

Ανάπτυξη ενός «μηχανικού» εργαλείου διαχείρισης της ποιότητας του ελαιόλαδου

Καναβούρας, Α. & Κουτελιέρης Φ.

GreekLipidsForum, Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών, Ιούνιος 2015.

Επιστημονική διερεύνηση

απρόβλεπτο και ενδεχομένως άγνωστο και ασταθές σύστημα

συλλογή και συνοχή χρονολογικά διατεταγμένων δεδομένων

ή

έλεγχος της αντοχή της υπόθεσης στην πιθανότητα διάψευση
της

Υπόθεση: όλοι οι κύκνοι είναι άσπροι

$$P_{\text{αλήθειας}} = (\text{κατά})\text{μετρήσεις} / \text{σύνολο δειγμάτων}$$

$$P_{\text{αλήθειας}} = \frac{\text{αριθμός παρατηρησεων}}{\text{απειρο αριθμο δειγματων}}$$

$$P_{\text{αλήθειας}} = 0$$



Επιστημονική διερεύνηση

Μαθηματικά μοντέλα: λειτουργία γενίκευσης σε συμβολική γλώσσα

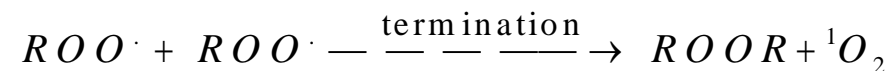
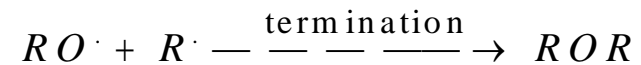
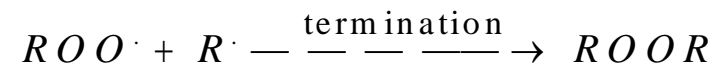
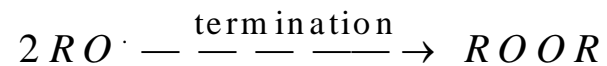
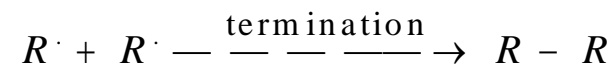
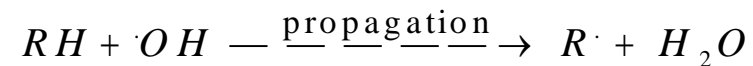
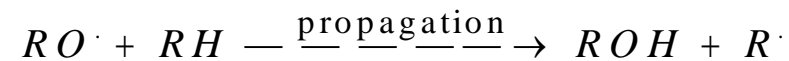
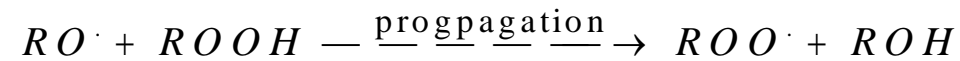
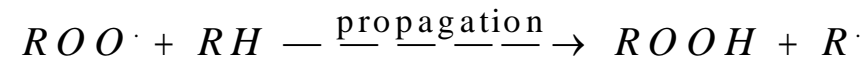
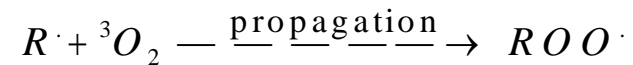
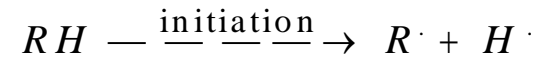
Εκ των υστέρων -αναλυτικό μοντέλο επαλήθευσης - περιγράφει ✓

