ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

Βασικές Διεργασίες Μηχανικής Τροφίμων

Ενότητα 4:

Ψύξη - Κατάψυξη (3/3), 2ΔΩ

Τμήμα: Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής Του Ανθρώπου

Σταύρος Π. Γιαννιώτης, Καθηγητής Μηχανικής Τροφίμων

Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΕΣΠΑ 2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

CC BY SA

Μαθησιακοί Στόχοι

- Πτώση του σημείου πήξεως στα τρόφιμα και υπολογισμός του
- Παγωμένο και μη-παγωμένο νερό και υπολογισμός τους
- Φυσικές ιδιότητες κατεψυγμένων τροφίμων
- Υπολογισμός ενθαλπίας κατεψυγμένων τροφίμων
- Υπολογισμός ψυκτικού φορτίου

Λέξεις Κλειδιά

- Αρχικό σημείο πήξεως
- Ενεργότητα νερού κατεψυγμένων τροφίμων
- Μη-παγωμένο νερό
- Ειδική θερμότητα κατεψυγμένων τροφίμων
- Ενθαλπία κατεψυγμένων τροφίμων

Πτώση του Σημείου Πήξεως 1/6

Η προσθήκη μιας διαλυτής ουσίας σε ένα διάλυμα μειώνει την ενεργότητα του νερού και επομένως μειώνει το σημείο πήξεως σύμφωνα με την εξίσωση:

$$\ln a_w = \ln(\gamma_w X_w) = -\frac{18.02\ \Delta H_f}{R}\left(\frac{1}{T_f} - \frac{1}{T_0}\right)$$

όπου:

a_w ενεργότητα του νερού (για ιδανικά διαλύματα $a_w = X_w$)

X_w γραμμομοριακός λόγος του νερού

γ_w συντελεστής ενεργότητας του νερού

ΔH_f λανθάνουσα θερμότητα πήξεως του νερού

T_0 σημείο πήξεως του καθαρού νερού

T_f σημείο πήξεως του διαλύματος ή θερμοκρασία ισορροπίας μεταξύ πάγου και διαλύματος

R παγκόσμιος σταθερά των αερίων

Πτώση του Σημείου Πήξεως 2/6

Για αραιά διαλύματα όπου ο συντελεστής ενεργότητας είναι περίπου ίσος με 1 (για X_w >0,9 $\gamma_w \approx 1$), η προηγούμενη εξίσωση γίνεται:

$$\ln X_w \approx -\frac{18.02\ \Delta H_f}{R}\left(\frac{1}{T_f} - \frac{1}{T_0}\right)$$

Για αραιά διαλύματα ισχύει ότι:

$$-\ln X_w \approx X_s$$

όπου

X_s γραμμομοριακός λόγος της διαλυμένης ουσίας

Πτώση του Σημείου Πήξεως 3/6

Επομένως για ένα αραιό διάλυμα θα έχουμε:

$$T_0 - T_f \approx \frac{RT_0^2}{1000\,\Delta H_f} m = K_f m$$

όπου
m συγκέντρωση διαλυμένης ουσίας, mol/kg διαλύτη
K_f σταθερά, K kg /mol

Επειδή για το νερό T_0=273 K, ΔH_f=333.57 kJ/kg και R=8.314 kJ/kmol K, προκύπτει:

K_f=1.858 K kg/mol

Πτώση του Σημείου Πήξεως 4/6

Παράδειγμα Ι

Να υπολογιστεί το αρχικό σημείο πήξεως άπαχου κρέατος το οποίο έχει 75% νερό (μοριακό κλάσμα νερού περίπου 0.985)

Λύση

Από την εξίσωση

$$\ln X_w \approx -\frac{18.02\ \Delta H_f}{R}\left(\frac{1}{T_f}-\frac{1}{T_0}\right)$$

έχουμε:

$$\ln 0.985 \approx -\frac{18.02*333.57}{8.314}\left(\frac{1}{T_f}-\frac{1}{273}\right)$$

από όπου προκύπτει: T_f=271.4 K

Παρατήρηση

Από την παραπάνω εξίσωση μπορεί να υπολογιστεί το X_w εάν έχει προσδιοριστεί πειραματικά το T_f.

