

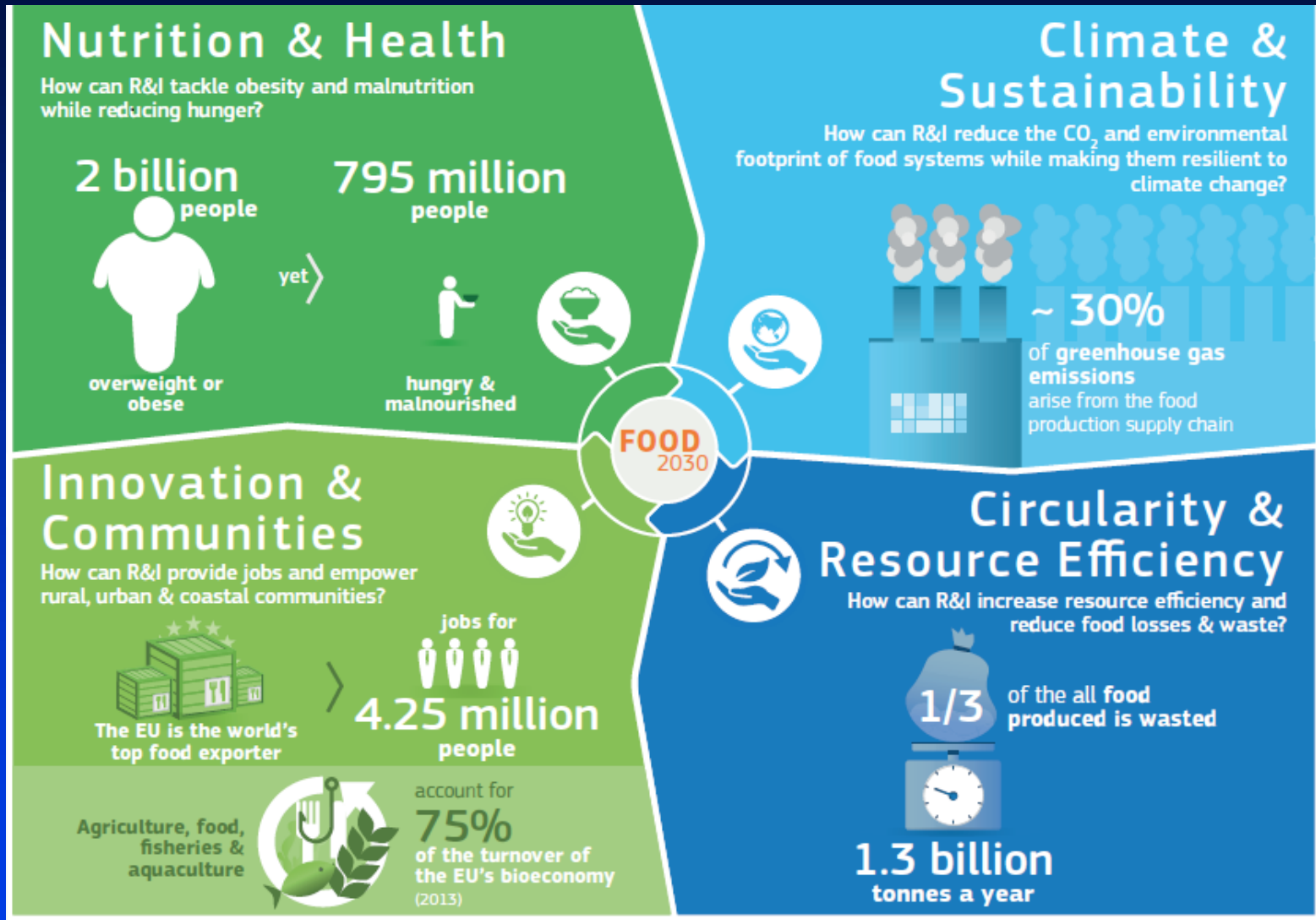
# Σύγχρονες τάσεις στην επιστήμη και τεχνολογία τροφίμων



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή  
Χημικών Μηχανικών  
Εργαστήριο Χημείας & Τεχνολογίας  
Τροφίμων



# FOOD 2030



# Απώλεια-Σπατάλη τροφίμων: Τρέχουσες εκτιμήσεις

## Food waste in Europe

Total amount of food produced for human consumption per year

**654** million tons

Total amount of food wasted per year

**205** million tons

Waste by consumer:

**34%**

Waste during production, harvesting, processing and trade:

**66%**



2012 © Wageningen World, magazine of Wageningen UR Illustration: Jenny van Driel, Wageningen UR Source: FAO

# Απώλεια-Σπατάλη τροφίμων: Τρέχουσες εκτιμήσεις

## THE TRUTH ABOUT FOOD WASTE



[www.wrap.org.uk/fresherforlonger](http://www.wrap.org.uk/fresherforlonger)



# FOOD WASTE





# Απώλεια-Σπατάλη τροφίμων: Τρέχουσες εκτιμήσεις

## The Food Waste Iceberg

what we see

Bill at producer price:  
\$750 000 000 000  
Bill at retail price:  
\$1000 000 000 000

Eroded Land

GHG Emissions

Cleared Forests

Increase in Food Prices

Increased Water Scarcity

Bill from nature:  
\$700 000 000 000

what we don't see

Loss of Wetlands

Loss of Biodiversity

Climate Change Damages

## **WATER DEMAND FOR FOOD**

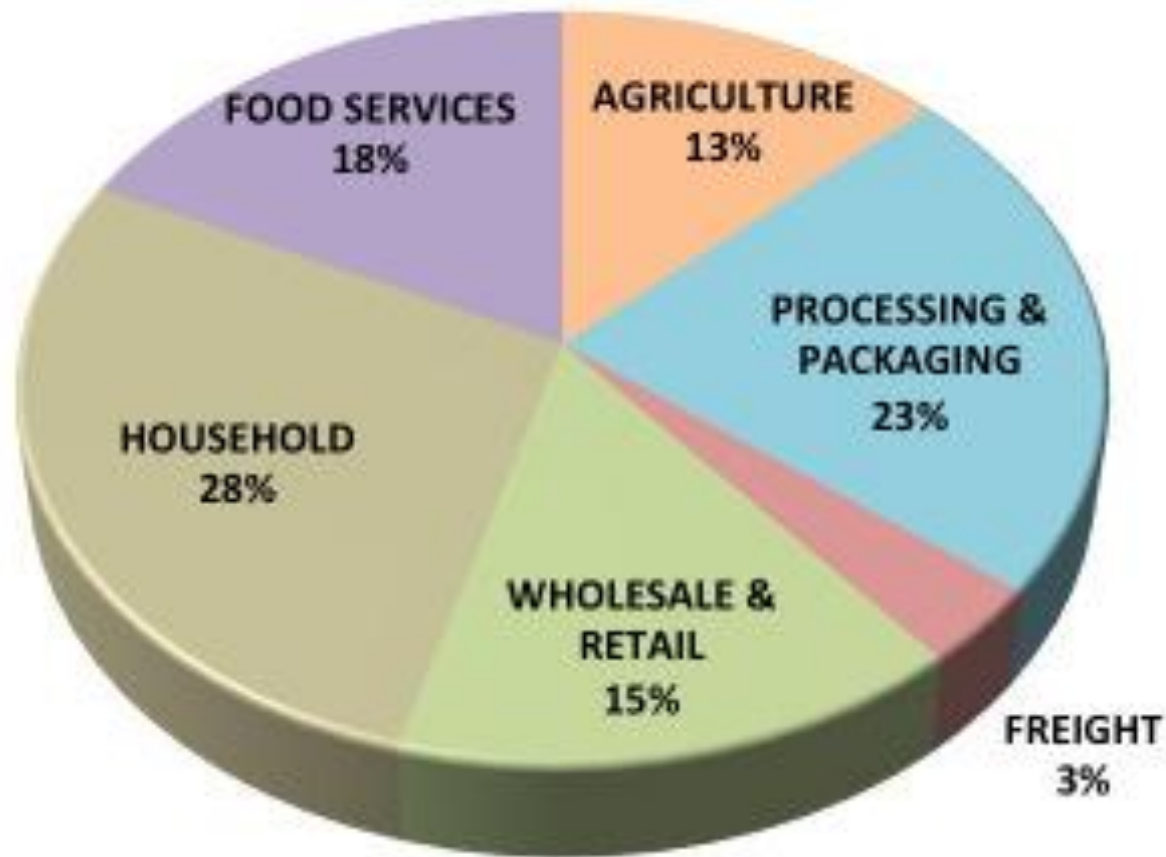
**Approximately 10 lit of water for 1 kcal (4.2 kJ) of meat, compared to 1 lit of water for 1 kcal of vegetable food.**

**Accordingly, a global average of about 3,000 lit of water per adult person per day is, therefore, required for foodstuff (Brabeck-Letmathe, 2008)**

**It is estimated that approximately 25 percent of America's freshwater use goes into the production of wasted food.**

**The above values are applicable to ready-to-eat food : Numerous parameters, simplifications and various understandings can considerably impact on the estimated amount of virtual water content. Reliability of estimated values published.**

# Energy consumption in the food chain

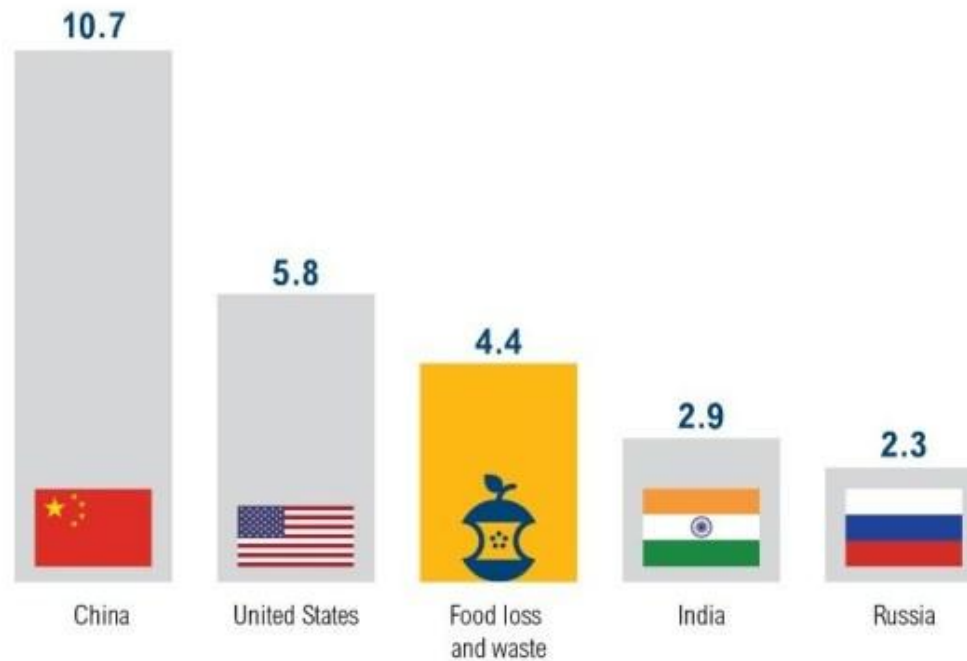


Energy inputs in the US Food System, based on data from the USDA<sup>6</sup>



# Απώλεια-Σπατάλη τροφίμων: Τρέχουσες εκτιμήσεις

If Food Loss and Waste Were its own Country,  
it Would Be the Third-Largest Greenhouse Gas Emitter



GT CO<sub>2</sub>E (2011/12)\*

\* Figures reflect all six anthropogenic greenhouse gas emissions, including those from land use, land-use change, and forestry (LULUCF). Country data is for 2012 while the food loss and waste data is for 2011 (the most recent data available). To avoid double counting, the food loss and waste emissions figure should not be added to the country figures.

Source: CAIT, 2015; FAO, 2015. *Food wastage footprint & climate change*. Rome: FAO.



WORLD  
RESOURCES  
INSTITUTE



# Balancing consumer protection and the fight against food waste



**ZERO**

stunted  
children  
less than  
2 years



**100%**

access  
to adequate  
food  
all year round



**ALL**

food  
systems  
are  
sustainable



**100%**

increase  
in smallholder  
productivity  
and income



**ZERO**

loss  
or  
waste  
of food

**HUNGER CAN BE ELIMINATED IN OUR LIFETIMES**

<http://www.un.org/en/zerohunger>

**Minimizing food losses** during storage and transport, and **waste of food by retailers and consumers**; empowering consumer choice through appropriate labeling; commitments by producers, retailers and consumers within all nations; achieving progress through financial incentives, collective pledges, locally-relevant technologies and changed behavior.

# Απώλεια-Σπατάλη τροφίμων: Τρέχουσες εκτιμήσεις



Αν μπορούσαμε να **μειώσουμε κατά 25%** την τρέχουσα σπατάλη τροφίμων

Θα μπορούσαμε να εξασφαλίσουμε σίτιση σε **800 εκατ. συνανθρώπους** μας οι οποίοι υποσιτίζονται

*FAO Save Food 2013*





# Food loss: Απώλεια τροφίμων - Food waste: Σπατάλη τροφίμων

## Ορισμός σπατάλης τροφίμων

Δεν υφίσταται επί του παρόντος ενιαίος ορισμός της σπατάλης τροφίμων σε επίπεδο ΕΕ.

Ως «**απώλεια τροφίμων**» νοείται η μείωση της ποσότητας ή η υποβάθμιση της ποιότητας των τροφίμων.

