαστρικά και μηρυκαστικά ζώα



Σημεία Συλλογής Πρώτων Υλών

Χώρος συντήρησης & προσωρινής αποθήκευσης Φ.Υ.ΥΠ. & Τυρόγαλου



Ηλιακή ξήρανση μιγμάτων Φ.Υ.ΥΠ. με Τυρόγαλο



Κάδος προσωρινής αποθήκευσης & προ-επεξεργασίας Φ.Υ.ΥΠ.



Κομποστοποίηση σε σειράδια



Παραγωγή εμπλουτισμένου εδαφοβελτιωτικού



Διάγραμμα ροής έργου...

Παραγωγή προϊόντος προς αξιολόγηση για χρήση του ως ειδικό πρόσθετο ζωοτροφής



# Συλλογή Φυτικών Υπολειμμάτων για Παραγωγή συστατικών ζωοτροφών...



# Ηλιακή Ξήρανση φυτικών υπολειμμάτων με τυρόγαλο ...

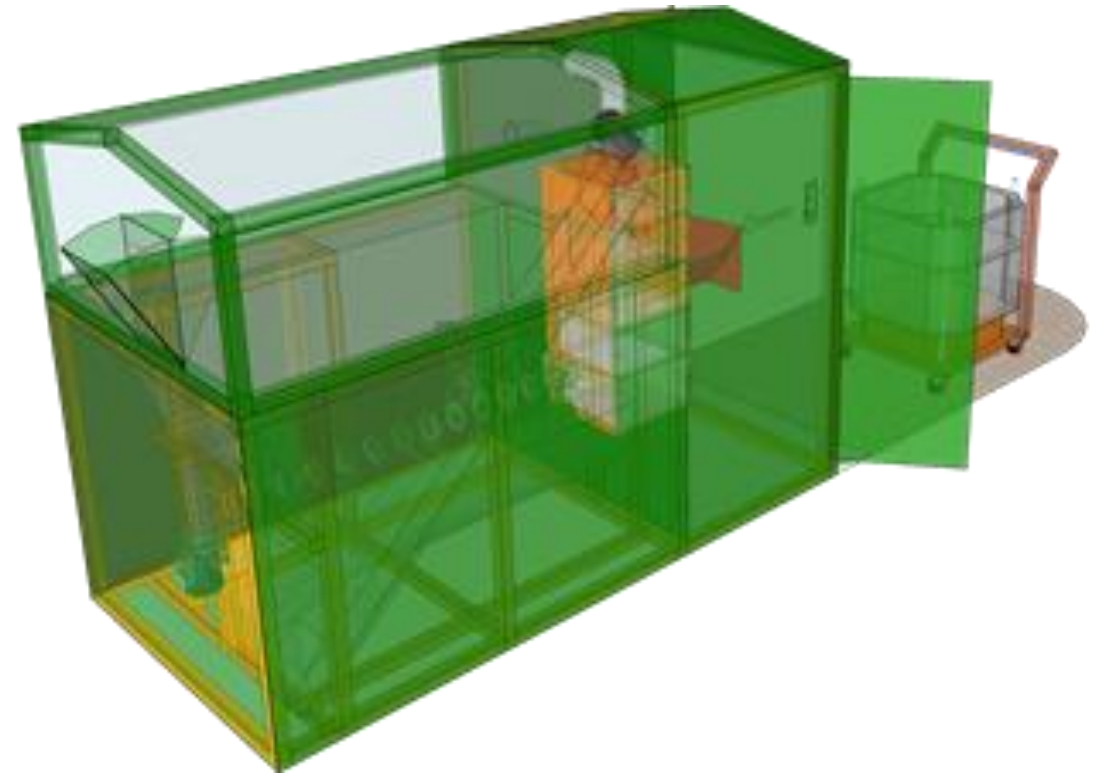


Μη εμπορεύσιμα φρούτα & λαχανικά υπεραγορών,  
συσκευαστηρίων, δημοπρατηρίων με μη  
εμπορεύσιμα ρύζια, άλευρα, μακαρόνια