Πτώση του Σημείου Πήξεως 5/6

Παράδειγμα ii

Να υπολογιστεί το σημείο πήξεως διαλύματος με συγκέντρωση 3% σε NaCl.

Λύση

Στο διάλυμα θα έχουμε 30,9 g NaCl/kg νερού. Το μοριακό βάρος του NaCl είναι 58,44 και επομένως θα έχουμε 0,529 mol NaCl στο διάλυμα. Εάν υποθέσουμε πλήρη διάσπαση του NaCl, θα έχουμε 0,529 mol Na^+/kg νερού και 0,529 mol Cl^-/kg νερού.

Επειδή η πτώση του σημείου πήξεως είναι αθροιστική ιδιότητα (colligative property) και επομένως εξαρτάται από τον συνολικό αριθμό 'σωματιδίων' και όχι από το είδος, στον υπολογισμό θα ληφθεί υπ' όψη ο συνολικός αριθμός γραμμομορίων, δηλαδή 0,529+0,529=1,058 mols ιόντων Na^+ και Cl^-.

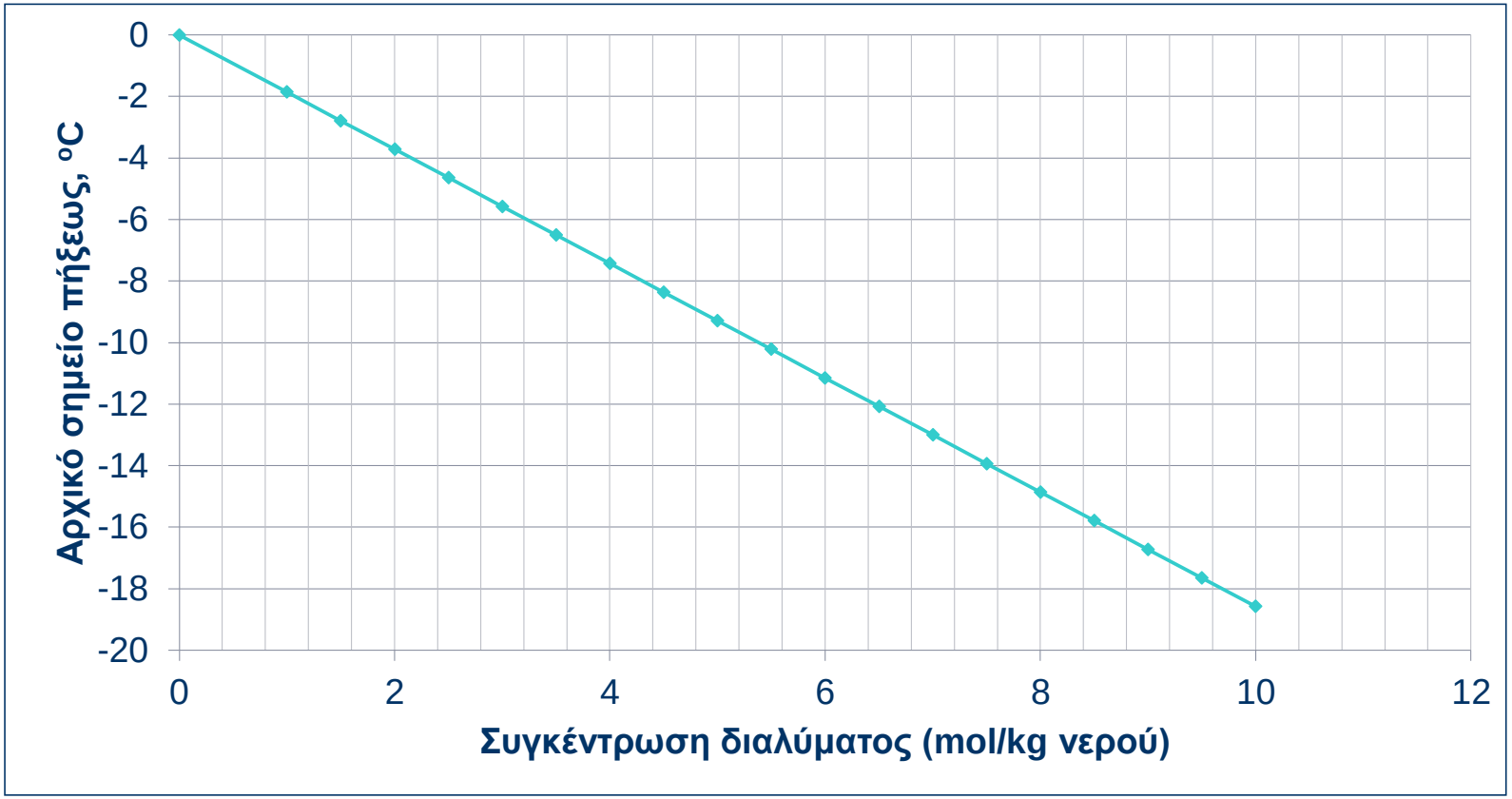
Άρα:

$$\Delta T_f = K_f m = 1.858 \times 1.058 = 1.966\,^{o}C$$

$$T_f = T_0 - \Delta T_f = 0 - 1.966 = -1.966\,^{o}C$$

Πτώση του Σημείου Πήξεως 6/6

Μεταβολή του σημείου πήξεως σε διάλυμα συναρτήσει της συγκέντρωσης.



Αρχικό Σημείο Πήξεως Ορισμένων Τροφίμων

Τρόφιμο	Περιεχόμενο νερό (%)	Αρχικό σημείο πήξεως (ºC)
Λαχανικά	78-92	-0.8 έως -2.8
Φρούτα	87-95	-0.9 έως-2.7
Κρέας	55-70	-1.7 έως -2.2
Ψάρια	65-81	-0.6 έως -2.0
Γάλα	87	-0.5
Αβγά	74	-0.5

Ενεργότητα Νερού

Επειδή

$$\ln a_w = -\frac{18.02\,\Delta H_f}{R}\left(\frac{1}{T}-\frac{1}{T_0}\right) \approx -\frac{18.02\;\Delta H_f\left(T_0 - T\right)}{R\,T_0^2}$$

Προκύπτει ότι :

$$\ln a_w \approx \frac{18.02 * 333.57 * \left(0 - T\right)}{8.314 * 273^2} \approx 0.0097T$$

όπου :

T θερμοκρασία ισορροπίας, ^oC

δηλαδή η ενεργότητα του νερού στα καταψυγμένα τρόφιμα εξαρτάται μόνο από τη θερμοκρασία του προϊόντος.

Ελεύθερο και Δεσμευμένο Νερό

<u>Όλο το νερό στα τρόφιμα δεν παγώνει</u>

Κατεψυγμένο νερό στους -20ºC

Κρέας από αρνί =88%

Ψάρι=91%

Αβγά=93%

Μη- Παγωμένο Νερό 1/5

Από τα προηγούμενα προκύπτει ότι το ποσοστό του νερού που παραμένει στην υγρή φάση (που δεν έχει καταψυχθεί) σε ένα καταψυγμένο τρόφιμο μπορεί να υπολογιστεί κατά προσέγγιση από τη σχέση:

$$\ln X_w \approx -\frac{18.02\ \Delta H_f}{R}\left(\frac{1}{T_f} - \frac{1}{T_0}\right)$$

όπου :

X_w γραμμομοριακός λόγος του νερού στο διάλυμα που παραμένει στην υγρή φάση στο τρόφιμο
ΔH_f λανθάνουσα θερμότητα πήξης του νερού
T_o σημείο πήξεως του καθαρού νερού, K
T σημείο πήξεως του τροφίμου, K
R παγκόσμια σταθερά των αερίων (8.314 kJ/kmol K)

Μη- Παγωμένο Νερό 2/5

Παράδειγμα

Να υπολογιστεί το ποσοστό νερού που θα έχει παγώσει σε αρακά στους -5ºC εάν η περιεχόμενη υγρασία είναι 77% και το αρχικό σημείο πήξεως είναι -1ºC.