Εκ των υστέρων -συνδυαστικό μοντέλο επιβεβαίωσης - συσχετίζει ✓

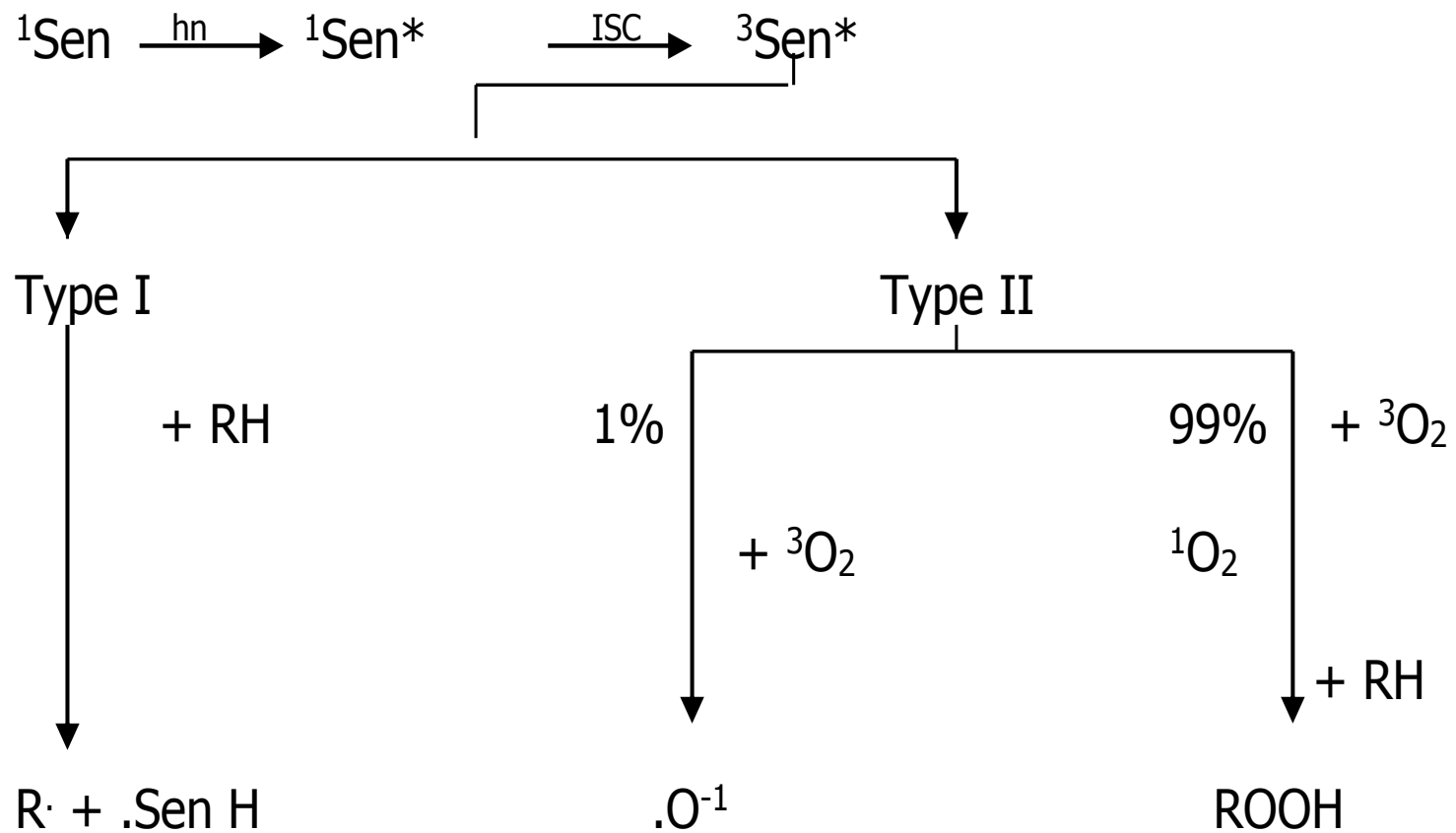
Εκ των προτέρων-αναλυτικό μοντέλο πρόγνωσης – προβλέπει ✓

Εκ των προτέρων-συνδυαστικό Συνθήκες δυνατότητας της εμπειρίας ;

Ταξινόμηση της υπόθεσης

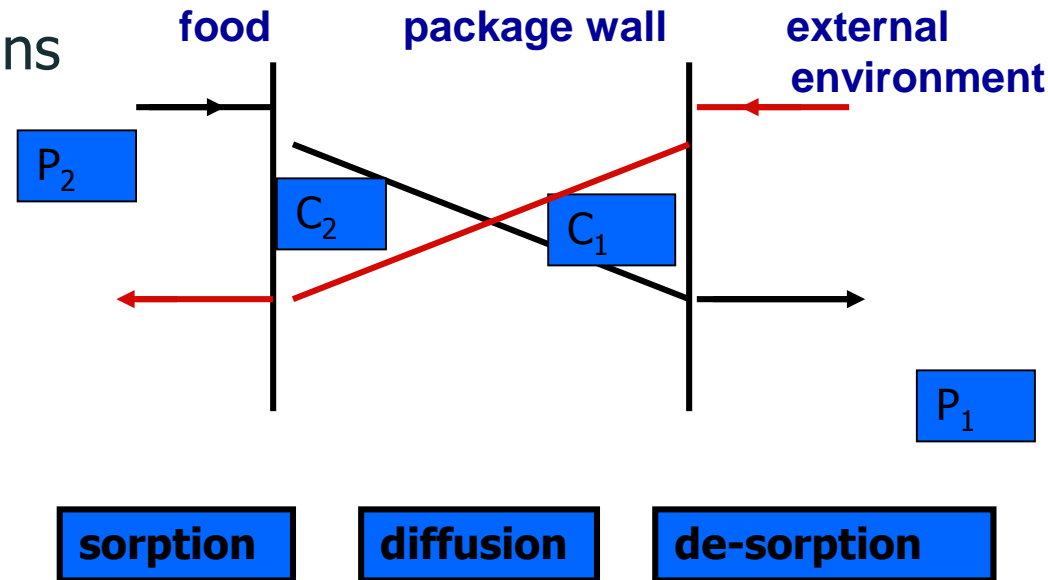


Ταξινόμηση της υπόθεσης



Ταξινόμηση της υπόθεσης

- Mass transfer interactions
- Permeation
 - gases
 - off-flavours
- Sorption
 - flavours (scalping)
 - fatty components
 - minor compounds



- Permeability (P),

Diffusion (D) and

Solubility (S):