Έργο ΧΑΛΚΙΑΔΑΚΗ



# Μετατροπή Αυτόνομου μηχανικού κομποστοποιητή σε ηλιακό ξηραντήριο ..



# Τροποποιήσεις ...



Ως κομποστοποιητής



Ως ξηραντήρας

# Διάγραμμα ροής ...

Μη εμπορεύσιμα



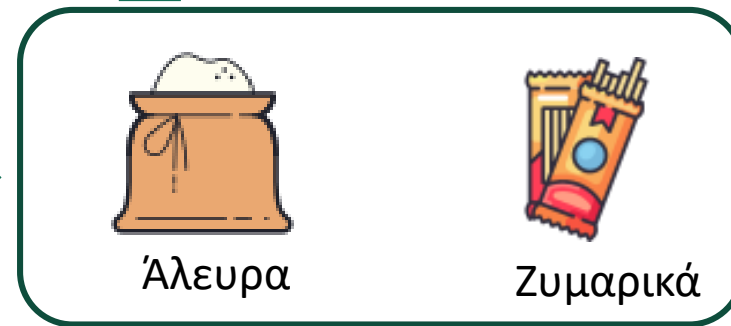
8 μέρη



Τεμαχισμός



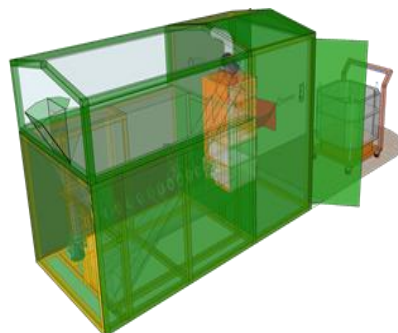
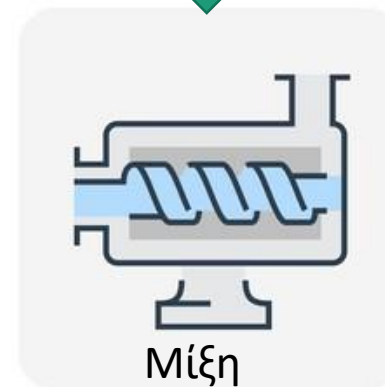
Μη εμπορεύσιμα



2 μέρη



Ηλιακή Ξήρανση



Συστατικά ζωοτροφών



# Βήματα επεξεργασίας...

Step 1

Step 2

Step 3

Step 4

Step 5

Step 6



Αρχικά νωπά  
υλικά

Τεμαχισμός

Τροφοδοσία  
ξηραντήρα

Προσθήκη  
άλευρων/ζυμαρικών  
Ξήρανση

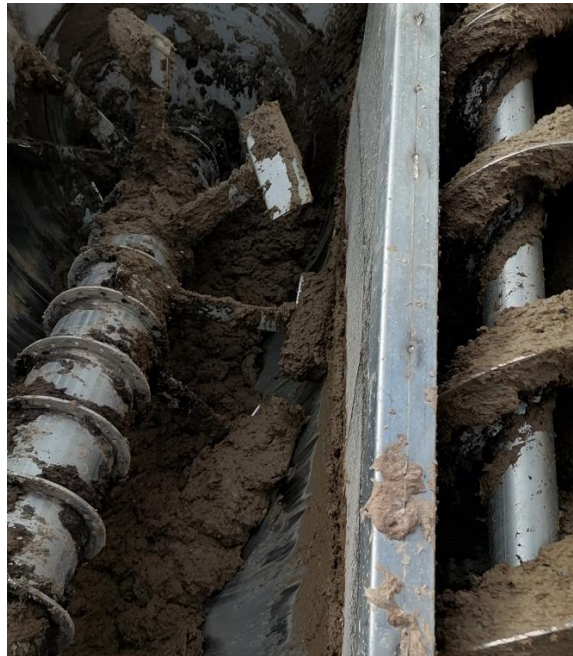
Παραγόμενο  
προϊόν  
(υγρασία ≈ 35%)

Τελικό προϊόν  
(Υγρασία <12%)