Λύση

Το μοριακό κλάσμα του νερού στον αρακά στους -1ºC μπορεί να υπολογιστεί από την εξίσωση:

$$\ln X_w \approx -\frac{18.02\,\Delta H_f}{R}\left(\frac{1}{T_f}-\frac{1}{T_0}\right) \approx -\frac{18.02*333.57}{8.314}\left(\frac{1}{272}-\frac{1}{273}\right) \approx -0.0097$$

Από όπου προκύπτει: $X_w \approx 0.99$

Μη- Παγωμένο Νερό 3/5

Το μέσο μοριακό βάρος (M_S) των υπολοίπων συστατικών θα είναι :

$$\frac{0.77/18.02}{0.77/18.02 + 0.23/M_S} = 0.99 \quad \Rightarrow \quad M_S = 550.7$$

Το μοριακό κλάσμα του νερού που δεν θα έχει παγώσει στους -5ºC, θα είναι:

$$\ln X_w \approx -\frac{18.02\,\Delta H_f}{R}\left(\frac{1}{T_f} - \frac{1}{T_0}\right) \approx -\frac{18.02 * 333.57}{8.314}\left(\frac{1}{268} - \frac{1}{273}\right) \approx -0.049$$

Από όπου προκύπτει: $X_w \approx 0.952$

Μη- Παγωμένο Νερό 4/5

Το οποίο αντιστοιχεί σε κλάσμα μάζας νερού (x_w):

$$X_w = \frac{m_w / 18.02}{m_w / 18.02 + 0.23 / 550.7} = 0.952 \quad \Rightarrow \quad m_w = 0.149$$

δηλαδή το διάλυμα που παραμένει στο προϊόν χωρίς να έχει παγώσει περιέχει 14.9% νερό.

Το ποσοστό του νερού που θα έχει παγώσει στους -5ºC, θα είναι:

$$\frac{0.77 - 0.149}{0.77} = 0.807$$

Δηλαδή το 80.7% του νερού που περιέχει το τρόφιμο θα έχει παγώσει στους -5ºC.

Παγωμένο Νερό

Το ποσοστό του πάγου που έχει σχηματιστεί σε ένα καταψυγμένο τρόφιμο μπορεί να υπολογιστεί και από τη σχέση:

$$x_I = \left(x_{wo} - Bx_s\right)\left(\frac{T_{if} - T}{T_o - T}\right)$$

όπου :

x_I λόγος μάζας του πάγου
x_{wo} λόγος μάζας του αρχικού νερού
x_s λόγος μάζας των στερεών
B=b-0.5E
b σταθερά τροφίμου, kg δεσμευμένου νερού/kg διαλυμένης ουσίας
$E=18.02/M_s$
M_s μέσο μοριακό βάρος των διαλυμένων ουσιών
T_o σημείο πήξεως του καθαρού νερού, ^oC
T_{if} αρχικό σημείο πήξεως του τροφίμου, ^oC
T θερμοκρασία του καταψυγμένου τροφίμου, ^oC

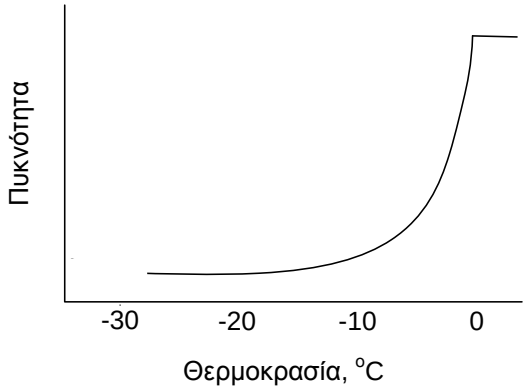
Μη- Παγωμένο Νερό 5/5

Από την προηγούμενη σχέση μπορεί να υπολογιστεί και ο λόγος μάζας του μη-παγωμένου νερού x_w , δοθέντος ότι:

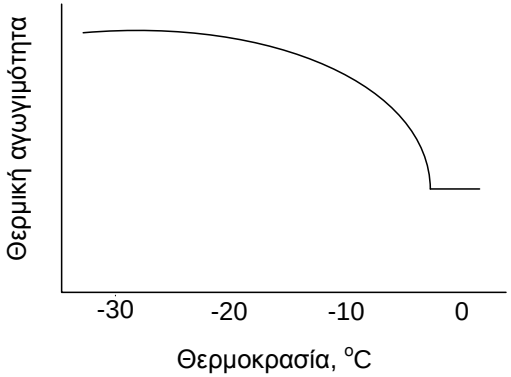
$$x_{wo} = x_w + x_I$$

Μεταβολή των Φυσικών Ιδιοτήτων κατά την Κατάψυξη

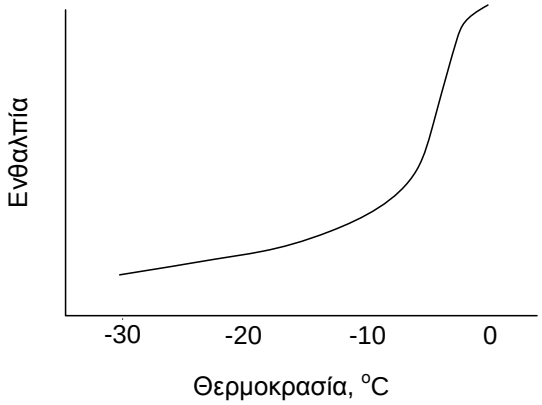
Πυκνότητα



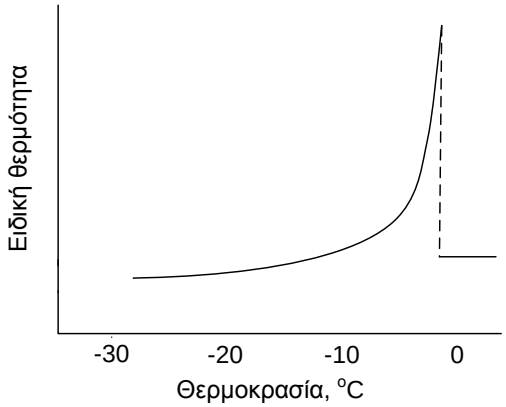
Θερμική αγωγιμότητα



Ενθαλπία



Ειδική θερμότητα



Ειδική Θερμότητα

Ειδική θερμότητα ενός καταψυγμένου τροφίμου μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση (Εξίσωση Schwartzberg)

$$c = c_F + \frac{(x_{wo} - Bx_s)(T_0 - T_{if})\Delta H_{f0}}{(T_0 - T)^2}$$

με $$c_F = x_s c_s + (x_{wo} - Bx_s)c_I + Bx_s c_w$$

όπου :

c_F ειδική θερμότητα του πλήρως κατεψυγμένου τροφίμου
c_I ειδική θερμότητα του πάγου
c_s ειδική θερμότητα των στερεών
c_w ειδική θερμότητα του νερού
ΔH_{f0} λανθάνουσα θερμότητα πήξεως του νερού στους 0 ^oC

Ενθαλπία 1/8

Η ενθαλπία ενός καταψυγμένου τροφίμου μπορεί να υπολογιστεί με ολοκλήρωση από T μέχρι T_R της σχέσης

$$dH = c\,dT$$

από όπου προκύπτει:

$$H = (T - T_R)\left[c_F + \frac{(x_{wo} - Bx_s)\Delta H_{f0}}{T_0 - T_R}\left(\frac{T_0 - T_{if}}{T_0 - T}\right)\right]$$

όπου :

T_R θερμοκρασία αναφοράς

Ενθαλπία 2/8

Η ενθαλπία ενός καταψυγμένου τροφίμου μπορεί επίσης να υπολογιστεί και ως το άθροισμα της ενθαλπίας των επί μέρους συστατικών, δηλαδή στερεών, νερού και πάγου.