$$P = \frac{kg * m}{m^2 * sec * Pa}$$

$$D = \frac{cm^2}{sec}$$

$$S = \frac{Kg}{Kg * Pa}$$

Υπόθεση

Αν «ποιότητα» είναι το % των ικανοποιημένων καταναλωτών

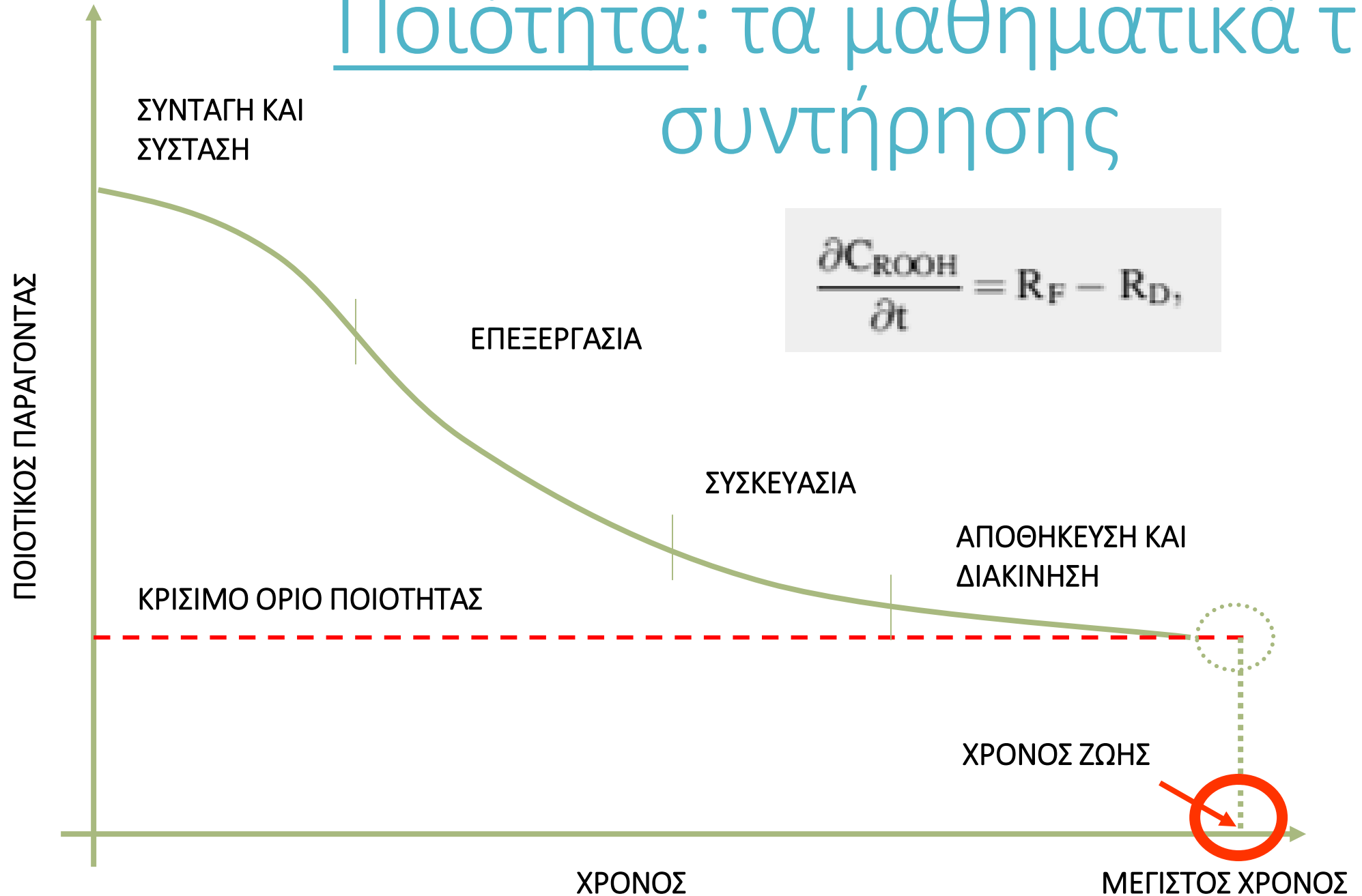
=>

χρόνος ζωής είναι η πιθανότητα διάψευσης της
ικανοποίησης

&

συντήρηση είναι η αντίσταση στον χρόνο ζωής

Ποιότητα: τα μαθηματικά της συντήρησης



Χρόνος ζωής = f(μηχανικής της συντήρησης)



Μελέτη

μοντέλο πρόβλεψης διάρκειας ζωής συσκευασμένων τροφίμων

συστημική αντίληψη => 4 συναφείς κατηγορίες

ύλη + ενέργεια $\frac{\text{συνάφεια}}{\text{συνάφεια}}$ > έκβαση

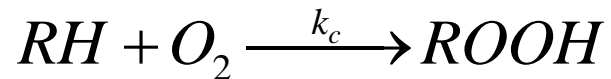
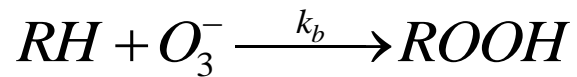
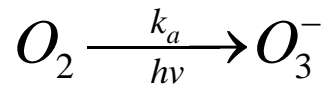
=> Ταξινόμηση ιδιοτήτων του συστήματος

The model

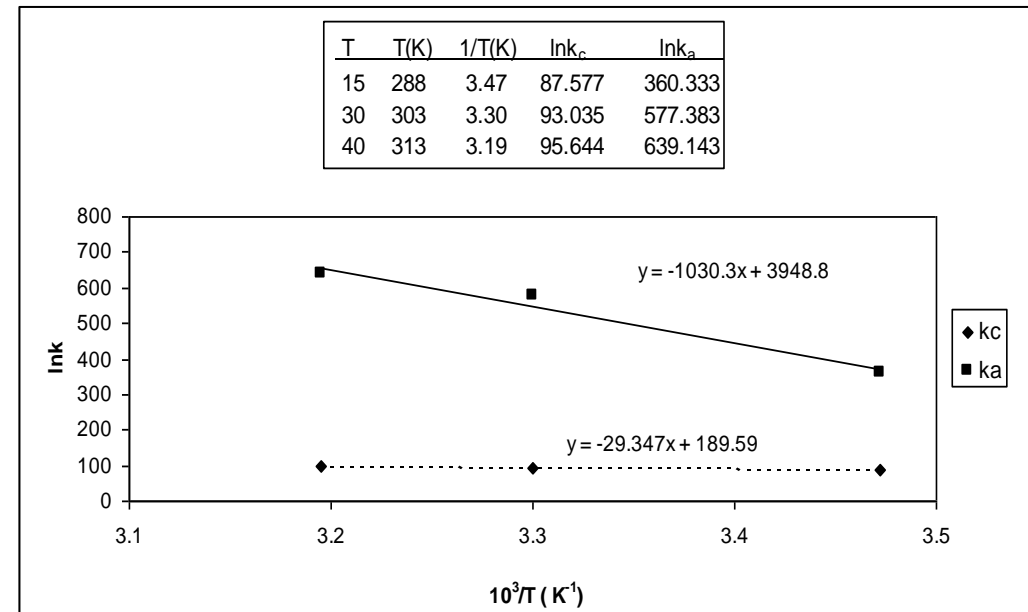
Stage 1: Definition of reaction rate constants