Ως «**σπατάλη τροφίμων**», που αποτελεί μέρος της απώλειας τροφίμων, νοείται η απόρριψη ή άλλη χρήση (όχι ως τροφή) τροφίμων που είναι ασφαλή για ανθρώπινη κατανάλωση και θρεπτικά, καθ' όλο το μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων, από την πρωτογενή παραγωγή έως την τελική κατανάλωση σε επίπεδο νοικοκυριού

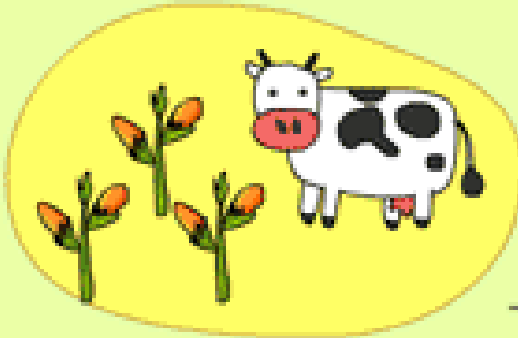
*\*FAO, 2014*



# Food loss: Απώλεια τροφίμων - Food waste: Σπατάλη τροφίμων

*Σε ποιά στάδια καταγράφεται;*

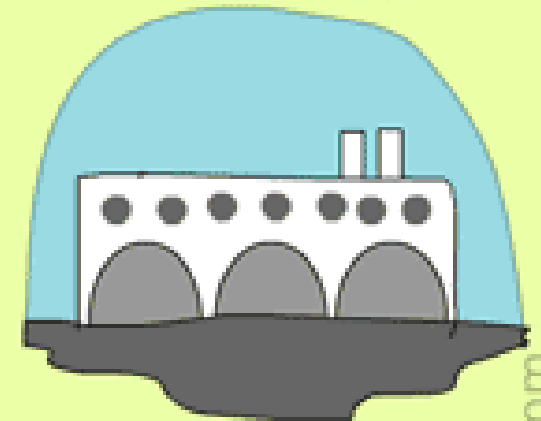
Animal and  
Crop Farms  
and Fisheries



Handling and  
processing center



Storage, warehouse  
cold houses



## Food Supply Chain



Consumers and  
food services

Market centers  
and retail center

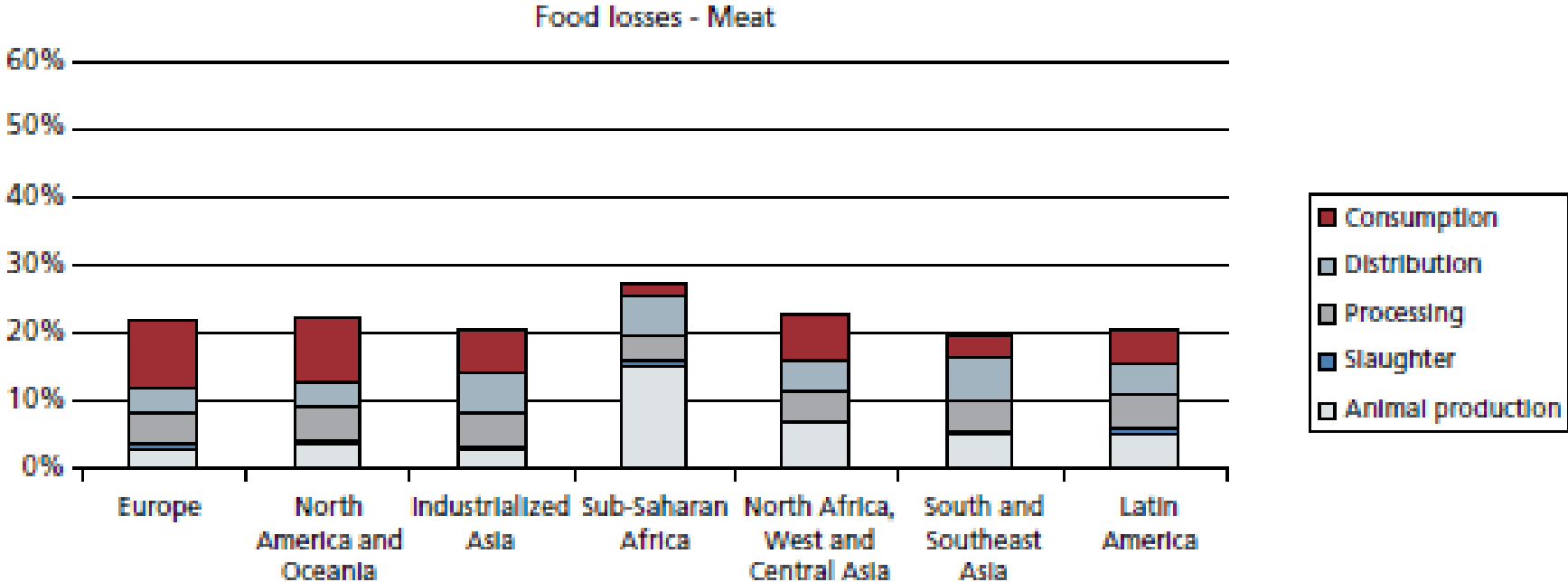


Transport and  
Distribution

# Food loss: Απώλεια τροφίμων - Food waste: Σπατάλη τροφίμων

*Σε ποιά στάδια καταγράφεται;*

Figure 7. Part of the initial production lost or wasted for meat products at different stages in the FSC in different regions





# Food loss: Απώλεια τροφίμων - Food waste: Σπατάλη τροφίμων

Μερίδιο σπατάλης τροφίμων στα διάφορα στάδια της αλυσίδας

	FAO (Ευρώπη)
Παραγωγή	23
Μεταποίηση	17
Λιανικό εμπόριο	9
Κατανάλωση	52



# Σημασία της ημερομηνίας λήξης



# Σύγκριση των καταναλωτών με τις αναγραφόμενες ημερομηνίες

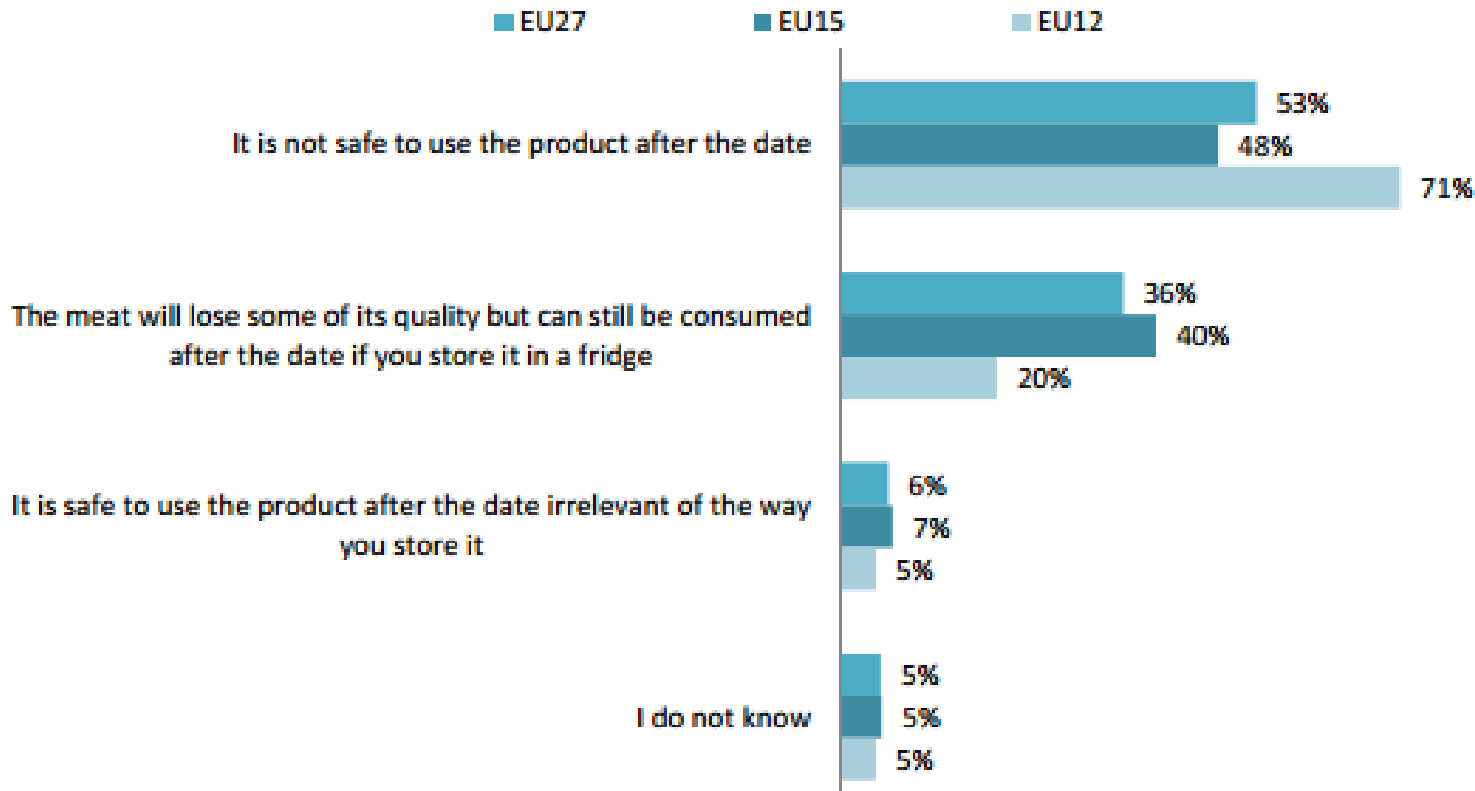




# Confusion over 'best before' dates

EU-27 consumer market study (2012): only 36% of consumers correctly interpreted the meaning of the 'best before' date

*Q17. A sealed pack of dry sausage that you have purchased has a best before date on its label. What does it mean?*



Source: Functioning of the meat market – Consumer Survey Data

Based on all respondents (N=13477)

# Νομοθεσία περί επισήμανσης ημερομηνίας

Η ημερομηνία  
«ανάλωση έως»



Η ημερομηνία  
«ελάχιστης  
διατηρησιμότητας»

L 304/18

EL

Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης

22.11.2011

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΕ) αριθ. 1169/2011 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ

της 25ης Οκτωβρίου 2011

σχετικά με την παροχή πληροφοριών για τα τρόφιμα στους καταναλωτές, την τροποποίηση των κανονισμών του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου (ΕΚ) αριθ. 1924/2006 και (ΕΚ) αριθ. 1925/2006 και την κατάργηση της οδηγίας 87/250/ΕΟΚ της Επιτροπής, της οδηγίας 90/496/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της οδηγίας 1999/10/ΕΚ της Επιτροπής, της οδηγίας 2000/13/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, των οδηγιών της Επιτροπής 2002/67/ΕΚ και 2008/5/ΕΚ και του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 608/2004 της Επιτροπής

*“Στην περίπτωση των τροφίμων που είναι **микροβιολογικώς εξαιρετικά αλλοιώσιμα** και τα οποία για το λόγο αυτό ενδέχεται ύστερα από σύντομο χρονικό διάστημα, να αποτελέσουν **άμεσο κίνδυνο** για την ανθρώπινη υγεία η ημερομηνία ελάχιστης διατήρησης αντικαθίσταται από την ημερομηνία μέχρι την οποία επιτρέπεται η **ανάλωση**.”*



# Confusion over 'best before' dates

In May 2014, the Netherlands and Sweden – supported by the Austrian, Danish, German and Luxembourg delegations – called for changes in **Annex X of Regulation 1169/2011**, to extend the list of food products with a long shelf-life which enjoy a derogation from the obligation to bear a 'best before' date on their packaging.

(d) subject to Union provisions imposing other types of date indication, an indication of the date of minimum durability shall not be required for:

- fresh fruit and vegetables, including potatoes, which have not been peeled, cut or similarly treated; this derogation shall not apply to sprouting seeds and similar products such as legume sprouts,
- wines, liqueur wines, sparkling wines, aromatised wines, and similar products obtained from fruit other than grapes, and beverages falling within CN code 2206 00 obtained from grapes or grape musts,
- beverages containing 10 % or more by volume of alcohol,
- bakers' or pastry cooks' wares which, given the nature of their content, are normally consumed within 24 hours of their manufacture,
- vinegar,
- cooking salt,
- solid sugar,
- confectionery products consisting almost solely of flavoured and/or coloured sugars,
- chewing gums and similar chewing products,

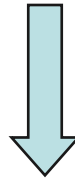


# Ποιότητα τροφίμων

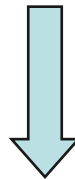
Η ποιότητα του τροφίμου ορίζεται ως ο βαθμός προσαρμογής στις απαιτήσεις του καταναλωτή, που έχουν σχέση με τη θρεπτικότητα και τις οργανοληπτικές ιδιότητές του.



ΤΡΟΦΙΜΟ → Φυσικοχημικά και βιολογικά ενεργό σύστημα



ΠΟΙΟΤΗΤΑ → Δυναμική κατάσταση κινούμενη προς φθίνουσα κατεύθυνση



**Πεπερασμένη διατηρησιμότητα (shelf life)**

«Ημερομηνία ελάχιστης διατηρησιμότητας ενός τροφίμου»: η ημερομηνία μέχρι την οποία το τρόφιμο διατηρεί τις ιδιαίτερες ιδιότητές του σε κατάλληλες συνθήκες αποθήκευσης.

*Πηγή: Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 1169/2011*



Απαιτείται η συστηματική γνώση της επίδρασης των συνθηκών συντήρησης στους δείκτες που καθορίζουν την υποβάθμιση της ποιότητας του τροφίμου.



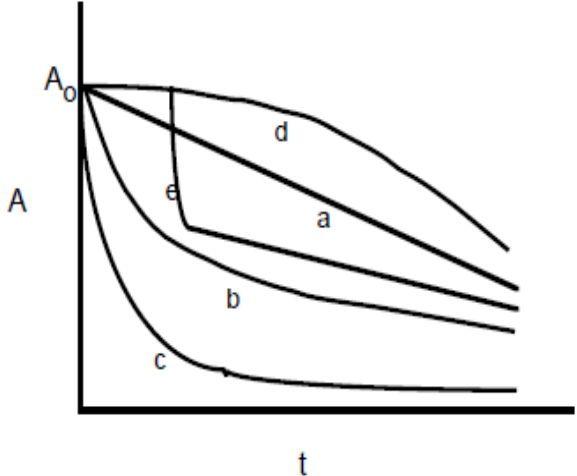
Μία ποσοτική προσέγγιση η οποία θα επιτρέψει όχι μόνο τη διαπίστωση της επίδρασης των συνθηκών συντήρησης αλλά και την πρόβλεψη της επίδρασης αυτής σε οποιοσδήποτε συνθήκες εντός του μελετώμενου πεδίου τιμών.