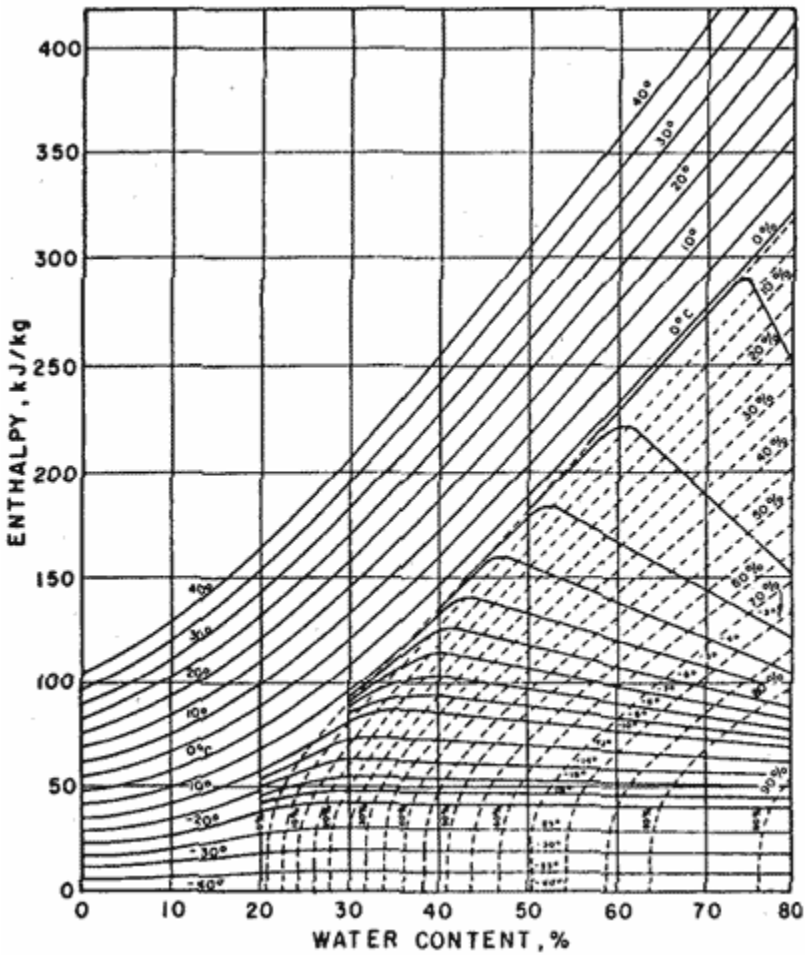
$$H = x_s H_s + x_w H_w + x_I H_I =$$

$$= x_s c_s (T - T_R) + x_w c_w (T - T_R) + x_I c_I (T - T_R) + x_I \Delta H_f$$

Ενθαλπία 3/8

Η ενθαλπία μπορεί να υπολογιστεί και από το διάγραμμα Riedel.
Ως θερμοκρασία αναφοράς έχει χρησιμοποιηθεί η T_R=-40ºC

Διάγραμμα Riedel για κρέας



Ενθαλπία 4/8

Παράδειγμα

Να υπολογιστεί η ενθαλπία κρέατος στους -18°C και στους 5°C εάν η περιεχόμενη υγρασία του κρέατος είναι 71.7%, το αρχικό σημείο πήξεως -1.7^{o}C, η ειδική θερμότητα του νωπού κρέατος είναι 3.08 kJ/kg^{o}C, του πλήρως καταψυγμένου κρέατος 1.5 kJ/kg^{o}C, των στερεών 1.25 kJ/kg^{o}C και του πάγου 2.0 kJ/kg^{o}C, ενώ το μέσο μοριακό βάρος των στερεών είναι 427 και η σταθερά b για το κρέας είναι 0.32 kg νερό/kg στερεών.

Λύση

Έχουμε ότι:

1) Λύση με την εξίσωση Schwartzberg

$$B = b - 0.5E = b - 0.5\frac{18.02}{M_s} = 0.32 - 0.5\frac{18.02}{427} = 0.299$$

Ενθαλπία 5/8

Παίρνοντας ως θερμοκρασία αναφοράς τους -40ºC και αντικαθιστώντας τα γνωστά μεγέθη στην εξίσωση Schwartzberg

$$H = (T - T_R)\left[c_F + \frac{(x_{wo} - Bx_s)\Delta H_{f0}}{T_0 - T_R}\left(\frac{T_0 - T_{if}}{T_0 - T}\right)\right]$$

Η ενθαλπία στους -40ºC θα είναι:

$$H = (-18 - (-40))\left[1.5 + \frac{(0.717 - 0.299 * 0.283) * 333.57}{0 - (-40)}\left(\frac{0 - (-1.7)}{0 - (-18)}\right)\right] = 43.9\,kJ/kg$$