Method: Fitting on experimental data

Reactions



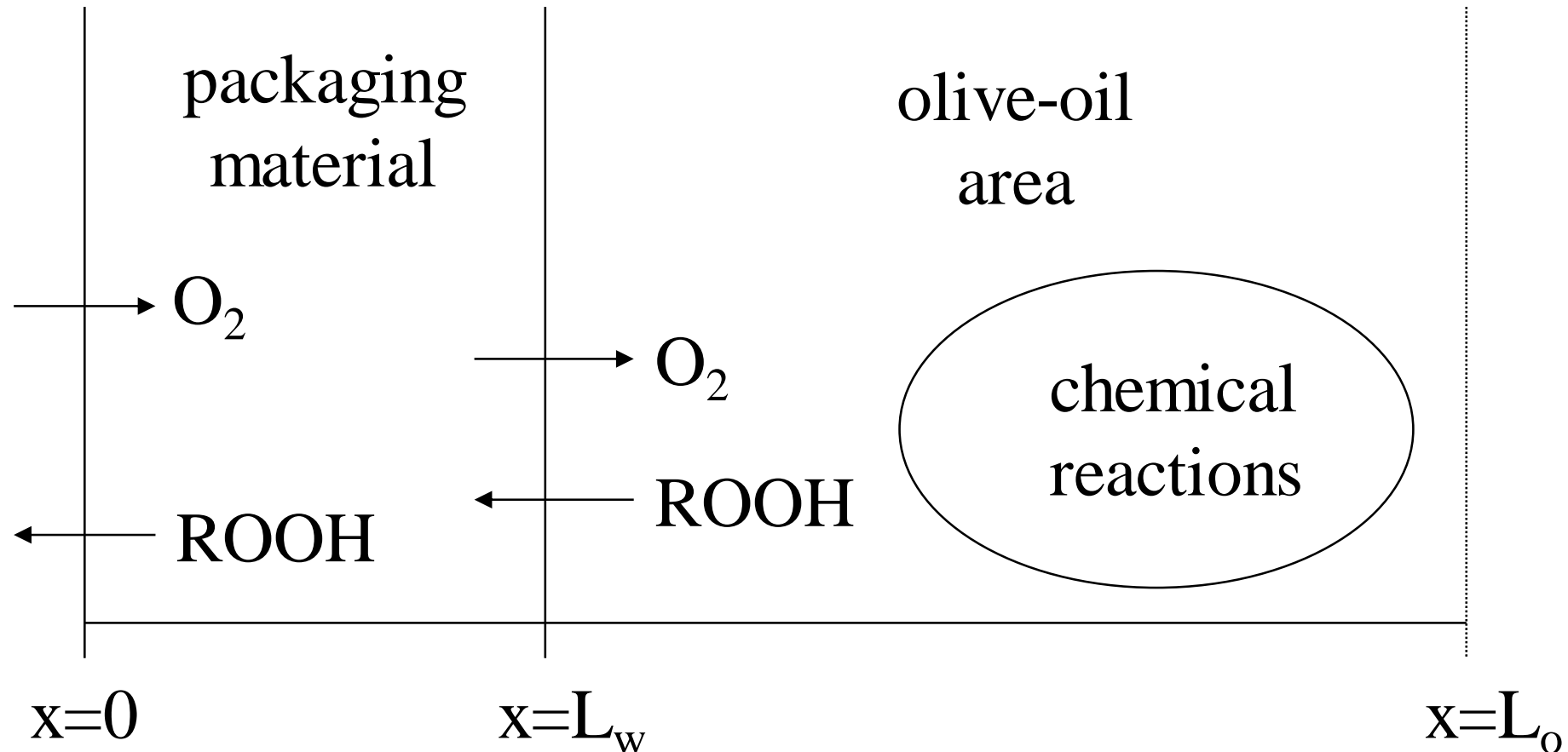
Typical results



The model

Stage 2: Mass transport problem

Method: Numerical solution of PDEs along with ICs and BCs



The model

Stage 2: Mass transport problem

PDEs, ICs & BCs in **Olive-Oil** phase

PDEs

$$\frac{\partial C_{O_2}}{\partial t} = D_{O_2, \text{mix}} \frac{\partial^2 C_{O_2}}{\partial x^2} - \xi k_a C_{O_2} - k_c C_{O_2} C_{RH}$$

$$\frac{\partial C_{RH}}{\partial t} = -\xi k_a C_{O_2} - k_c C_{O_2} C_{RH}$$

$$\frac{\partial C_{\text{hexanal}}}{\partial t} = D_{\text{hexanal}, \text{mix}} \frac{\partial^2 C_{\text{hexanal}}}{\partial x^2} + \xi k_a C_{O_2} + k_c C_{O_2} C_{RH}$$