# Μαθηματική προτυποποίηση της υποβάθμισης της ποιότητας των τροφίμων

Συνήθως η υποβάθμιση της ποιότητας και ο χρόνος ζωής ενός τροφίμου μελετάται παρακολουθώντας έναν χαρακτηριστικό δείκτη ποιότητας, A.

$$-\frac{dA}{dt} = k \cdot A^n$$

Σύσταση, περιβάλλον



Συνάρτηση ποιότητας:

$$-\int_{A_0}^A \frac{d[A]}{[A]^m} = k \cdot t \Rightarrow Q(A) = k \cdot t$$

Τάξη της αντίδρασης n	Συνάρτηση ποιότητας Q(A)
0	$A_0 - A_t$
1	$\ln(A_0 - A_t)$
2	$1/A_0 - 1/A_t$
n (n≠1)	$\frac{1}{n-1} (A_t^{1-n} - A_0^{1-n})$

# Μέθοδος επιταχυνόμενου ελέγχου διατηρησιμότητας

## Accelerated shelf life testing (ASLT)

Με βάση τις αρχές της κινητικής, η διάρκεια ζωής ενός προϊόντος μπορεί να προβλεφθεί χωρίς τον άμεσο πειραματικό προσδιορισμό της.

### Μεθοδολογία

Βήμα 1: Δημιουργία πρωτοκόλλου του πειράματος.

Βήμα 2: Προσδιορισμός των παραμέτρων ποιότητας.

Βήμα 3: Προσδιορισμός απαιτήσεων σε δείγματα και σε έλεγχο παραμέτρων.

Βήμα 4: Επιλογή της συσκευασίας.

Βήμα 5: Επιλογή συνθηκών συντήρησης.

Βήμα 6: Αποφασίζεται το είδος και η συχνότητα των ελέγχων που θα χρησιμοποιηθούν για κάθε θερμοκρασία.

Βήμα 7: Καθορισμός προγράμματος για την εκτέλεση του πειράματος.

Βήμα 8: Δειγματοληψία και προσδιορισμός ποιότητας.

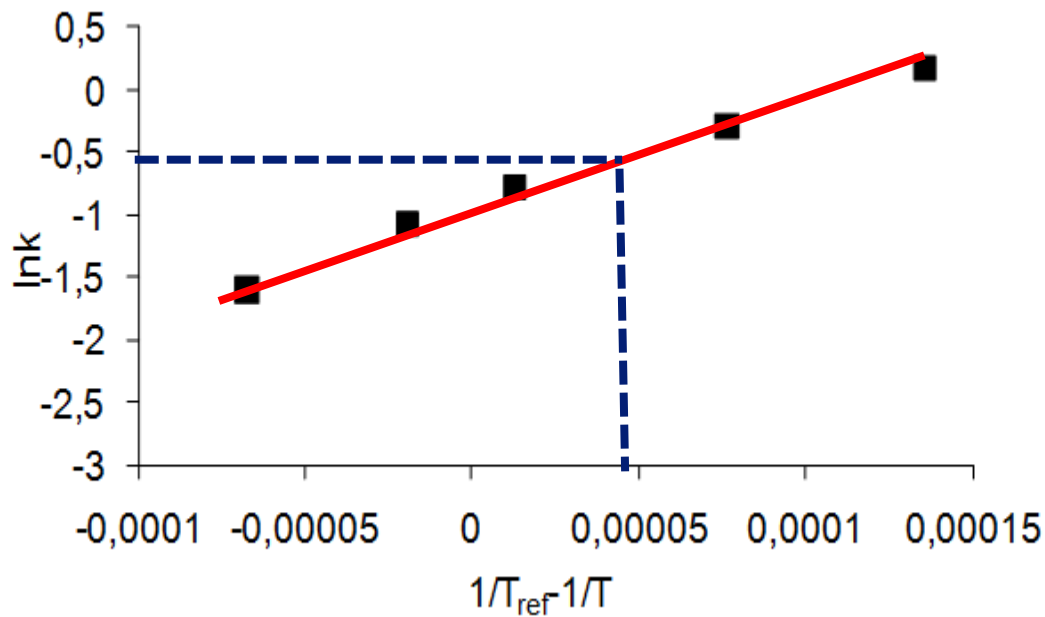
Βήμα 9: Ανάλυση δεδομένων.



# Μαθηματική προτυποποίηση της υποβάθμισης της ποιότητας των τροφίμων

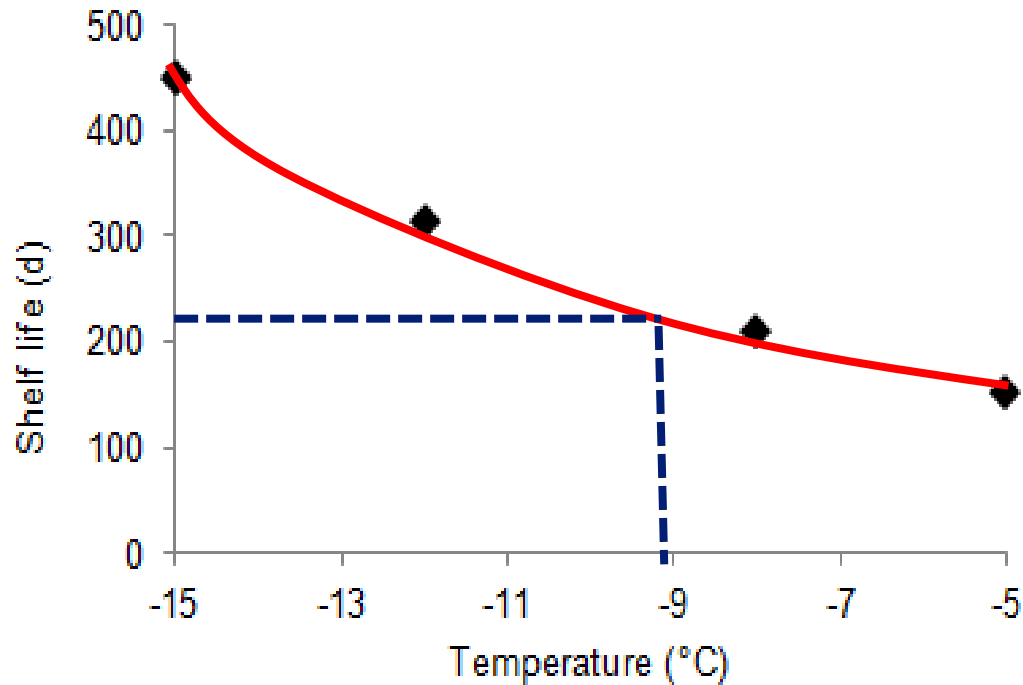
Εξίσωση  
Arrhenius

$$k(T)_t = k_{A_{ref}} \exp\left(\frac{-E_A}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}}\right)\right)$$



# Μαθηματική προτυποποίηση της υποβάθμισης της ποιότητας των τροφίμων

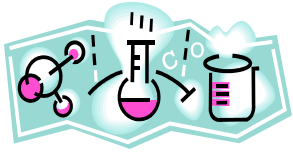
$$Q_{10} = \frac{k_{(T+10)}}{k_T} = \frac{\theta_s(T)}{\theta_s(T+10)}$$



# Μελέτη διατηρησιμότητας κατεψυγμένων τροφίμων σε ισοθερμοκρασιακές συνθήκες

## Κατεψυγμένη γαρίδα





↪ Οξείδωση λιπαρών (TBARS)

↪ Ολικές πτητικές αζωτούχες βάσεις (TVBN)

↪ Χρώμα



CR-Minolta Chromameter ®  
(Minolta Co., Chuo-Ku, Osaka, Japan)

↪ Υφή



Texture analyzer  
(MODEL TA-XT2i, Stable Micro Systems,  
Godalming, Surrey, U.K.)



↪ Ολική μικροβιακή χλωρίδα



↪ Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

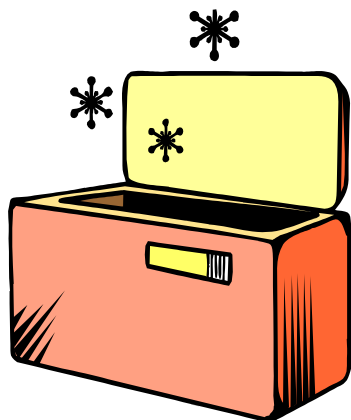
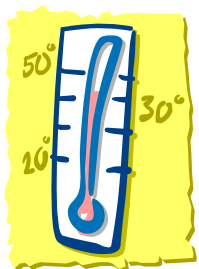


Δείγματα ολόκληρης κατεψυγμένης γαρίδας στις εμπορικές τους συσκευασίες (χάρτινη συσκευασία με HDPE φιλμ, καθαρό βάρος 425 g, διαστάσεις 20x16x5cm).





# Επιλογή θερμοκρασιακών συνθηκών

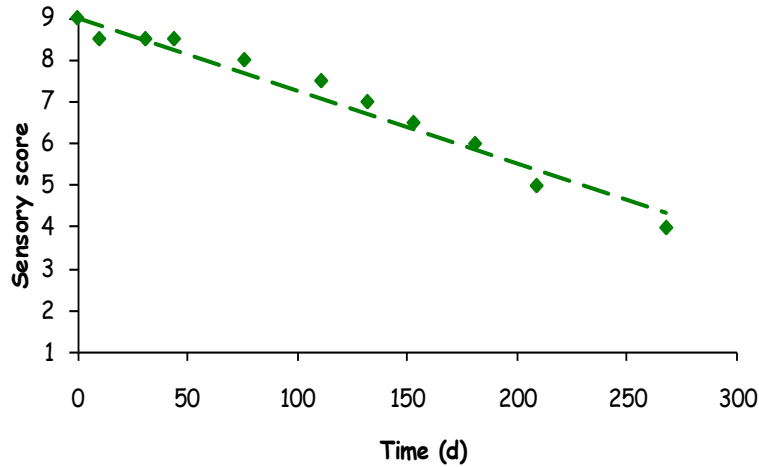
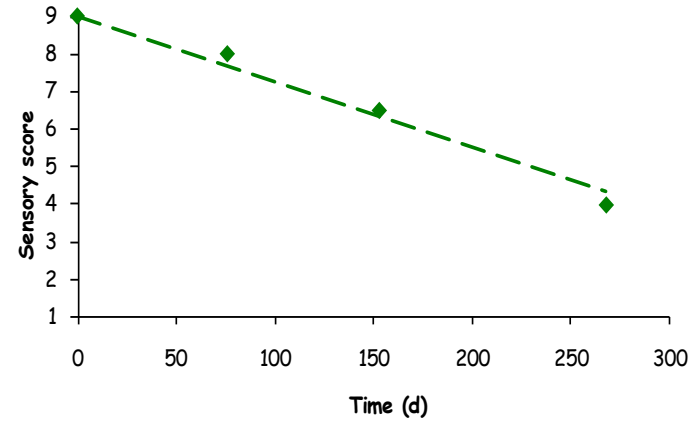
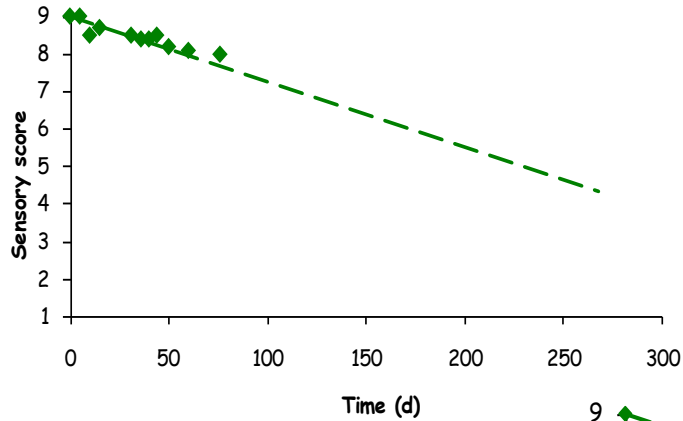


-5, -8, -12 -  
15°C

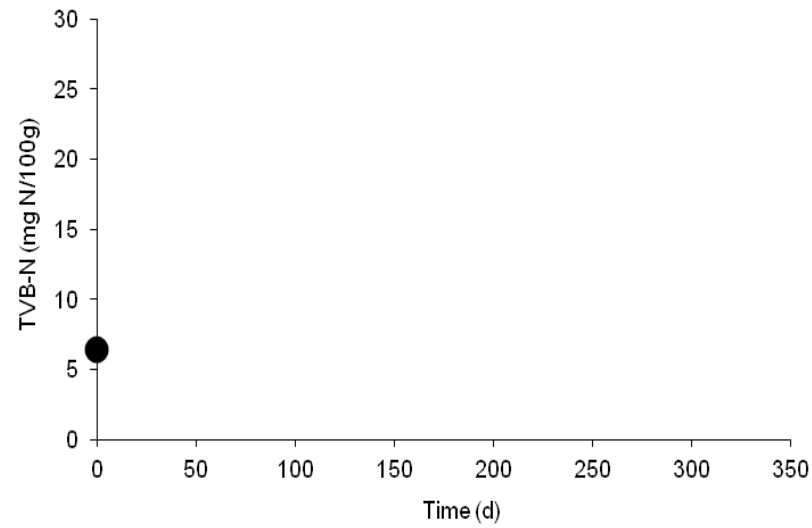
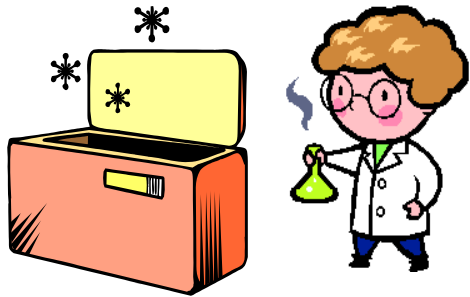
Η θερμοκρασία παρακολουθείται με καταγραφικά  
(COX TRACER™, Belmont, NC)



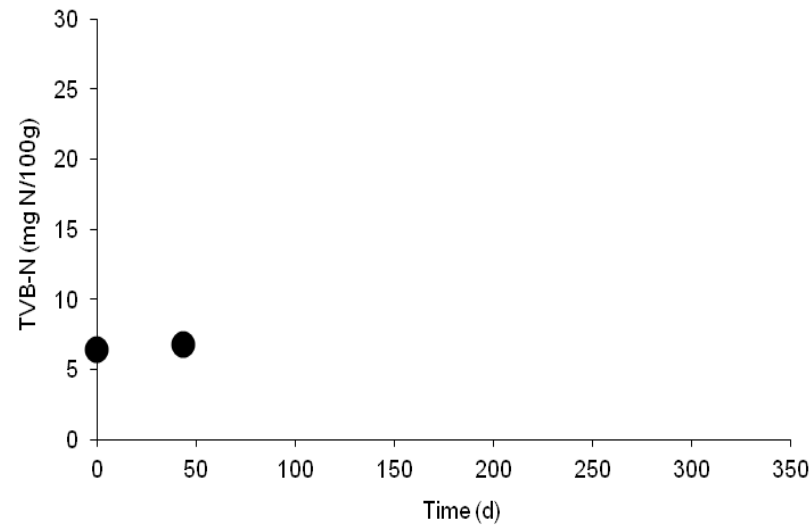
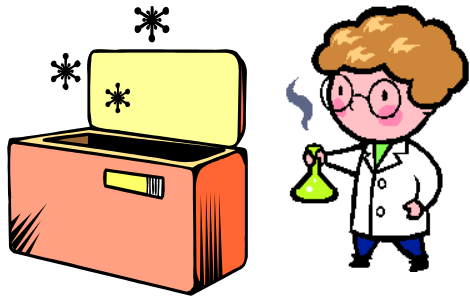
# Καθορισμός συχνότητας μετρήσεων