# Διεργασία Ξήρανσης



# Διεργασία Ξήρανσης



Πειραματικές Εφαρμογές	Αρχικά νωπά φρούτα & Λαχανικά	Αρχικά νωπά φρούτα & Λαχανικά μετά τον τεμαχισμό	Άλευρα & Ζυμαρικά (20% w/w)	Εισερχόμενη ποσότητα προϊόντων	Ποσότητα παραγόμενου προϊόντος (moisture <12%)	Διάρκεια Ξήρανσης (<10%)
1 <sup>η</sup> Εφαρμογή	564kg	523,75Kg	105Kg	630Kg	150Kg	7 days
2 <sup>η</sup> Εφαρμογή	837kg	815Kg	163Kg	978Kg	255Kg	9 days
3 <sup>η</sup> Εφαρμογή	4.160kg	3.847Kg	783Kg	4.630Kg	1.452Kg	30 days

### 1<sup>η</sup> Εφαρμογή (Μάιος 2022):

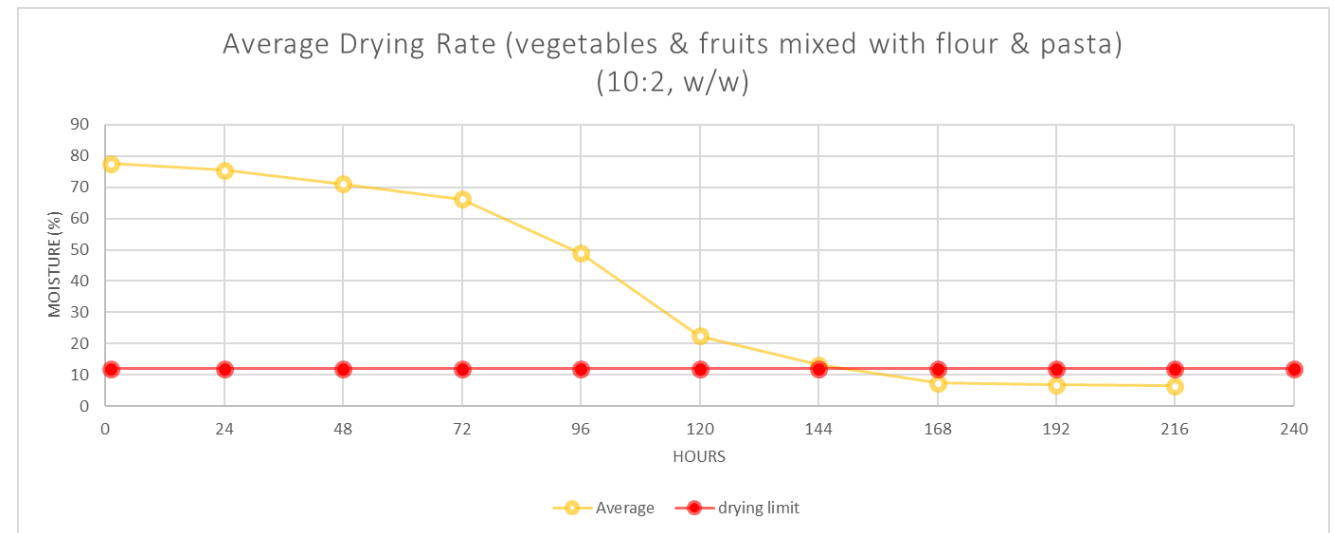
- ✓ Θερμικές αντιστάσεις σιλικόνης (38-52°C)
- ✓ Ηλιακή ενέργεια
- ✓ 24H/24H
- ✓ Max temp 28°C
- ✓ Min out temp 15°C

### 2<sup>η</sup> Εφαρμογή (Ιούνιος 2022):

- ✓ Θερμικές αντιστάσεις σιλικόνης (45-60°C)
- ✓ Ηλιακή ενέργεια
- ✓ 24H/24H
- ✓ Max temp 34°C
- ✓ Min out temp 21°C

### 3<sup>η</sup> Εφαρμογή (Ιούλιος 2022):


- ✓ Θερμικές αντιστάσεις σιλικόνης ΔΕΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ
- ✓ ΜΟΝΟ ηλιακή ξήρανση
- ✓ 24H/24H



Εικόνα 1 Μέσος ρυθμός ξήρανσης (10:2, w/w)

# Τελικό παραγόμενο προϊόν ...

Αφλατοξίνες B1, B2,  
G1 & G2 δεν  
ανιχνεύτηκαν σε  
κανένα δείγμα και σε  
καμία πειραματική  
διεργασία