Initial Conditions

$$C_{O_2}(x > L_w, t = 0) = C_{O_2}^{\infty, \text{in}}$$

$$C_{RH}(x > L_w, t = 0) = C_{RH}^{\infty, \text{in}}$$

$$C_{\text{hexanal}}(x > L_w, t = 0) = C_{\text{hexanal}}^{\infty, \text{in}}$$

Boundary Conditions

$$\left. \frac{\partial C_{\text{hexanal}}}{\partial x} \right]_{x=L_o, t>0} = 0$$

$$\left. \frac{\partial C_{O_2}}{\partial x} \right]_{x=L_o, t>0} = 0$$

$$C_{O_2}(x = L_w^+, t > 0) = C_{O_2}(x = L_w^-, t > 0)$$

$$D_{\text{hexanal}, \text{mix}} \left. \frac{\partial C_{\text{hexanal}}}{\partial x} \right]_{x=L_w, t>0} = k_{\text{ads}} C_{\text{hexanal}}(x = L_w, t > 0)$$

The model

Stage 2: Mass transport problem

PDEs, ICs & BCs in **Packaging material**

PDEs

$$\frac{\partial C_{O_2}}{\partial t} = D_{O_2,wall} \frac{\partial^2 C_{O_2}}{\partial x^2} + u \frac{\partial C_{O_2}}{\partial x}$$

$$\frac{\partial C_{hexanal}}{\partial t} = D_{hexanal,wall} \frac{\partial^2 C_{hexanal}}{\partial x^2}$$

$$u = -\frac{K \Delta P}{\mu L_w}$$

Initial Conditions

$$C_{O_2}(x > 0, t = 0) = C_{O_2}^{\infty, in}$$

$$C_{hexanal}(x > 0, t = 0) = C_{hexanal}^{\infty, in}$$

Boundary Conditions

$$C_{O_2}(x = 0, t > 0) = C_{O_2}^{\infty, out}$$

$$\left. \frac{\partial C_{O_2}}{\partial x} \right]_{x=L_w, t>0} = 0$$

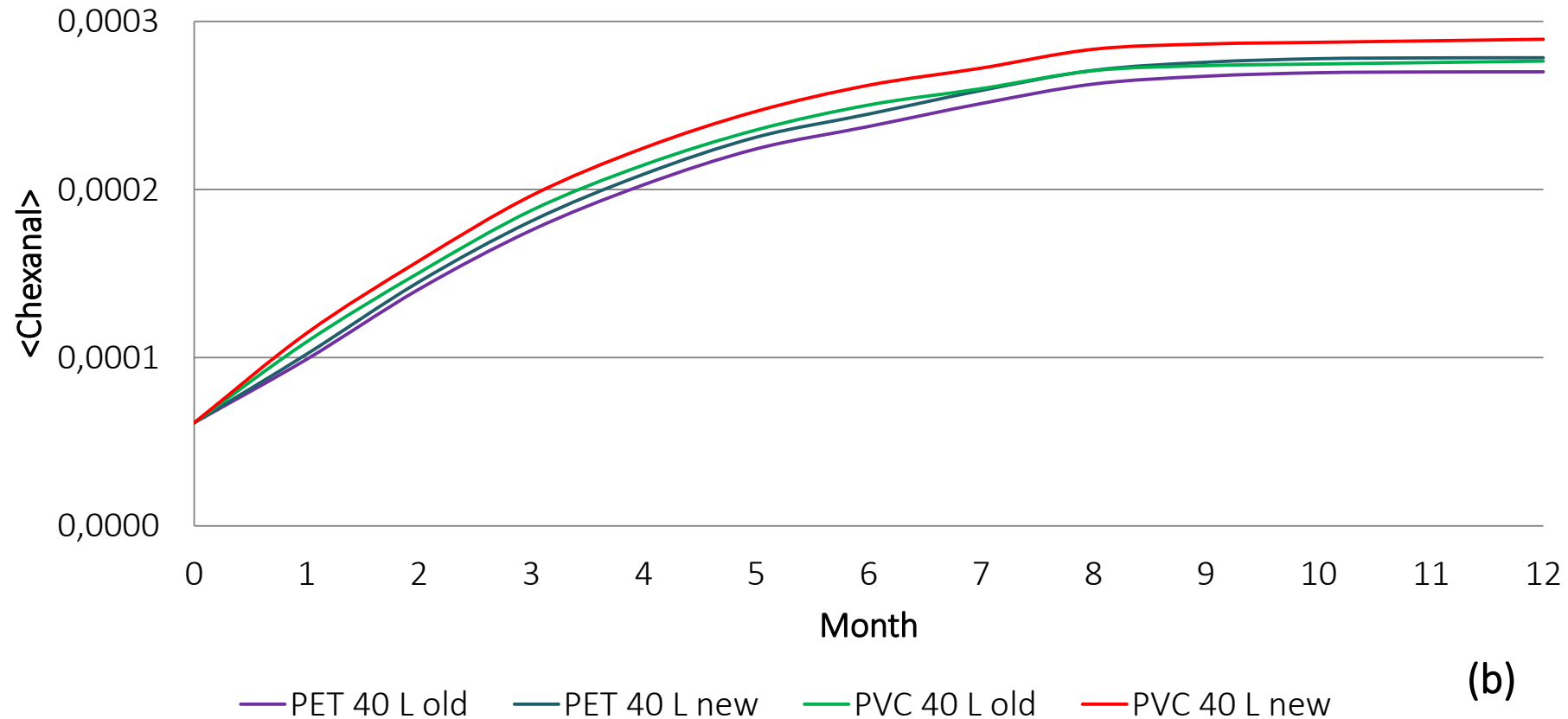
$$C_{hexanal}(x = 0, t > 0) = C_{hexanal}^{\infty, out}$$