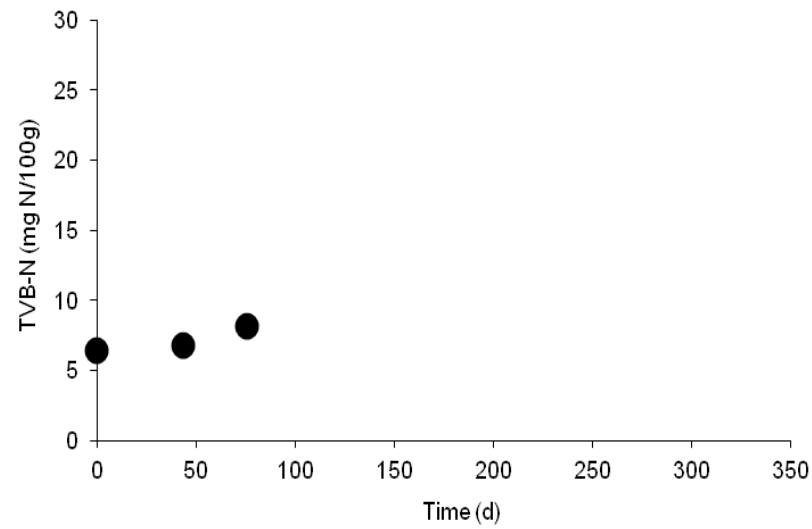
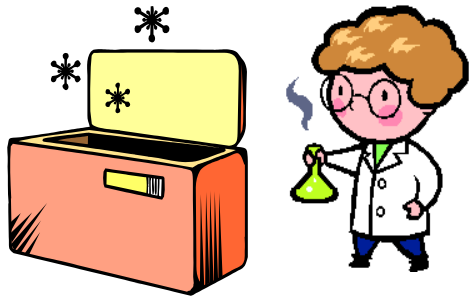
# Δειγματοληψία και προσδιορισμός ποιότητας



# Δειγματοληψία και προσδιορισμός ποιότητας

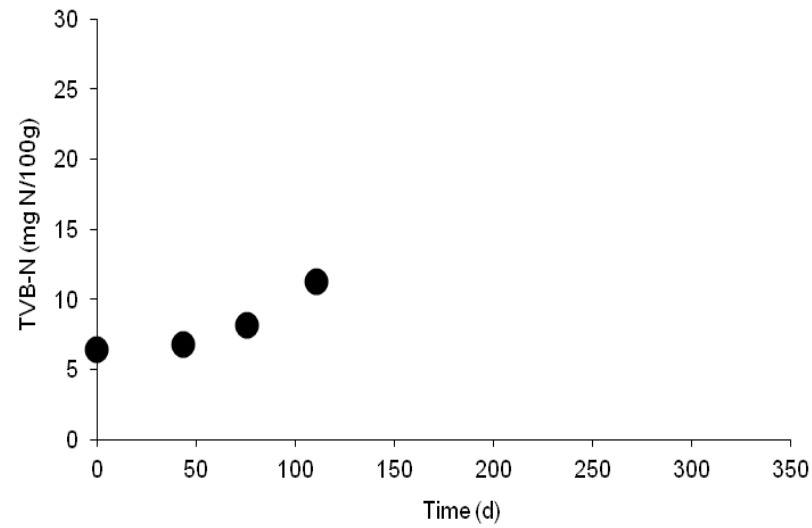


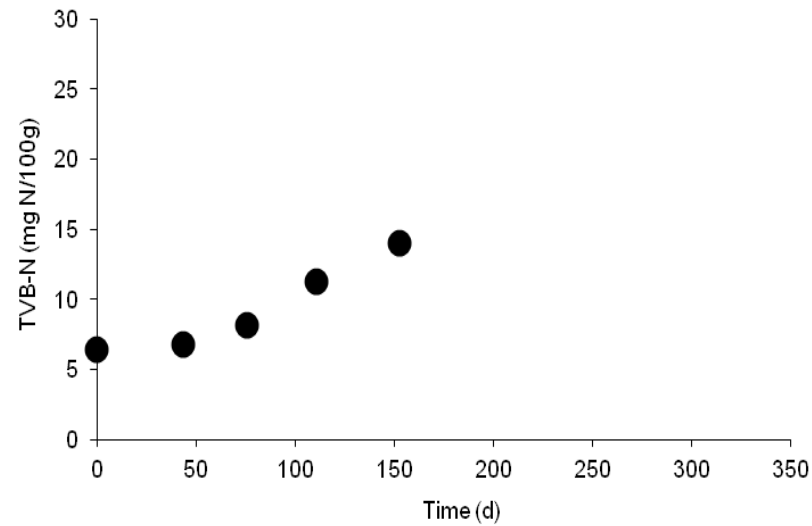
# Δειγματοληψία και προσδιορισμός ποιότητας



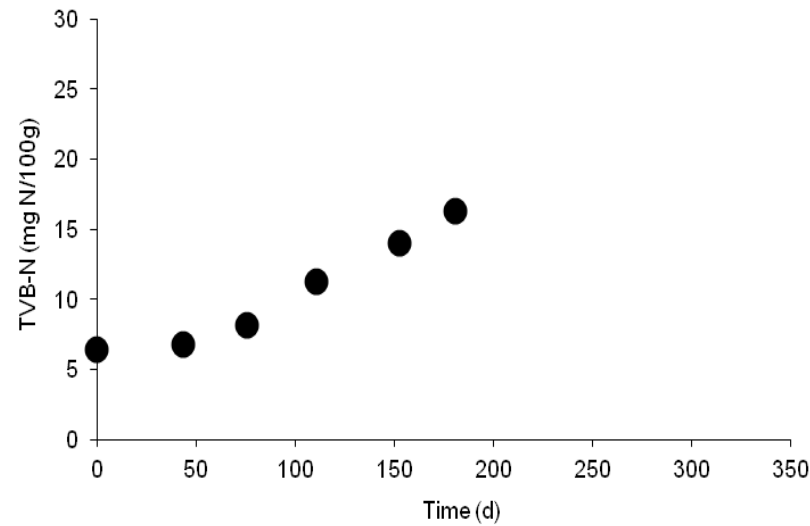


# Δειγματοληψία και προσδιορισμός ποιότητας

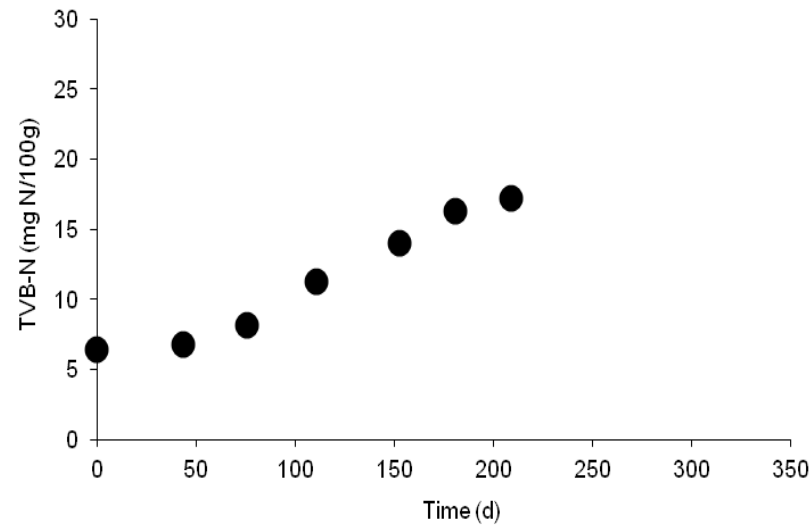




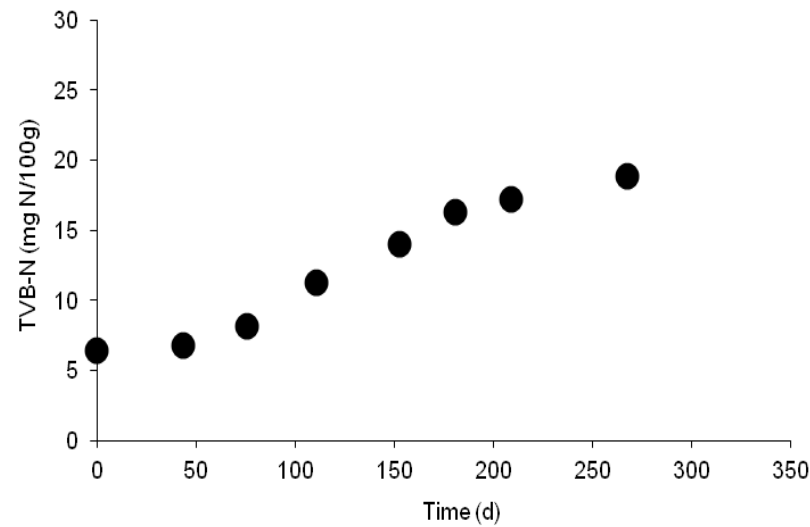
# Δειγματοληψία και προσδιορισμός ποιότητας