Στο διάγραμμα Riedel η ενθαλπία στους -18ºC δίνεται ίση με 44.2 kJ/kg

Ενθαλπία 6/8

Η ενθαλπία στους 5°C σε σχέση με τους -40°C θα είναι ίση με το άθροισμα της ενθαλπίας από τους -40°C έως το αρχικό σημείο πήξεως (στους -1.7^{o}C) και της αισθητής θερμότητας από το αρχικό σημείο πήξεως έως τους 5°C :

Η ενθαλπία στο αρχικό σημείο πήξεως (στους -1.7^{o}C) είναι:

$$H = (-1.7-(-40))\left[1.5+\frac{(0.717-0.299*0.283)*333.57}{0-(-40)}\left(\frac{0-(-1.7)}{0-(-1.7)}\right)\right] = 259.4\,kJ/kg$$

Η ενθαλπία από το αρχικό σημείο πήξεως έως τους 5°C είναι:

$$H = c(T-T_{if}) = 3.08*(5-(-1.7)) = 20.6\,kJ/kg$$

Επομένως η ενθαλπία από το αρχικό σημείο πήξεως έως τους -40°C είναι:

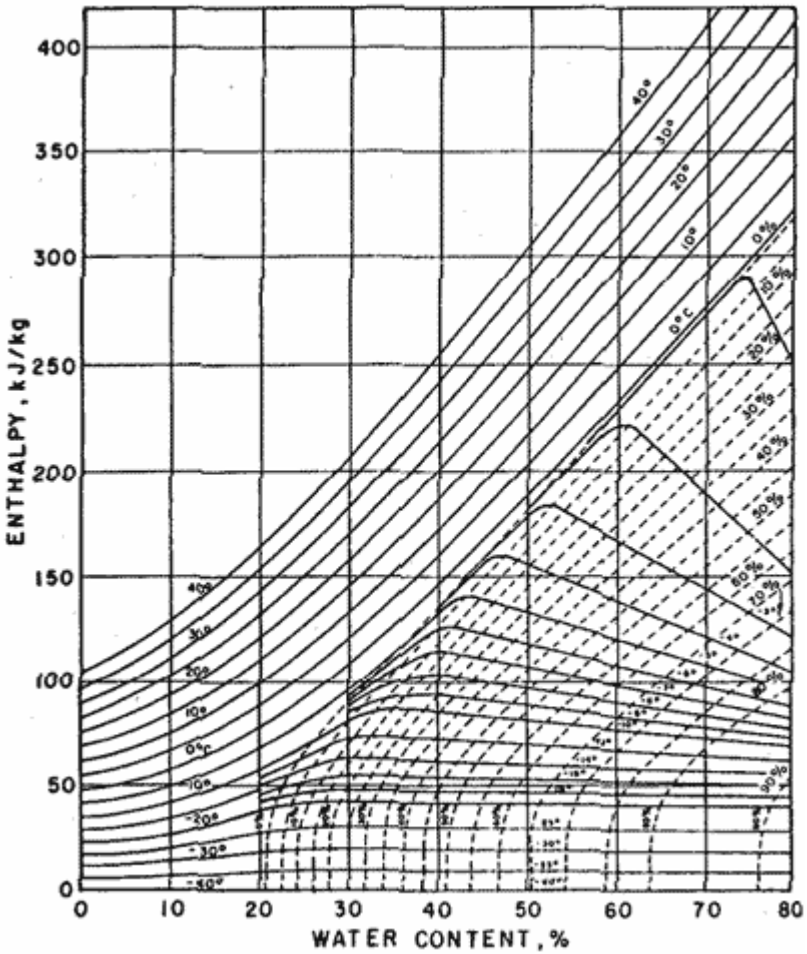
$$H = 259.4 + 20.6 = 280\,kJ/kg$$

Ενθαλπία 7/8

2) Λύση με το διάγραμμα Riedel

Στο διάγραμμα Riedel η ενθαλπία δίνεται:
-στους -18ºC περίπου ίση με 45 kJ/kg
-στους 5ºC περίπου ίση με 300 kJ/kg