Το κοσκίνισμα του  
τελικού  
παραγόμενου  
προϊόντος

Το κοσκινισμένο  
τελικό  
παραγόμενο  
προϊόν

Το αλεύρι που  
απομακρύνθηκε από το  
τελικό προϊόν κατά τη  
διάρκεια της ξήρασης  
όταν η υγρασία του  
υλικού ήταν 35-15%



# Υποπροϊόντα Ορνιθοσφαγείων

Έργο ΛΕΒΕΝΤΑΚΗ



# Αξιοποίηση υποπροϊόντων ορνιθοσφαγείων



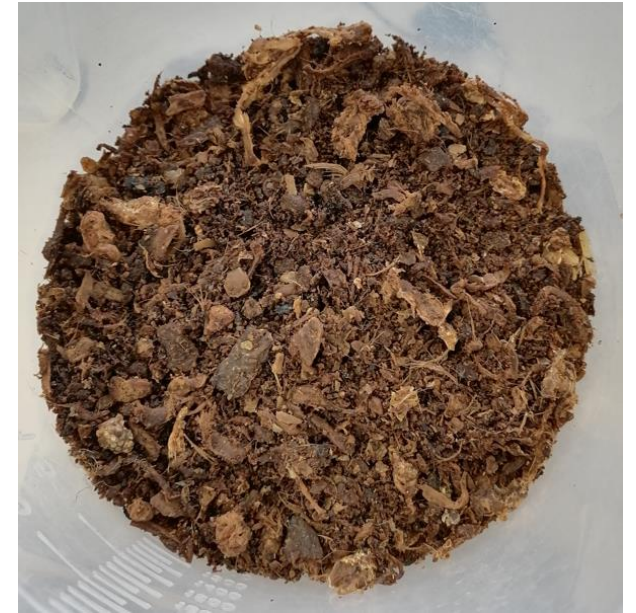
Υποπροϊόντα ορνιθοσφαγείων

# Αξιοποίηση υποπροϊόντων ορνιθοσφαγείων



Τεμαχισμός

# Αξιοποίηση υποπροϊόντων ορνιθοσφαγείων



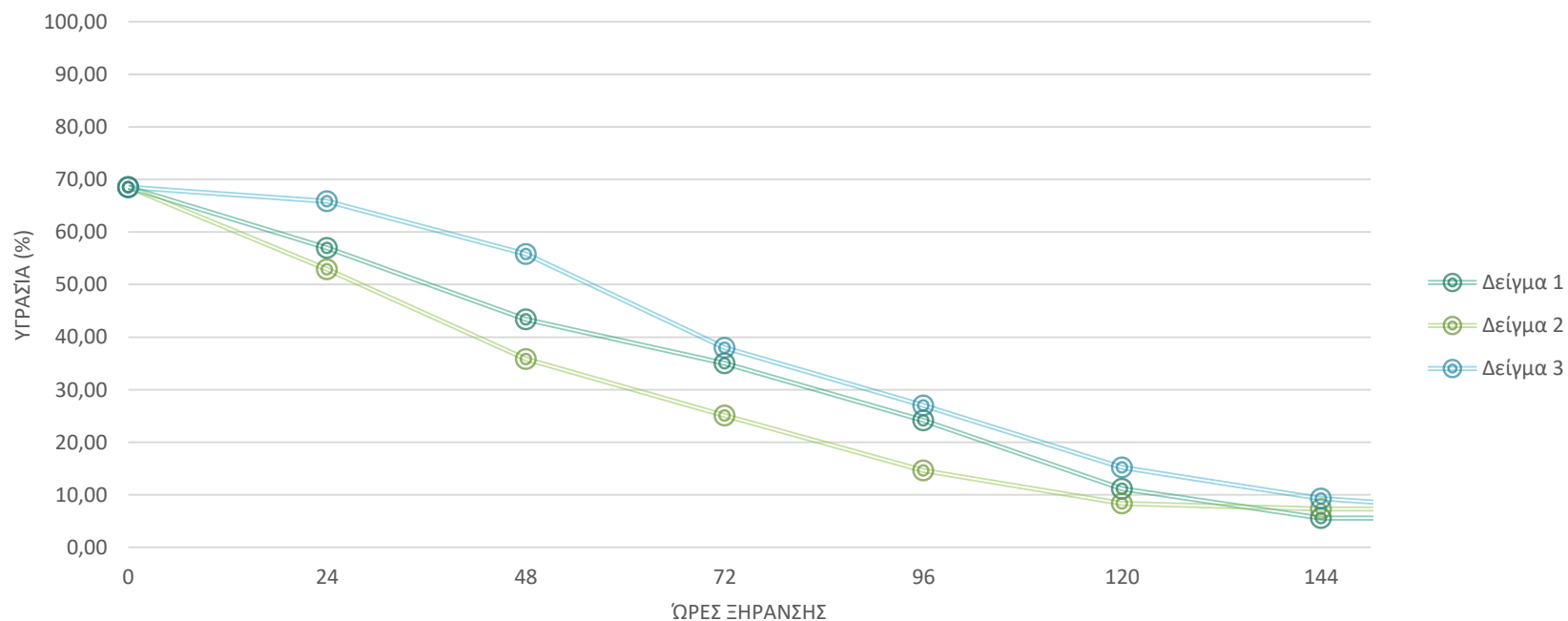
Τελικό παραγόμενο  
προϊόν



Ξήρανση

# Αξιοποίηση υποπροϊόντων ορνιθοσφαγείων

## Ρυθμός ξήρανσης Υποπροϊόντων Σφαγείων



# Αποτελέσματα ... Αξιοποιώντας τροφικά υπολείμματα χώρων φιλοξενίας και εστίασης .....για παραγωγή συστατικών ζωοτροφών

Αξιοποιώντας από χώρους εστίασης και φιλοξενίας τροφικά υπολείμματα

Υγρασία τελικού προϊόντος	τέφρα	Πρωτεΐνη	Φυτικές ίνες	λίπη	Ca	P	K	Mg	Na
%	%	%	%	%	%(w/w)		mg/100g		
10-12	5,9	23,7	3,2	21,5	0,63	0,38	0,93	0,9	90