# Δειγματοληψία και προσδιορισμός ποιότητας

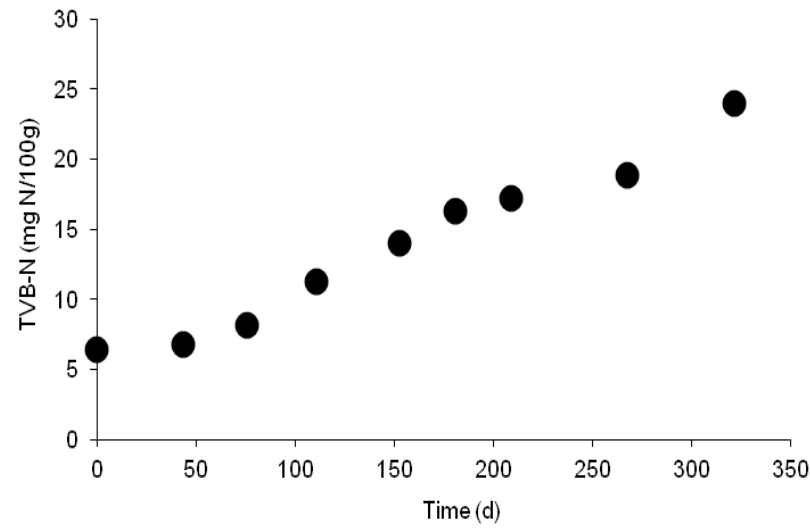


# Δειγματοληψία και προσδιορισμός ποιότητας

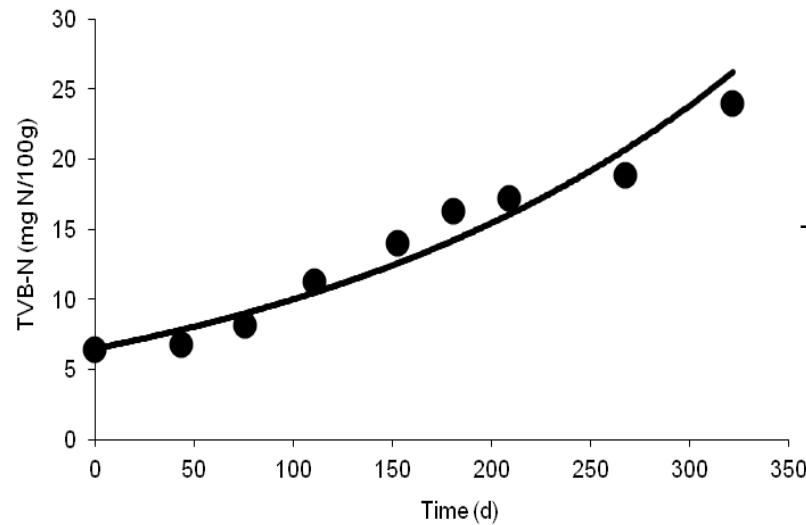




# Δειγματοληψία και προσδιορισμός ποιότητας



# Προσδιορισμός τιμών $k$ για κάθε παράμετρο και θερμοκρασία<sup>4</sup><sub>2</sub>

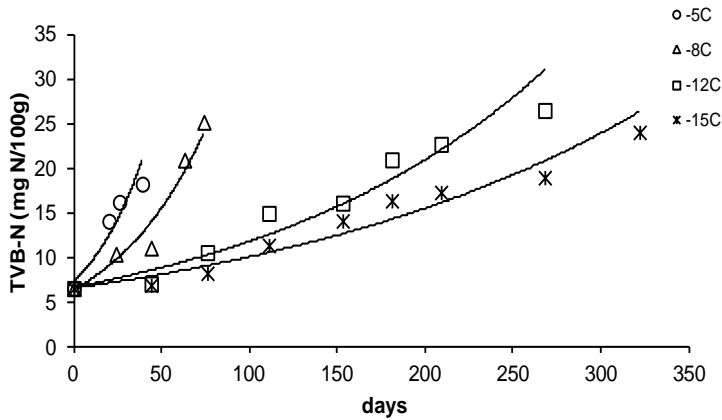


$$\frac{C_{TVB-N}}{C_{TVB-N_0}} = \exp(k_{TVB-N} \cdot t)$$



# Προσδιορισμός τιμών k για κάθε παράμετρο και θερμοκρασία <sup>4</sup>/<sub>3</sub>

TVBN

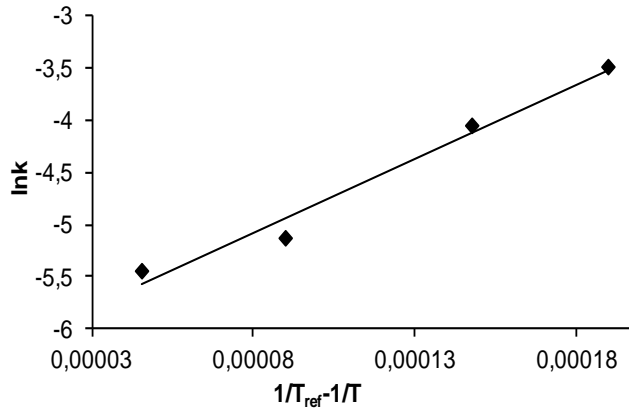


Αντίδραση πρώτης

τάξης

$$\frac{C_{TVB-N}}{C_{TVB-N_0}} = \exp(k_{TVB-N} \cdot t)$$

$E_a = 119$   
kJ/mol

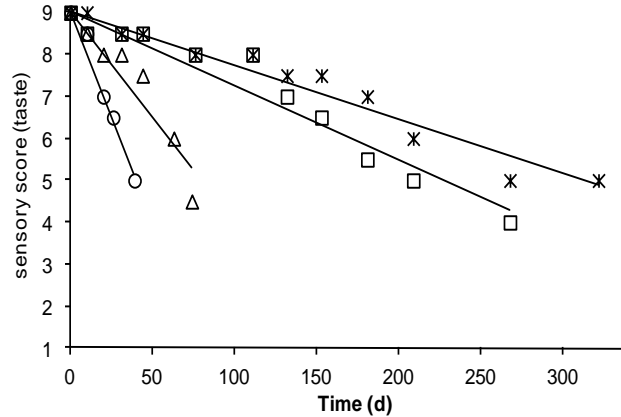


T	$k_{TVB-N} (d^{-1})$
-5°C	0,0306
-8°C	0,0174
-12°C	0,0059
-15°C	0,0043



# Προσδιορισμός τιμών $k$ για κάθε παράμετρο και θερμοκρασία

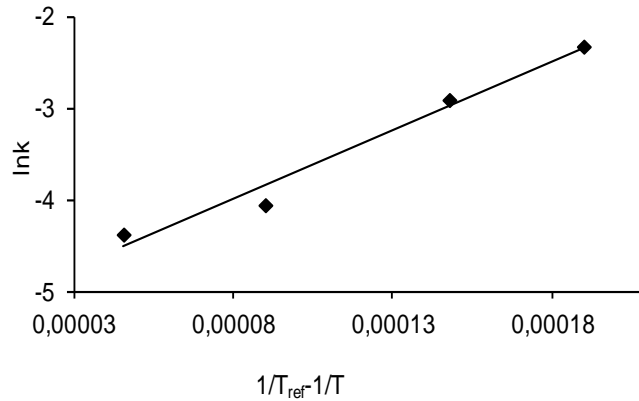
Συνολική οργανοληπτική εντύπωση



Αντίδραση μηδενικής τάξης

$$s = s_o + k_{sens} \cdot t$$

$E_a = 111$   
kJ/mol

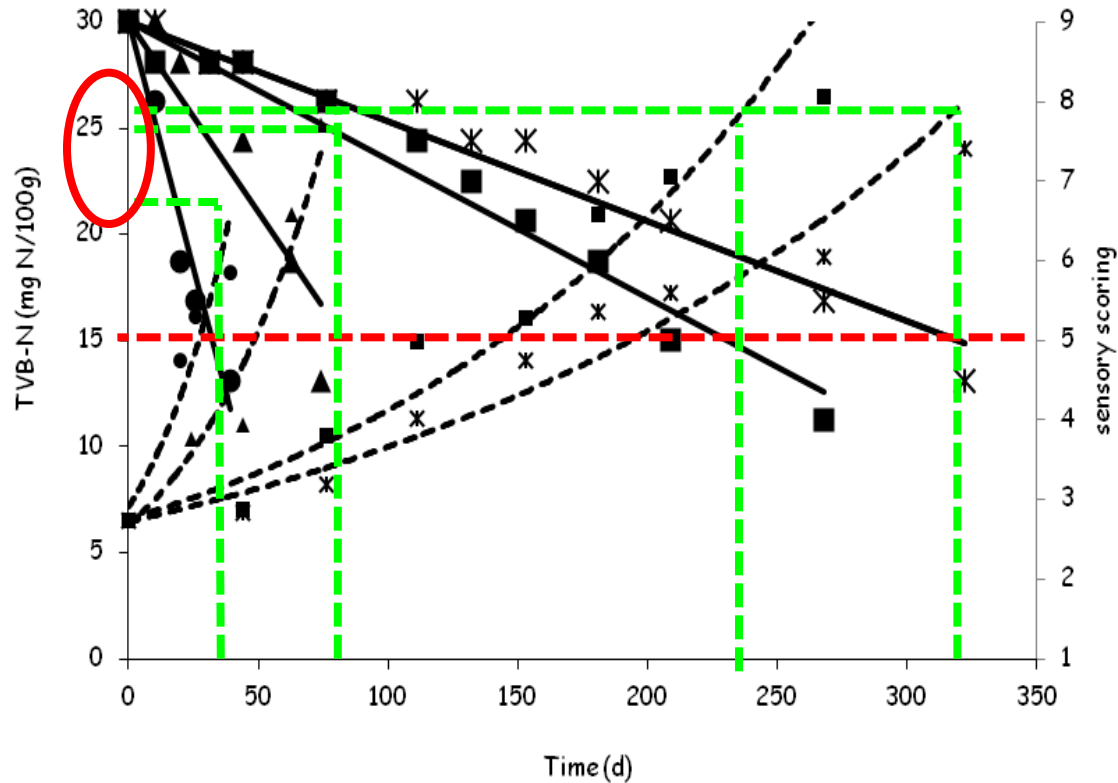


T	$k_{sens,taste} (d^{-1})$
-5°C	0,0986
-8°C	0,0551
-12°C	0,0175
-15°C	0,0127



# Προσδιορισμός τιμών $k$ για κάθε παράμετρο και θερμοκρασία<sup>4</sup><sub>5</sub>

όριο=25 mgN/100g





$$t_{SL} = \frac{s_i - s_o}{k_{ref,s} \exp\left[\frac{-E_a}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}}\right)\right]}$$

$$t_{SL} = \frac{\ln C_{TVB-N_i} - \ln C_{TVB-N_o}}{k_{ref,TVB-N} \exp\left[\frac{-E_a}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}}\right)\right]}$$

Θερμοκρασία (°C)	Χρόνος ζωής (ημέρες)	
	Οργανοληπτική εξέταση (όριο=5)	TVB-N (όριο=25 mgN/100g)
-5	45	51
-8	90	82
-12	194	187
-15	351	353
<b>-18</b>	<b>644*</b>	<b>677*</b>

\*Υπολογισμένα με χρήση των μαθηματικών μοντέλων

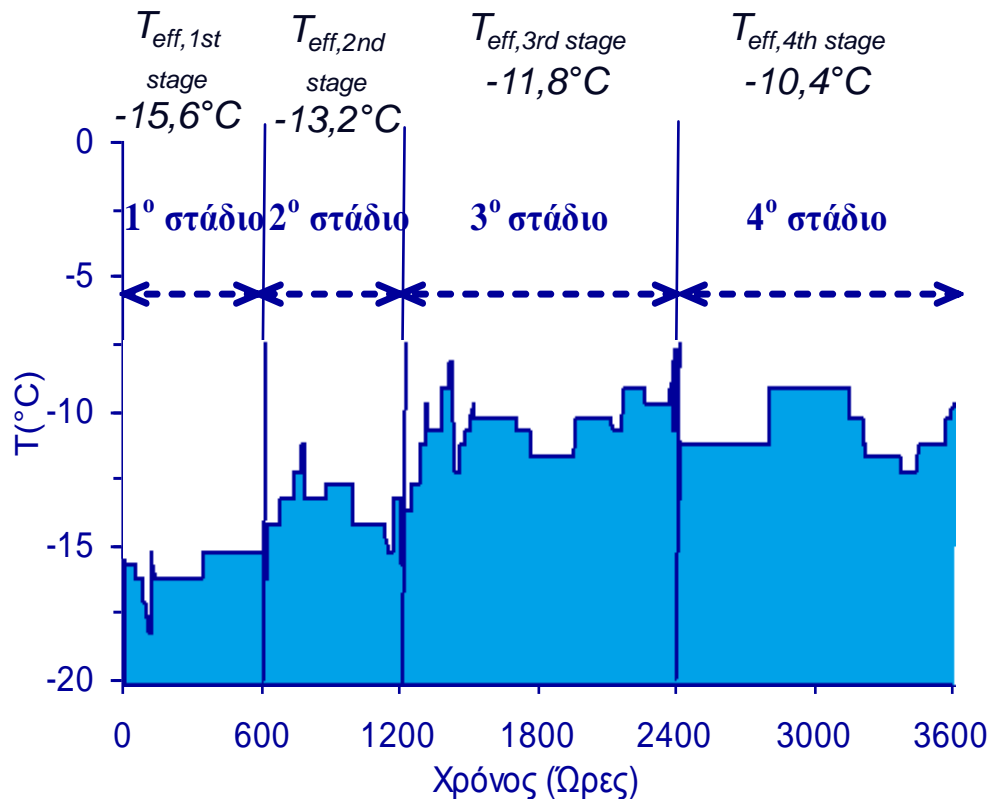






# Εφαρμογή μαθηματικών μοντέλων σε πραγματικές συνθήκες

## Κατεψυγμένη γαρίδα



# Μελέτη διατηρησιμότητας κατεψυγμένης γαρίδας



-  1<sup>st</sup> stage:  
Storage in packing plant
-  2<sup>nd</sup> stage:  
Transportation –  
Storage in distribution  
centre
-  3<sup>rd</sup> stage:  
Retail display
-  4<sup>th</sup> stage:  
Domestic freezers

$$f(A)_t = \int_0^t k[T(t)]dt = k_{A_{ref}} \int_0^t \exp\left(\frac{-E_a}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}}\right)\right) dt = k_{A_{ref}} \exp\left(\frac{-E_a}{T} \left(\frac{1}{T_{eff}} - \frac{1}{T_{ref}}\right)\right) t$$



$$\ln C_{TVB-N} = \ln C_{TVB-N,o} + k_{ref,TVB-N} \cdot \exp \left[ \frac{-E_a}{R} \left( \frac{1}{T_{eff}} - \frac{1}{T_{ref}} \right) \right] t$$



$$t_{RSL} = \frac{\ln C_{TVB-N,l} - \ln C_{TVB-N,t}}{k_{ref,TVB-N} \exp \left[ \frac{-E_a}{R} \left( \frac{1}{T_{ref,RSL}} - \frac{1}{T_{ref}} \right) \right]}$$

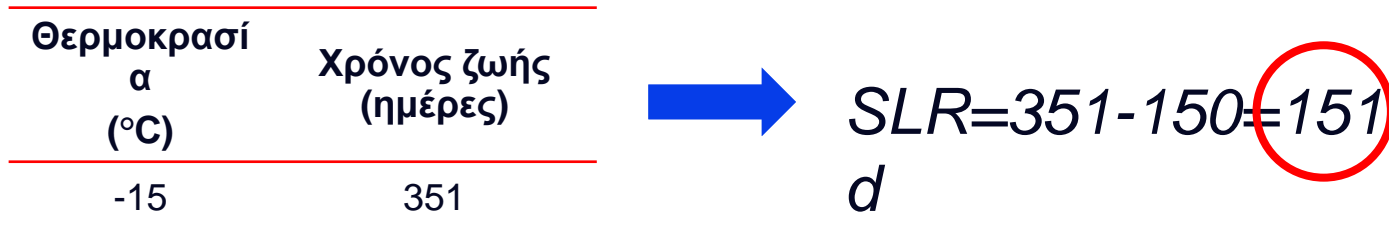
$$s = s_o + k_{ref,sens} \cdot \exp \left[ \frac{-E_a}{R} \left( \frac{1}{T_{eff}} - \frac{1}{T_{ref}} \right) \right] t$$



$$t_{RSL} = \frac{s_o - s_t}{k_{ref,sens} \exp \left[ \frac{-E_a}{R} \left( \frac{1}{T_{ref,RSL}} - \frac{1}{T_{ref}} \right) \right]}$$



	1 <sup>st</sup> stage duration: 25d	2 <sup>nd</sup> stage duration: 25d	3 <sup>rd</sup> stage duration: 50d	4 <sup>th</sup> stage duration: 50d
TVBN (mgN/100g) limit=25mgN/100g	7.07	8.13	11.9	19.6
Sensory scoring	8.75	8.34	7.26	5.86
SLR ( $T_{ref}=-15^{\circ}\text{C}$ )	329 d	294 d	197 d	69 d



Tsironi, T., Dermesonlouoglou, E., Giannakourou, M., Taoukis, P. (2009). Shelf life modelling of frozen shrimp at variable temperature conditions. *LWT- Food Science and Technology* 42, 664-671.



# Χρόνος ζωής τροφίμου vs. θερμοκρασία



## Παραδειγμα

- Φιλέτα ψαριού (2-4°C)
- Χρόνος ζωής 6-7 ημέρες



Παραγωγή

Time (days)

Κατανάλωση



Ενδειγμένες συνθήκες

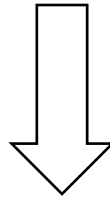


Πραγματικές συνθήκες

# Ψυκτική αλυσίδα – Ανάγκη για καλύτερη διαχείριση

Πρακτική λύση θα αποτελούσε η «**έξυπνη συσκευασία**» που επιτρέπει την παρακολούθηση του ιστορικού ποιότητας του κάθε προϊόντος και με βάση αυτό τη βελτίωση της διαχείρισης του στην ψυκτική αλυσίδα.

**ΖΗΤΟΥΜΕΝΟ**: Μια χαμηλού κόστους, έξυπνη συσκευασία ελέγχου και συνεχούς καταγραφής του θερμοκρασιακού ιστορικού των τροφίμων και εκτίμησης της ποιότητάς τους και της εναπομένουσας διάρκειας ζωής με βάση αυτό το ιστορικό.



**ΧΡΟΝΟΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΟΙ ΟΛΟΚΛΗΡΩΤΕΣ**  
(TIME-TEMPERATURE INTEGRATORS)

**ΤΤΙ**



# ΧΡΟΝΟΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΟΙ ΟΛΟΚΛΗΡΩΤΕΣ (ΤΤΙ)

---

- Απλή «έξυπνη» αυτοκόλλητη ετικέτα πάνω στη συσκευασία του τροφίμου
- Λειτουργεί επικουρικά της ημερομηνίας λήξης
- Είναι μια «ζωντανή» ημερομηνία λήξης

## Τι κάνουν οι ΤΤΙ?

- Παρακολουθούν το χρονοθερμοκρασιακό ιστορικό των τροφίμων
- Ελέγχουν ενδεχόμενη κακομεταχείριση του προϊόντος όσον αφορά τη θερμοκρασία συντήρησης

# ΧΡΟΝΟΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΟΙ ΟΛΟΚΛΗΡΩΤΕΣ (ΤΤΙ)



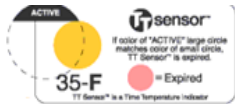
	✓ Inner square lighter than outer circle. <i>If the expiry date has not been passed, USE the vaccine</i>
	✓ At a later time, inner square still lighter than outer circle. <i>If the expiry date has not been passed, USE the vaccine</i>
	✗ Discard point: Inner square matches colour of outer circle. <i>DO NOT use the vaccine. Inform your supervisor</i>
	✗ Beyond the discard point: Inner square darker than outer circle. <i>DO NOT use the vaccine. Inform your supervisor</i>



# ΧΡΟΝΟΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΟΙ ΟΛΟΚΛΗΡΩΤΕΣ (ΤΤΙ)

## Τύποι ΤΤΙ

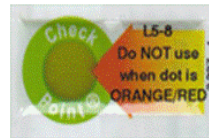
Διαχυσης



Μικροβιακοί



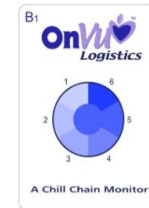
Ενζυμικοί



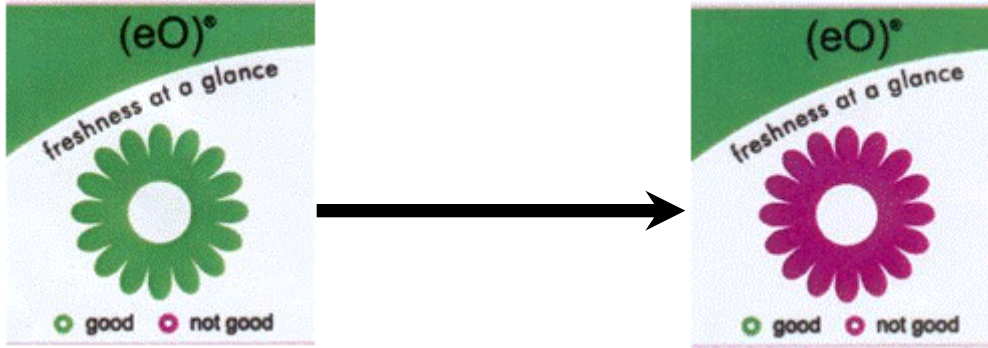
Πολυμερισμού



Φωτοχημικοί



# Microbial TTI



Accepted food quality

The food quality is not accepted

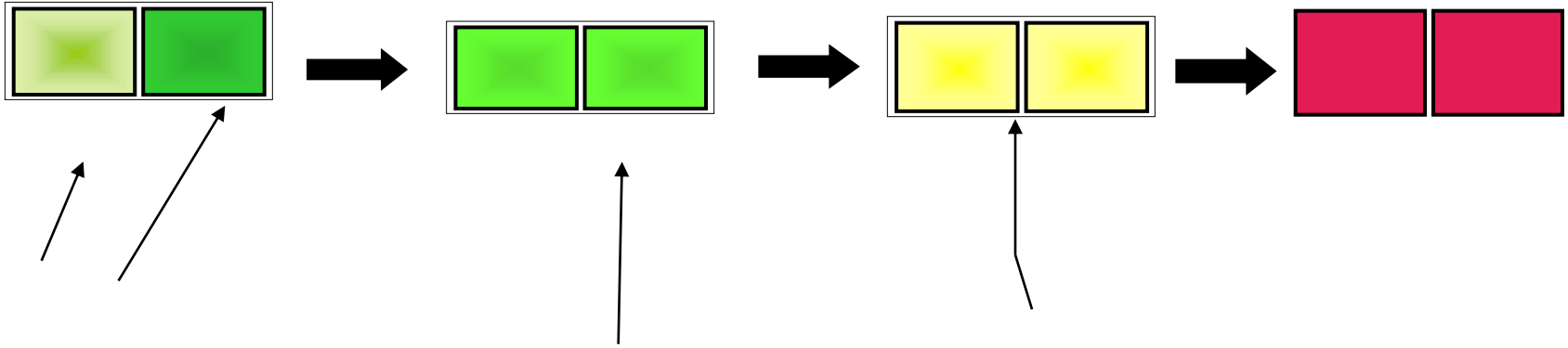
Microorganisms are patented strains of lactic acid bacteria:  
*Carbonbacterium piscicola*  
*Lactobacillus fuchuensis*  
*Leuconostoc mesenteroides*

*eO<sup>R</sup> Cryolog, Gentilly, France*

✓ Color scale



# Enzymatic TTI

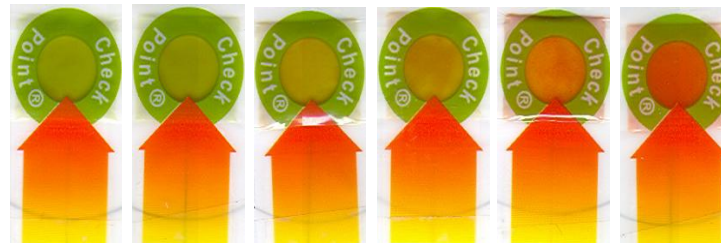


The indicator starts with two liquid-filled pouches heat sealed into plastic

The contents are mixed by bursting the seal between the pouches by pressure

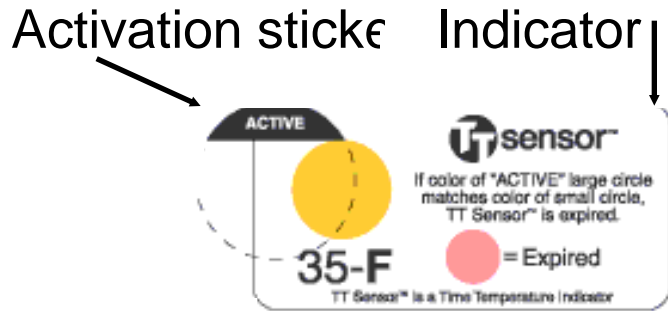
After exposure to time and temperature, the contents turn from green to yellow (to red)

## ✓ Color scale



# Diffusion based TTI

✓ TTI activation



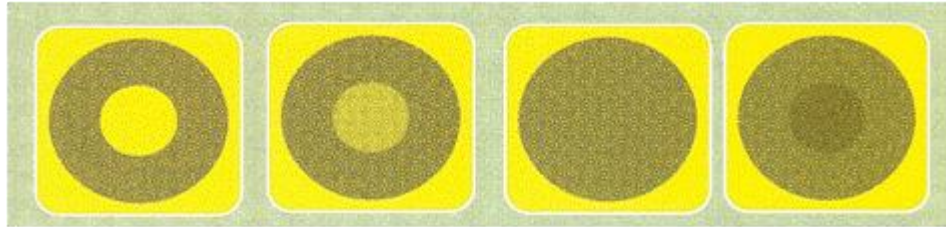
✓ Color scale



*TTsensor™, Avery Dennison, USA*

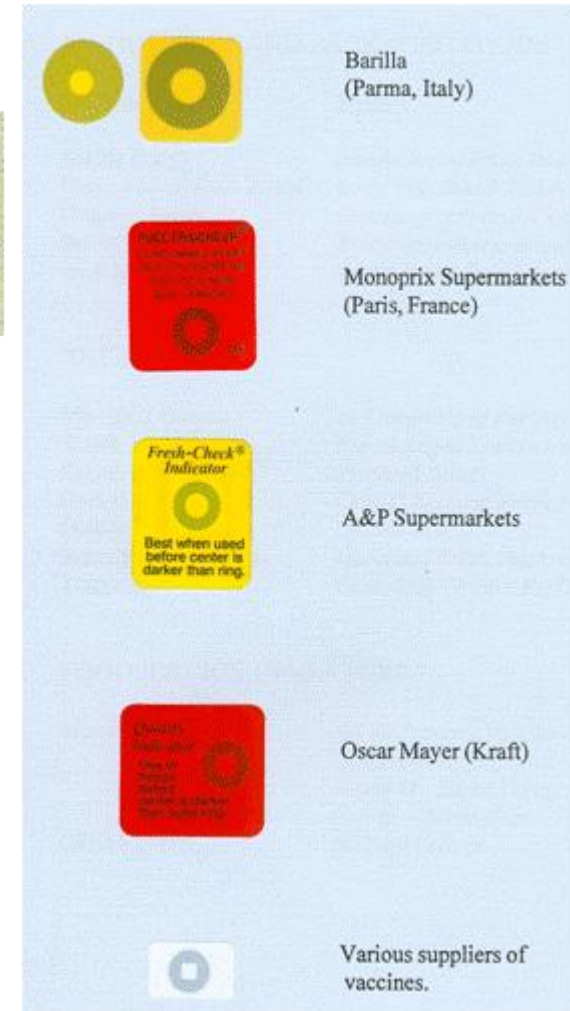


# Polymer TTI



Solid state polymerization reaction.

The TTI function is based on the property of disubstituted diacetylene crystals ( $R-C=C-C=C-R$ ) to polymerize through a lattice-controlled solid-state reaction, resulting in a highly coloured polymer.



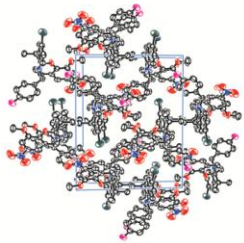
*Fresh-Check<sup>R</sup>, Temptime Corp., Morris Plains, NJ, USA*



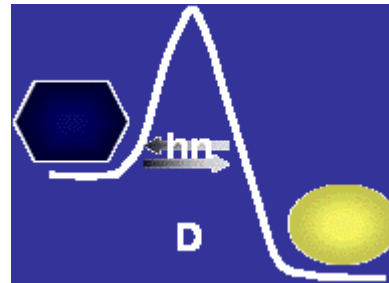
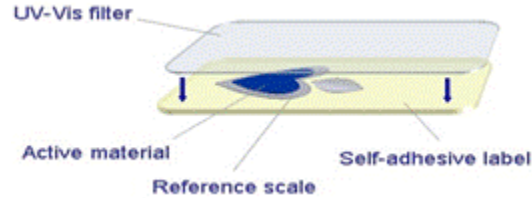
# Photochromic TTI



Inactivated TTI



Bizerba Desktop charger  
GLP80



Photosensitive compounds are excited and coloured by exposure at UV radiation



Activated TTI

*OnVu, Bizerba, Germany*

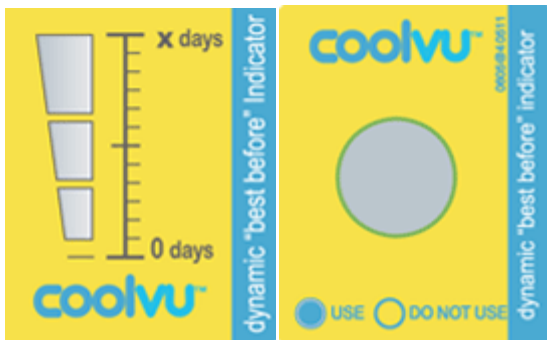
- ✓ Photochromism in crystalline state
- ✓ Color fading and activation energies of spiropyran crystals correspond to characteristics of food spoilage



# Metal Etching Al-TTI System

Two components: An aluminium layer and special glue.

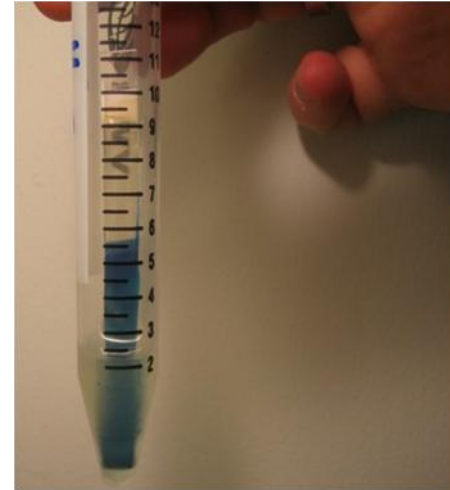
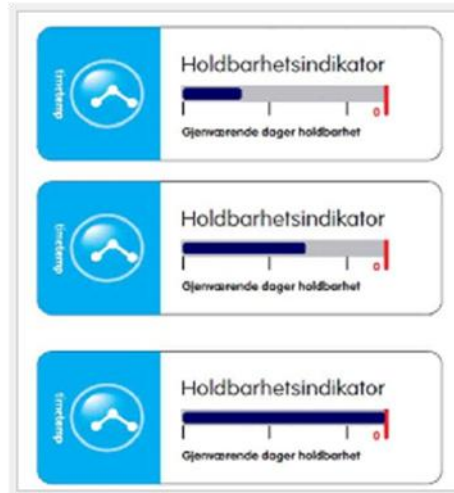
The CoolVu TTIs is not activated until the special transparent adhesive label (glue) is added on top of the yellow. By changing the concentration of the glue or the thickness of the Al layer the label can be adapted to different products with different kinetics.



*Freshpoint Israel*

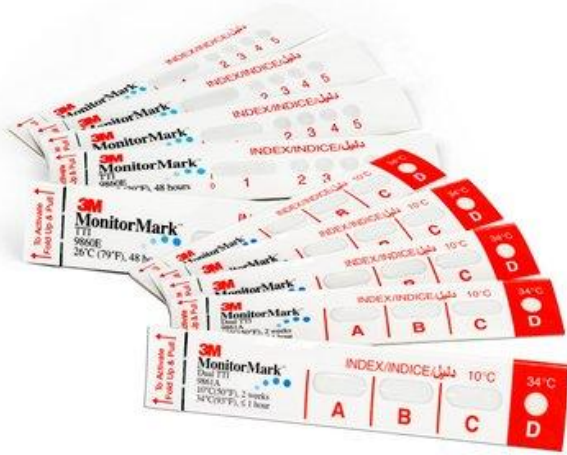
# Keep-it

*Keep-it Technologies, Norway*



The system comprises an immobilised reactant, such as  $\text{Fe}^{3+}$ , and a mobile reactant, such as  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ , initially contained in separate compartments, and separated by a sealing. The system is activated by removing a sealing between the compartments whereby the mobile reactant in a time-temperature dependent manner is brought into contact with the immobilised reactant resulting in a visually detectable reaction signal.