$$C_{hexanal}(x = L_w^+, t > 0) = C_{hexanal}(x = L_w^-, t > 0)$$

The model

Stage 2: Mass transport problem

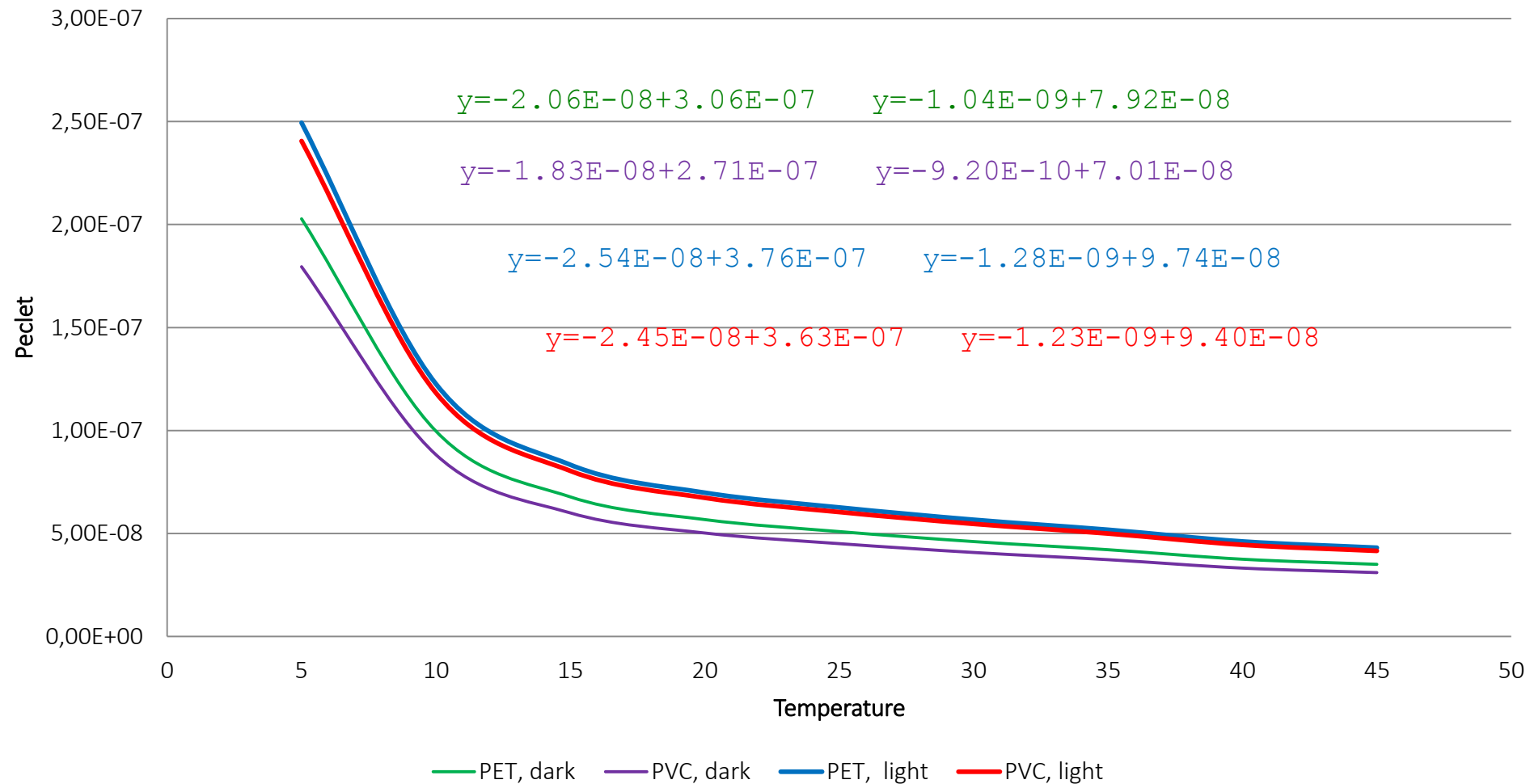
Typical **microscopic** results



The model

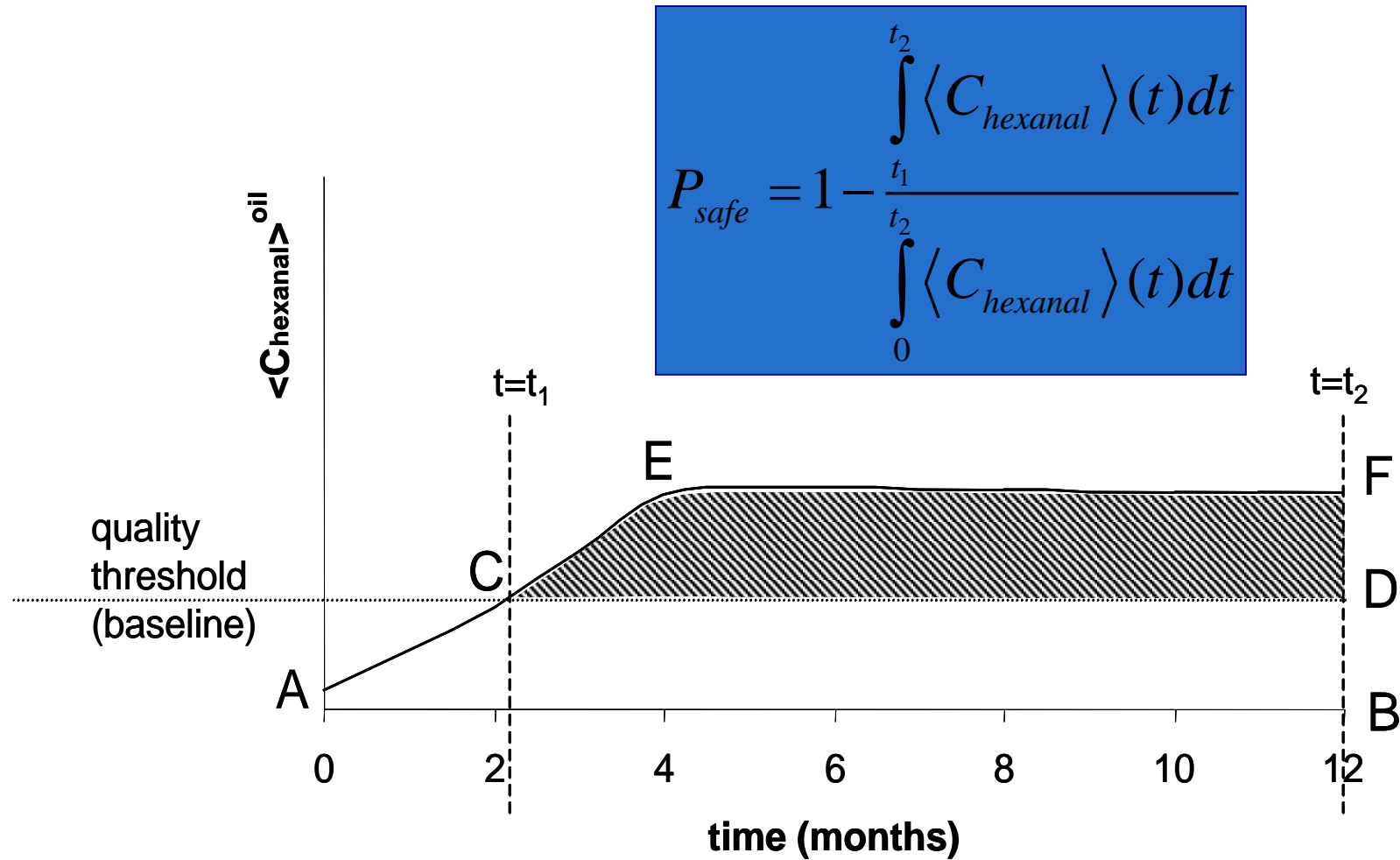
Stage 2: Mass transport problem

Typical **macroscopic** results



The model

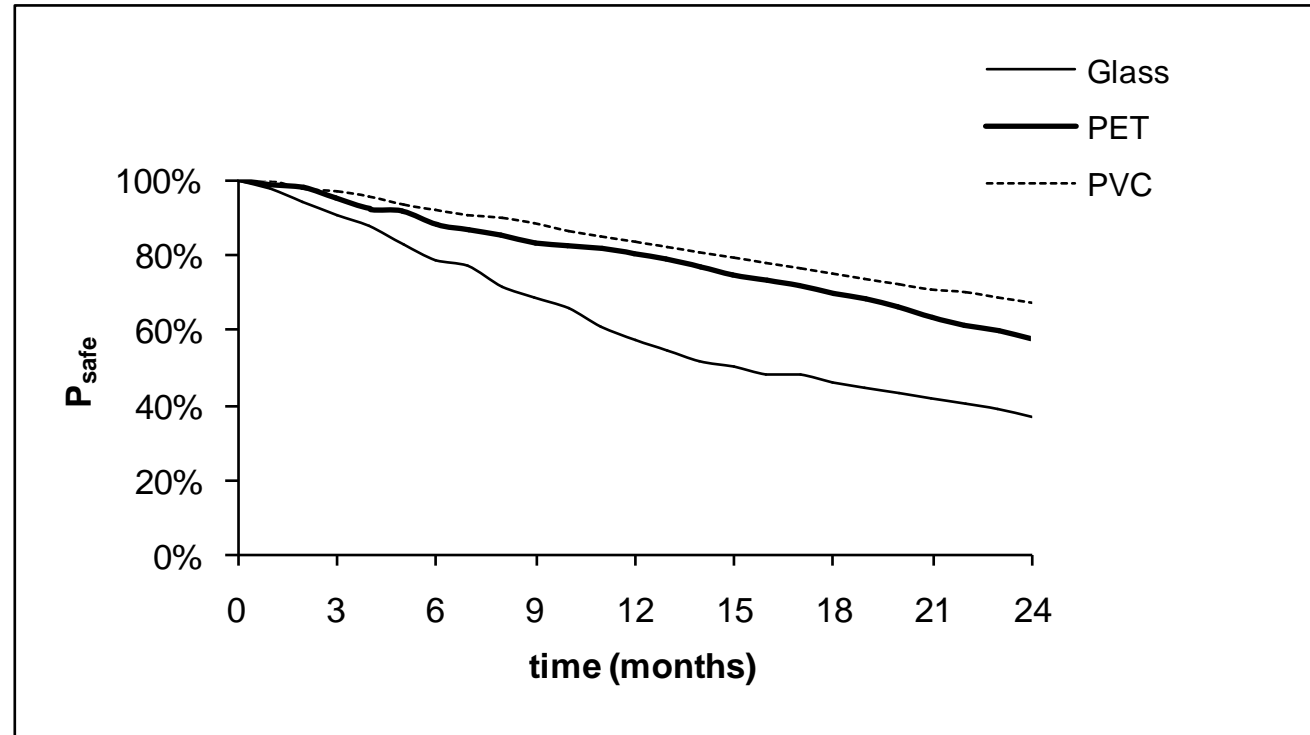
Stage 3: Shelf life assessment



The model

Stage 3: Shelf life assessment

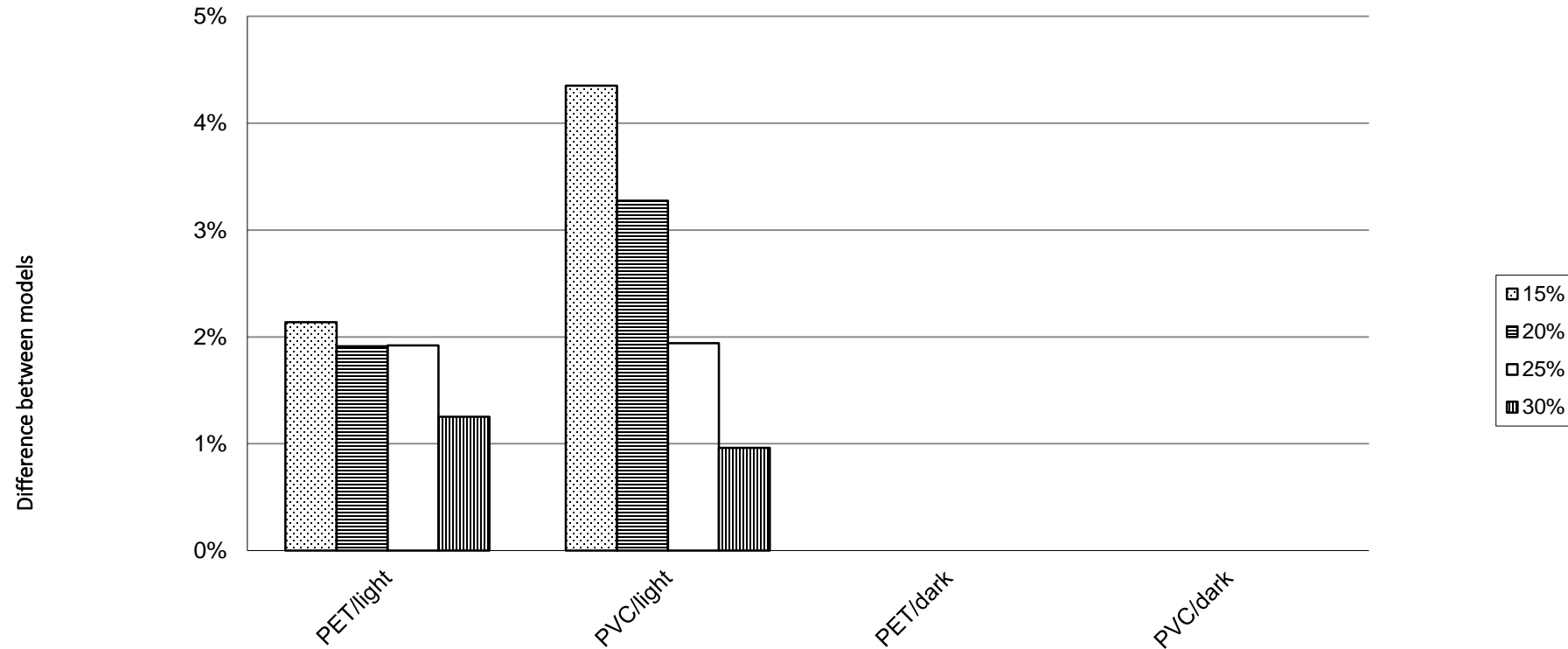
Typical results



The model

Stage 3: Shelf life assessment

Typical results



(b)

Συμπεράσματα