Διάγραμμα Riedel για κρέας



Ενθαλπία 8/8

Επομένως για να καταψυχθεί 1 kg κρέας από τους 5° C στους -40°C πρέπει να απομακρυνθούν :

280-43.9=236.1 kJ (σύμφωνα με τους υπολογισμούς με την εξίσωση Schwartzberg)
ή 300-45=255 kJ (σύμφωνα με τους υπολογισμούς χρησιμοποιώντας το διάγραμμα Riedel)

Ψυκτικό Φορτίο 1/4

Το ψυκτικό φορτίο αναφέρεται στη συνολική ποσότητα θερμότητας που πρέπει να απομακρύνει το ψυκτικό σύστημα από τον ψυχόμενο χώρο στη μονάδα του χρόνου. Περιλαμβάνει:

- Τη θερμότητα που εισέρχεται στο χώρο από τα τοιχώματα
- Το θερμικό φορτίο από τα τρόφιμα (ποσότητα, αρχική θερμοκρασία, τελική θερμοκρασία, θερμότητα αναπνοής)
- Διάφορες άλλες πηγές (φώτα, ηλεκτροκινητήρες, συχνότητα που ανοίγουν οι πόρτες, εργαζόμενους και περονοφόρα οχήματα που τυχόν λειτουργούν μέσα σε ένα ψυκτικό θάλαμο κλπ)

Ψυκτικό Φορτίο 2/4

Παράδειγμα

Σε ένα ψυκτικό θάλαμο τοποθετούνται 1000 kg ενός λαχανικού με αρχική θερμοκρασία 20 ^{o}C τα οποία πρέπει να ψυχθούν στους 3°C σε διάστημα 2 ωρών. Να υπολογιστεί το ψυκτικό φορτίο του ψυκτικού μηχανήματος εάν η ειδική θερμότητα των λαχανικών είναι 4 kJ/kg^{o}C, η θερμότητα αναπνοής τους είναι 30x10-3 W/kg, η επιφάνεια των τοιχωμάτων του θαλάμου είναι 150 m^2, ο ολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας των τοιχωμάτων είναι 0.5 W/m^2 ^{o}C και η εξωτερική θερμοκρασία είναι 25°C.

Ψυκτικό Φορτίο 3/4

Λύση

Το ψυκτικό φορτίο θα περιλαμβάνει:

1) Την αισθητή θερμότητα

$$q = mc_p \Delta T = 1000 * 4 * (20 - 3) = 68000\,\text{kJ}$$

2) Τη θερμότητα αναπνοής

$$q_R = m\,q\,t = 1000 * 30x10^{-3} * 3 * 3600 = 324000\ \text{J} = 324\,\text{kJ}$$

Ψυκτικό Φορτίο 4/4

3) Τις απώλειες θερμότητας

$$q_L = AU\Delta T\, t = 100*0.0005*(25-1)*3*3600 = 6480000\,J = 6480\,kJ$$

Συνολικό φορτίο

$$q = q_A + q_R + q_L = 68000 + 324 + 6480 = 74804\,kJ$$

Ψυκτική ισχύς

$$\frac{q}{t} = \frac{74804}{3*3600} = 6.93\ kW$$

Βιβλιογραφία

- Σ. Γιαννιώτη, Παραδόσεις Μηχανικής Τροφίμων
- S. Yanniotis, Solving Problems in Food Engineering, Springer
- P.R.Singh & D.R. Heldman, Introduction to Food Engineering, Academic Press

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.

- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδεια χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.

Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

ΕΣΠΑ 2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου, Στάυρος Π. Γιαννιώτης. «Βασικές Διεργασίες Μηχανικής Τροφίμων». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: https://mediasrv.aua.gr/eclass/courses/OCDFSHN108/

Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων, π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».

Η άδεια αυτή ανήκει στις άδειες που ακολουθούν τις προδιαγραφές του Ορισμού Ανοικτής Γνώσης [2], είναι ανοικτό πολιτιστικό έργο [3] και για το λόγο αυτό αποτελεί ανοικτό περιεχόμενο [4].

[1] http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/

[2] http://opendefinition.org/okd/ellinika/

[3] http://freedomdefined.org/Definition/El

[4] http://opendefinition.org/buttons/

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.