# 3M™ MonitorMark™ Time Temperature Indicators

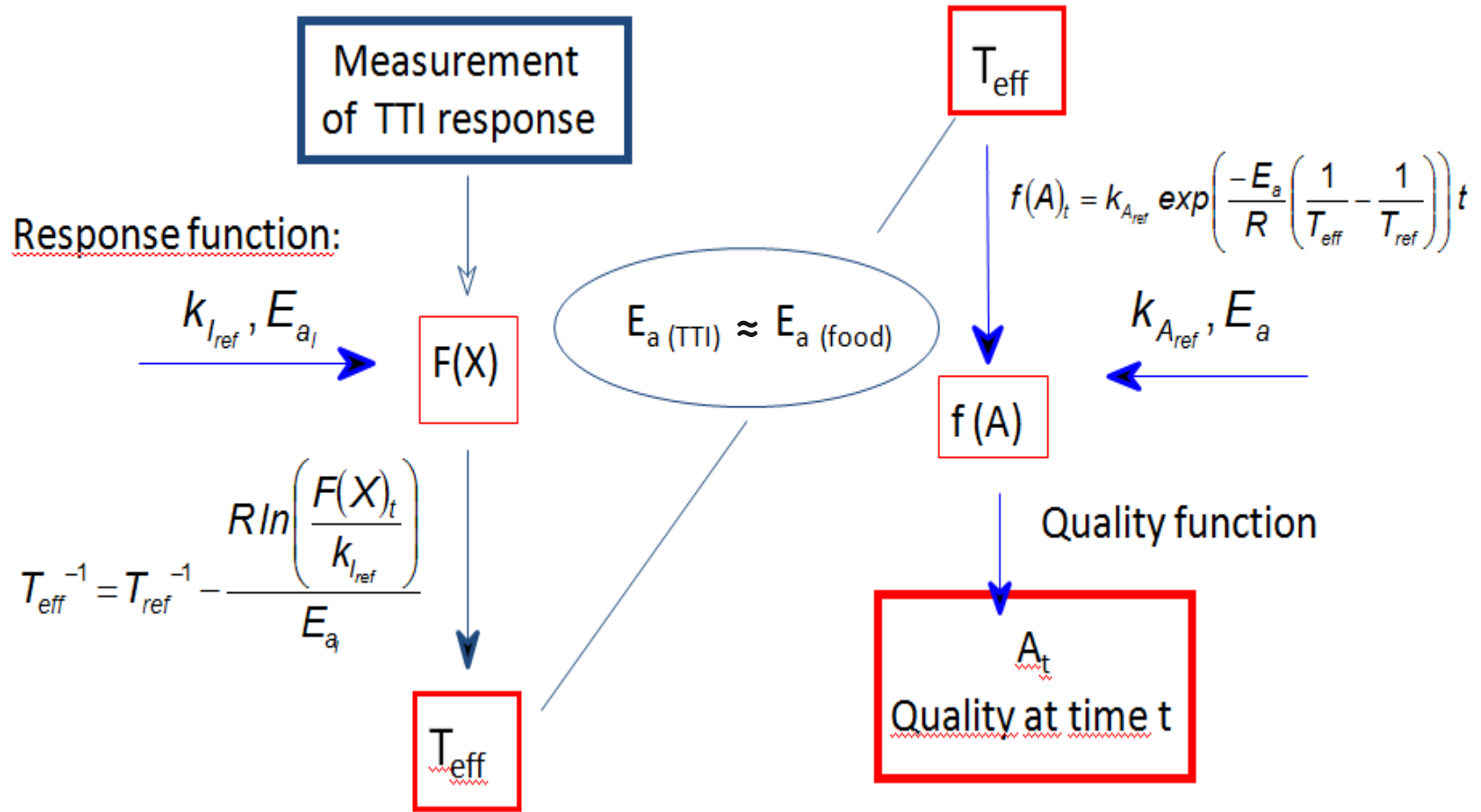


## Details

- Inexpensive solution for monitoring product exposure.
- Self-adhesive backing for easy attachment to secondary packaging.
- Easily-interpreted visual results.
- Results indicate both exposure and relative time over which exposure occurred.
- Removable film activation strip starts the monitoring process on demand for accuracy.

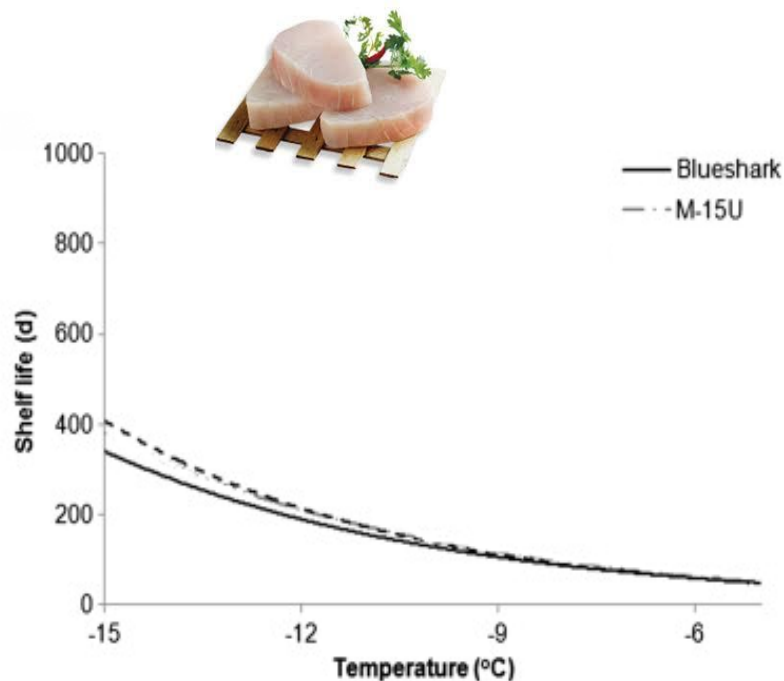
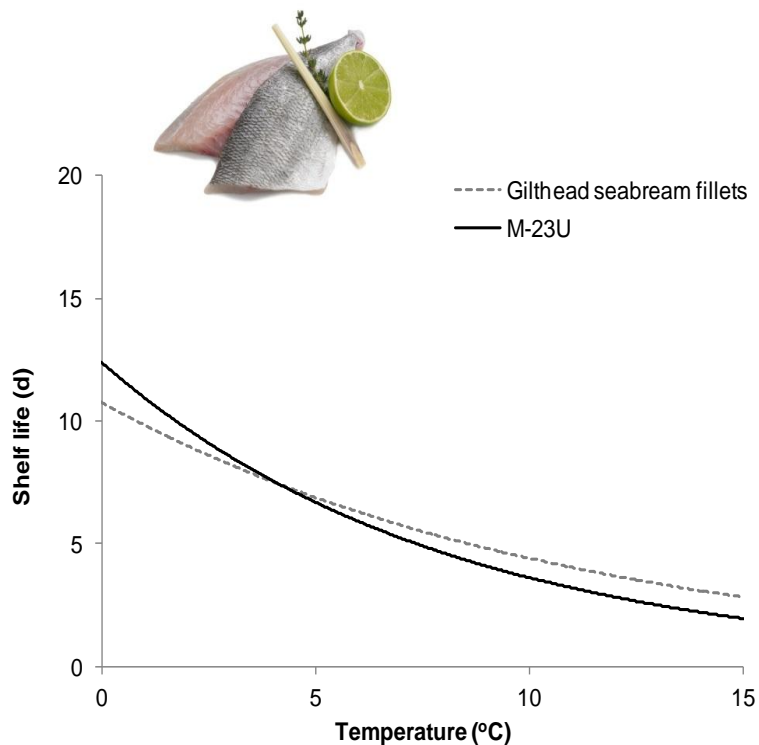
3M™ MonitorMark™ Time Temperature Indicators solve the challenge of monitoring thermal exposure of temperature-sensitive products during transportation and storage.

# Σχήμα εφαρμογής ΤΤΙ



# Χρήση TTI για τη διαχείριση της ποιότητας των τροφίμων

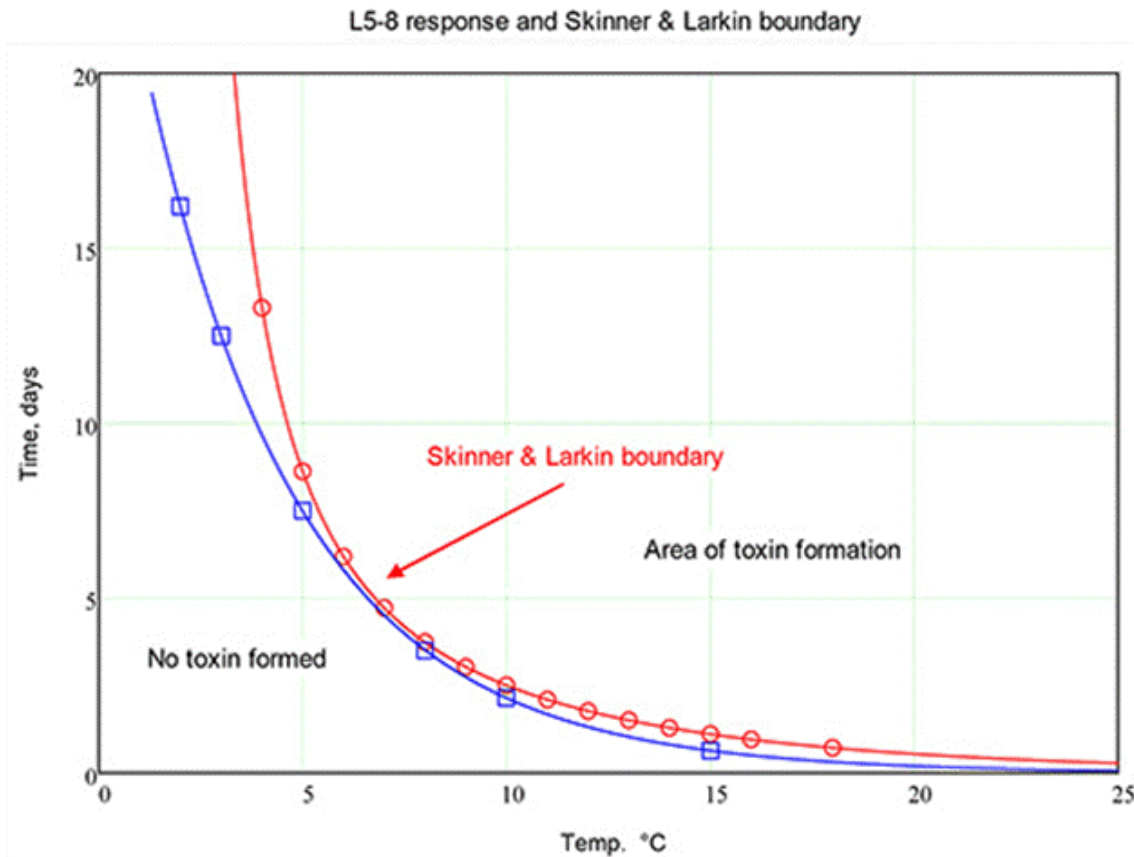
## Επιλογή κατάλληλου TTI για δεδομένο τρόφιμο





# Χρήση TTI για τη διαχείριση της ασφάλειας των τροφίμων

## *C. botulinum* toxin



VITSAB A.B. (Malmo, Sweden) has developed an enzymatic TTI for application on vacuum- or modified atmosphere (MA) packaged fresh seafood imported to USA by several importing companies.

The import of these products is covered by FDA's Import Alert #16-125 (last publication 03/23/2017, [https://www.accessdata.fda.gov/cms\\_ia/importalert\\_28.html](https://www.accessdata.fda.gov/cms_ia/importalert_28.html)).

Taoukis P. S. 2010. Commercialization of active food packaging (Time-Temperature Integrators-TTI). In C. Doona, K. Kustin, & F. Feeherry (Eds.), *Case studies in novel food processing technologies* (pp. 351–366). Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited.



# Χρήση TTI για τη διαχείριση της ασφάλειας των τροφίμων

## *C. botulinum toxin*

### CHAPTER 13: Clostridium botulinum Toxin Formation

*The recommendations in Chapter 13 are changed as follows:*

- ❑ *Information is now provided on Time Temperature Indicator (TTI) performance and suitability;*
- ❑ *A control strategy is now provided for application of TTIs on each of the smallest package units (i.e., the unit of packaging that will not be distributed any further, usually consumer or end-user package), where refrigeration is the sole barrier to prevent toxin formation;*

CONTROL STRATEGY	MAY APPLY TO PRIMARY PROCESSOR	MAY APPLY TO SECONDARY PROCESSOR
Smoking	✓	✓
Refrigeration with TTI	✓	✓
Frozen with labeling	✓	✓
Pickling and salting	✓	✓

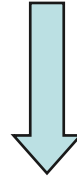
Fish and Fishery Products  
Hazards and Controls Guidance  
Fourth Edition - APRIL 2011



DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES  
PUBLIC HEALTH SERVICE  
FOOD AND DRUG ADMINISTRATION  
CENTER FOR FOOD SAFETY AND APPLIED NUTRITION  
OFFICE OF FOOD SAFETY

# Μείωση της σπατάλης τροφίμων με τη χρήση ΤΤΙ

German poultry chain (Production: 2 493.17 t/a, market share of 0.65%)



12% Food waste in the chain

**35% Food waste reduction due to the implementation of a TTI**

Waste and Resource Management  
Volume 168 Issue WR2

**Intelligent label – a new way to support  
food waste reduction**  
Rossaint and Kreyenschmidt

ice | proceedings

Proceedings of the Institution of Civil Engineers  
Waste and Resource Management 168 May 2015 Issue WR2  
Pages 63–71 <http://dx.doi.org/10.1680/warm.13.00035>

**Paper 1300035**  
Received 31/10/2013 Accepted 24/07/2014  
Published online 26/09/2015

**Keywords:** environment/sustainability/waste management & disposal

ICE Publishing: All rights reserved

**ice**  
Institution of Civil Engineers

publishing

## Intelligent label – a new way to support food waste reduction

■ **Sonja Rossaint** Dipl., Oecotroph  
PhD student, Preventive Health Management Group, Institute of Animal Science, University of Bonn, Bonn, Germany

■ **Judith Kreyenschmidt** PD, Dr Ing  
Head of Cold Chain Management Group, Preventive Health Management Group, Institute of Animal Science, University of Bonn, Bonn, Germany

# Μείωση της σπατάλης τροφίμων

Το σχέδιο δράσης της Επιτροπής για την πρόληψη της σπατάλης τροφίμων στην ΕΕ περιλαμβάνει:

- την ανάπτυξη **κοινής μεθοδολογίας σε επίπεδο ΕΕ για τη μέτρηση της σπατάλης τροφίμων** και τον προσδιορισμό σχετικών δεικτών (η εκτελεστική πράξη πρόκειται να υποβληθεί έπειτα από την έγκριση της πρότασης της Επιτροπής για την αναθεώρηση της οδηγίας πλαισίου για τα απόβλητα)·
- τη δημιουργία μιας **πλατφόρμας της ΕΕ για την απώλεια και τη σπατάλη τροφίμων**, στην οποία θα συμμετέχουν τα κράτη μέλη και όλοι οι παράγοντες της αλυσίδας τροφίμων, προκειμένου να καθοριστούν τα απαιτούμενα μέτρα για την επίτευξη των στόχων βιώσιμης ανάπτυξης για τα απορρίμματα τροφίμων και να πραγματοποιηθεί ανταλλαγή των βέλτιστων πρακτικών, καθώς και των αποτελεσμάτων που επιτεύχθηκαν·
- τη λήψη μέτρων ώστε να αποσαφηνιστεί η ενωσιακή νομοθεσία σχετικά με τα απορρίμματα, τα τρόφιμα και τις ζωοτροφές, και να **διευκολυνθεί η δωρεά τροφίμων**, καθώς και η **αξιοποίηση των πρώην τροφίμων και υποπροϊόντων ως ζωοτροφών χωρίς να διακυβεύεται η ασφάλεια των τροφίμων και των ζωοτροφών**
- τη διερεύνηση τρόπων για να **βελτιωθεί η χρήση της σήμανσης ημερομηνίας** από τους παράγοντες της αλυσίδας τροφίμων και η κατανόησή της από τους καταναλωτές, ιδίως όσον αφορά την ετικέτα «ανάλωση κατά προτίμηση πριν από».