Θεωρητικά,

συνεπής και επιτυχημένη μετάβαση από μια ντετερμινιστική περιγραφή, σε μια στοχαστική πρόβλεψη (P_{safe})

Πρακτικά,

η μεταφορά οξυγόνου μέσω του πλαστικού υλικού συσκευασίας καθορίζεται από την διάχυση του

η διαπερατότητα των υλικών συσκευασίας δεν έχει κύριο ρόλο στο σύστημα βέλτιστες συνθήκες αποθήκευσης οι χαμηλές θερμοκρασίες και το σκοτάδι

«Μηχανική» εφαρμογή

Η συσκευασία είναι φίλτρο

διακρίνει, εφαρμόζει, ή αποκλείει «προϋποθέσεις» στο σύστημα

διακριτικός ρόλος στον πειραματικό σχεδιασμό και οργάνωση

έλεγχος της υπόθεση διάψευσης απέναντι στις "συνθήκες" συσκευασίας

εξασφάλιση ελάχιστου ρίσκου διάψευσης της υπόθεσης

διαχείριση της πιθανότητας διάψευσης της ικανοποίησης του καταναλωτή

Ευχαριστώ για την προσοχή σας!

*Ανάπτυξη ενός «μηχανικού» εργαλείου
διαχείρισης της ποιότητας του ελαιόλαδου*

Dr. Καναβούρας Αντώνιος
Συσκευασία Τροφίμων
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθήνας
Ιερά Οδός 75, 11855, Αθήνα
E-mail: antonios.kanavouras@aua.gr

Dr. Φραγκίσκος Α. Κουτελιέρης
Διαχείριση Περιβάλλοντος και
Φυσικών Πόρων
Πανεπιστήμιο Πάτρας,
Σεφέρη 2, 30100 Αγρίνιο,
E-mail: fcoutelieris@upatras.gr