Αποτελέσματα ... Αξιοποιώντας μη εμπορεύσιμα φρούτα και λαχανικά υπεραγορών, συσκευαστηρίων, δημοπρατηρίων, κ.α. ....για παραγωγή συστατικών ζωοτροφών

με ηλιακή ξήρανση μίγματος φρούτων και λαχανικών με **τυρόγαλο** (10:1, w:w)

Υγρασία τελικού προϊόντος	τέφρα	Πρωτεΐνη	Φυτικές ίνες	λίπη	Ca	P	K	Mg	Na
%	%	%	%	%	%(w/w)		%(w/w)		
<b>8-11</b>	20-25	15-21	12-19	2-4	1,6	0,45	1174-1240	0,4	4

# Αποτελέσματα ... Αξιοποιώντας μη εμπορεύσιμα φρούτα και λαχανικά υπεραγορών, συσκευαστηρίων, δημοπρατηρίων, κ.α. ....για παραγωγή συστατικών ζωοτροφών

με ηλιακή ξήρανση μίγματος φρούτων και λαχανικών με μη εμπορεύσιμα μακαρόνια, ρύζια, άλευρα υπεραγορών

Υγρασία τελικού προϊόντος	τέφρα	Πρωτεΐνη	Φυτικές ίνες	λίπη	Ca	P	K	Mg	Na
%	%	%	%	%	%(w/w)		mg/100g		
<12	20-25	11,8-14,9	4,5-8,1	1,9-2,4	0,27-0,33	0,22-0,277	1174-1240	117-123	69-104

# Αποτελέσματα ... Αξιοποιώντας υποπροϊόντα ορνιθοσφαγείων .....για παραγωγή συστατικών ζωοτροφών για χοίρους...

με θερμική ξήρανση υποπροϊόντα ορνιθοσφαγείων

Υγρασία τελικού προϊόντος	τέφρα	Πρωτεΐνη	Φυτικές ίνες	λίπη	Ca	P	K	Mg	Na
%	%	%	%	%	%(w/w)			mg/100g	
<10	9,4	46	0,7	33,5	2,61	1,4	0,48	0,1	99