# Μείωση της σπατάλης τροφίμων



## What can I do in my daily life to limit food waste?

*Follow these tips to help you reduce food waste, save money and protect the environment:*

**1 Plan your shopping:** Menu plan your meals for a week. Check the ingredients in your fridge and cupboards, then write a shopping list for just the extras you need. Take your list and don't shop when you're hungry — you'll come back with more than you need. Buy loose fruits and vegetables instead of pre-packed so you can buy exactly the amount you need.

**2 Check the dates:** If you are not planning to eat a certain item with a short "use by" date, look for one with a longer "use by" date or just plan to buy it on the day you require. Be aware on the meaning of date labels: "use by" means that the food is only safe for consumption until the indicated day (e.g. for meat and fish), "best before" indicates the date up until when the product retains its expected quality. Food products are still safe to consume even after the indicated "best before" day.

**3 Consider your budget:** Wasting food means wasting money.

**4 Keep a healthy fridge:** Check the seals and the temperature of your fridge. Food needs to be stored between 1 and 5 degrees Celsius for maximum freshness and longevity.

**5 Store** food in accordance with the instructions on the packaging.

**6 Rotate:** When you buy new food from the store, bring all the older items in your cupboards and fridge to the front. Put the new food at the back to reduce the risk of finding something mouldy in your food storage compartments.

**7 Serve small amounts of food** with the understanding that everybody can come back for more once they've cleared their plate.

**8 Use up your leftovers:** Instead of scraping leftovers into the bin, they can be used for lunches the following day, go into the next day's dinner or be frozen for another occasion. Fruit that is just going soft can be used to make smoothies or fruit pies. Vegetables that are starting to wilt can be made into soups.

**9 Freeze:** If you only eat a small amount of bread, then freeze it when you get home and take out a few slices a couple of hours before you need them. Likewise, batch cook food so that you have meals ready for those evenings when you are too tired to cook.

**10 Turn it to garden food:** Some food waste is unavoidable so why not set up a compost bin for fruit and vegetable peelings? In a few months you will end up with rich, valuable compost for your plants. If you have cooked food waste, then a kitchen composter will do the trick. Just feed it with your scraps, sprinkle over a layer of special microbes and leave to ferment. The resulting product can be used for houseplants and in the garden.

See also: [http://ec.europa.eu/food/food/sustainability/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/food/food/sustainability/index_en.htm)

## Ημερομηνία «ελάχιστης διατηρησιμότητας»

1. Η χρονολογία ελάχιστης διατηρησιμότητας ενός τροφίμου είναι η χρονολογία, μέχρι την οποία το τρόφιμο διατηρεί τις ιδιαίτερες ιδιότητές του σε κατάλληλες συνθήκες διατήρησης.

- για τα νωπά φρούτα και λαχανικά, στα οποία περιλαμβάνονται και οι πατάτες, και τα οποία δεν έχουν αποφλοιωθεί, κοπεί ή υποστεί παρόμοια επεξεργασία. Η παρέκκλιση αυτή δεν εφαρμόζεται στους βλαστώντες σπόρους και στα παρόμοια προϊόντα όπως τα φύτρα ψυχανθών,
- για τους οίνους, τα αρωματισμένα κρασιά και τους αρωματικούς ούρους προέρχονται από διάφορα κράτη, καθώς και για τα 2206 00 93 και 2201 10 90 γλεύκος σταφυλιού,
- για τα ποτά με κατ' όγκο αλκοόλη στον 10 %,
- για τα μη αλκοολούχα φρούτων και τα αλκοολικά ποτά, ιδιαίτερα δοχεία χωρητικότητας που προκύπτει να διατείνονται για περισσότερο από τρεις μήνες από την παρασκευή
- για τα προϊόντα αρτοποιίας που φέρουν την ένδειξη «καταναλώστε άμεσα»
- για το ξύδι,
- για το μαγειρικό αλάς,
- για τα σάκχαρα σε στερεά μορφή,
- για τα σακχαρώδη προϊόντα που προκύπτει να διατείνονται περισσότερο από τρεις μήνες από την παρασκευή ή/και
- για τις τσίκλες και τα παγωτά,
- για τις ατομικές μερίδες παγωτών.

## EU could exempt more foods from 'best before' labelling

20 May 2014 | NEWS



by EU Food Law staff

@EmileMehmet\_PL

emile.mehmet@informa.com

The EU is considering exempting more foods with a long shelf-life from the requirement to provide a 'best before' date on the label in a bid to cut down on food waste.

ιέωση ένδειξης  
ης: Best Before

## Redistribution labelling guide

**Label better= less waste**

**Publication date**

**November 2017**

**Updated**

**April 2020**



# Απώλεια-Σπατάλη τροφίμων: Τρέχουσες εκτιμήσεις

## Food waste in Europe

Total amount of food produced for human consumption per year

**654** million tons

Total amount of food wasted per year

**205** million tons

Waste by consumer:

**34%**

Waste during production, harvesting, processing and trade:

**66%**



2012 © Wageningen World, magazine of Wageningen UR Illustration: Jenny van Driel, Wageningen UR Source: FAO



# Κυκλική οικονομία (circular economy)

Η έννοια της κυκλικής οικονομίας έρχεται να ανταποκριθεί στη φιλοδοξία για αειφόρο ανάπτυξη στα πλαίσια της αυξανόμενης πίεσης από την παραγωγή και κατανάλωση των πόρων και του περιβάλλοντος του πλανήτη.

Έως τώρα, η οικονομία λειτουργούσε κυρίως σύμφωνα με το μοντέλο «παίρνω-φτιάχνω-απορρίπτω», ένα γραμμικό μοντέλο στο οποίο κάθε προϊόν αναπόφευκτα φτάνει στο «τέλος της ωφέλιμης ζωής» του.

Η μετάβαση σε μία κυκλική οικονομία προϋποθέτει αλλαγή της εστίασης στην επαναχρησιμοποίηση, επισκευή, ανανέωση και ανακύκλωση υφιστάμενων υλικών και προϊόντων.

**Ό,τι προηγουμένως θεωρούταν «απόβλητο» μπορεί να μετατραπεί σε πρώτες ύλες.**

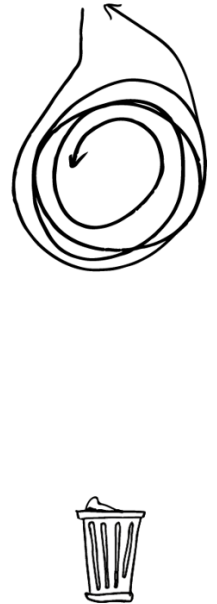
ΓΡΑΜΜΙΚΗ  
ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ



ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ



ΚΥΚΛΙΚΗ  
ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ



# Κυκλική οικονομία (circular economy)

Το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας



# Valorization of food waste



Fibers and starch from banana peels



Oil



Chitin and chitosan



Whey protein and lactose

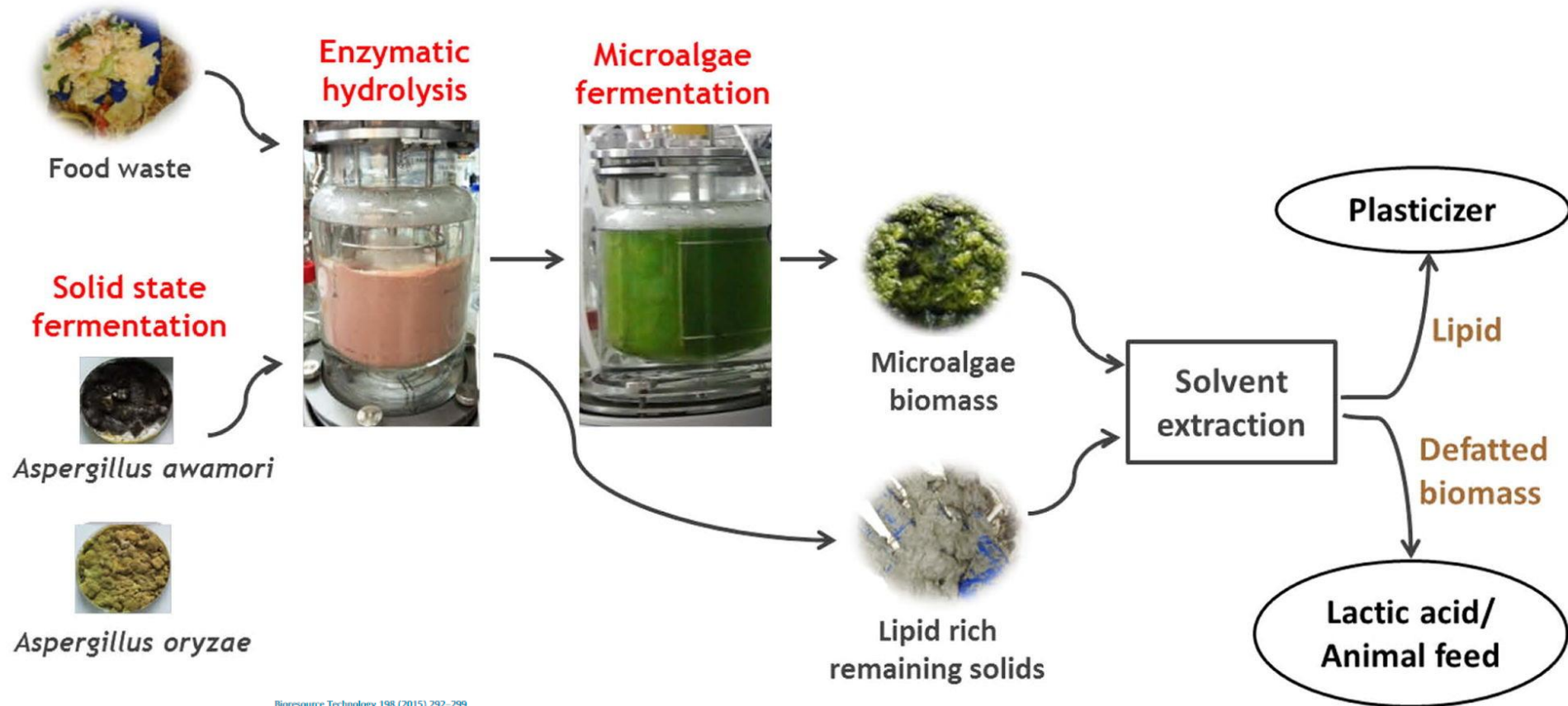


Vanilla from lignin



Pectin of apples or oranges

# Valorization of food waste



Bioresource Technology 198 (2015) 292–299



Contents lists available at ScienceDirect

Bioresource Technology

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/biortech](http://www.elsevier.com/locate/biortech)



Techno-economic analysis of a food waste valorization process via microalgae cultivation and co-production of plasticizer, lactic acid and animal feed from algal biomass and food waste



Tsz Him Kwan<sup>a</sup>, Daniel Pleissner<sup>a,b</sup>, Kin Yan Lau<sup>a</sup>, Joachim Venus<sup>b</sup>, Aude Pommeret<sup>a</sup>, Carol Sze Ki Lin<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup>School of Energy and Environment, City University of Hong Kong, Tat Chee Avenue, Kowloon, Hong Kong

<sup>b</sup>Department of Bioengineering, Leibniz Institute for Agricultural Engineering Potsdam-Bornim, Potsdam, Germany

# Εναλλακτικές πρώτες ύλες για τρόφιμα

Alternative proteins have been a major topic of discussion in the food industry over the past decade.

It refers basically to other novel protein sources besides those gotten from animals.





# Εναλλακτικές πρώτες ύλες για τρόφιμα

*Types are classified based on sources: Insect based, Plant based, Lab grown meat*



## Three calls



### Sustainable Food Security

- Sustainable food production systems
- *Safe food and healthy diets and sustainable consumption*
- Global drivers of food security

• 2014:  
138MC

• 2015:  
110,5MC

### Blue Growth

- Sustainably exploiting the diversity of marine life
- New offshore challenges
- Ocean observation technologies/systems
- Socio-economic dimension - engagement with society

• 2014:  
100MC

• 2015:  
45MC

### Innovative, Sustainable and Inclusive Bioeconomy

- Sustainable agriculture and forestry
- Sustainable and competitive bio-based industries
- Cross-cutting actions covering all the activities

• 2014:  
44,5MC

• 2015:  
42MC



# FOOD 2030

