



TÁMOP-4.1.1.F-14/1/KONV-2015-0006

Anyagátadási – HŰTÉS ÉS FAGYASZTÁS

SZÉCHENYI 2020 



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

a hűtésen alapuló élelmiszertartósítás

a molekulák mozgékonyága és azt abból következő kémiai reakciók és biológiai folyamatok jelentősen lelassulnak alacsony hőmérsékleten.

- Az alacsony hőmérséklet gyakorlatilag nem öli meg a mikrobákat
- DE
- Lecsökkentik az aktivitásukat

Lecsökkentett aktivitás:

- A hűtés késlelteti a romlást de a termék kezdeti minősége az igazi kérdés
- Hűtés nem állandó tartósítás
- A fagyasztott élelmiszerek eltarthatósága a tárolási hőmérséklettől függ.
- Hűtőlánc fontossága

A hűtés története

- Természetes jég, hó, hideg helyek
- 1748 Cullen: éter vakuum bepárlásának bemutatása
- 1805 Evens: első kompressziós rendszer
- 1834 Perkins: javított kompressziós berendezés
- 1842 Gorrie: betegszobák hűtésére történő alkalmazás
- 1856 Twinning: első kereskedelmi alkalmazás
- 1859 Carre: első ammoniaával működő berendezés
- 1873 Linde: első ipari sörhűtő
- 1918 Első háztartási hűtőszekrény
- 1920 légkondicionálás
- 1938 Fagyasztott élelmiszerek gyártása
- 1974 Ózonréteg pusztulásának detektálása

Hűtés

- 0 – 8 °C

Alkalmazási terület

- zsír-, vajkeményítés
- légkondicionálás

Fagyasztás

- – 18 °C alatt

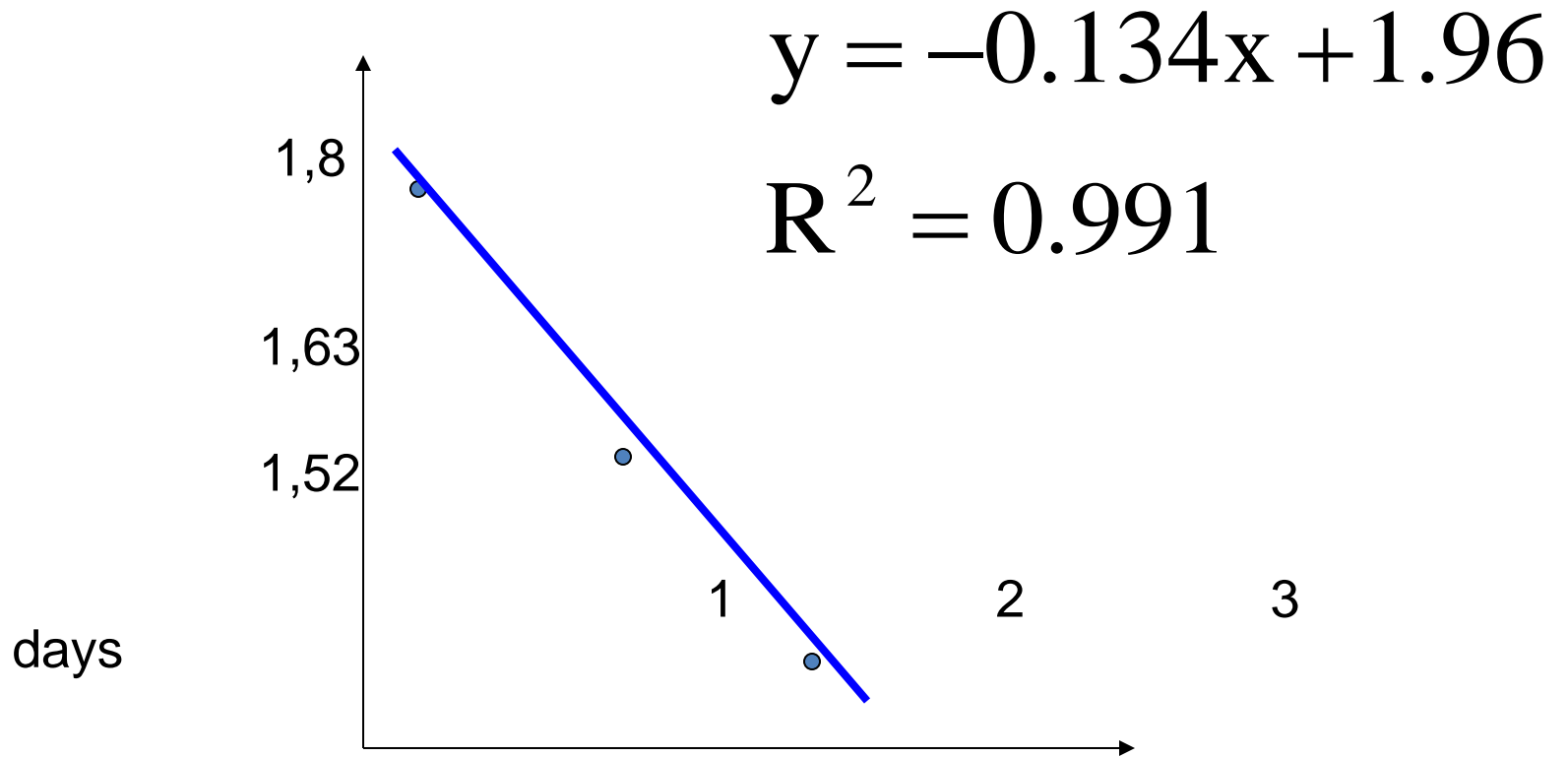
- kriokoncentráció,
- fagyasztva szárítás

Példa

A C vitamin %-os bomlása a spenótban hűtve tárolás alatt (2-3 °C) egy nap után 37 % , 2 nap után 56 % , 3 nap után pedig 66 % .

Ez a bomlás leírható-e az elsőrendű kinetikai modellel?

Ha az elsőrendű modell alkalmazható, akkor lineáris összefüggést kapunk a $\log c/c_0$ és az idő kapcsolatára.



Példa

Többrétegű papírdobozba csomagolják az aszeptikus narancslevet. A csomagolás pillanatában a juice 100 g-ja minimum 50 mg C vitamint tartalmaz. A címkén feltüntetett vitamintartalom 40 mg/ 100 g. Mi lehet a maximális tárolási hőmérséklet, ha a terméknek meg kell felelnie a 180 napos eltarthatósági időnek?

Tegyük fel, hogy a vitaminbomlás elsőrendű reakció modell szerint zajlik. A reakció seb.állandó: $k=0.00441 \text{ 1/nap}$ és az aktiválási energia $E=70000 \text{ kJ/kmol}$ 27 °C-on.

Megoldás

Legyen c a vitamin koncentrációja a juiceben.

$$\ln \frac{c}{c_0} = -kt$$

- Elsőrendű reakciónál t idő alatt bekövetkező koncentráció változás:

$$\ln \frac{c}{c_0} = \ln \frac{40}{50} = -k_2 t = -k_2 \cdot 180$$

az ismeretlen tárolási hőmérsékleten legyen a reakc.seb.állandó: k_1

$$k_2 = 0.00124$$

A hőmérsékletek és a reakc.seb állandók közötti összefüggés:

$$\ln \frac{k_1}{k_2} = \frac{E}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\ln \frac{0.00441}{0.00124} = \frac{70000}{8.314} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{273 + 27} \right)$$

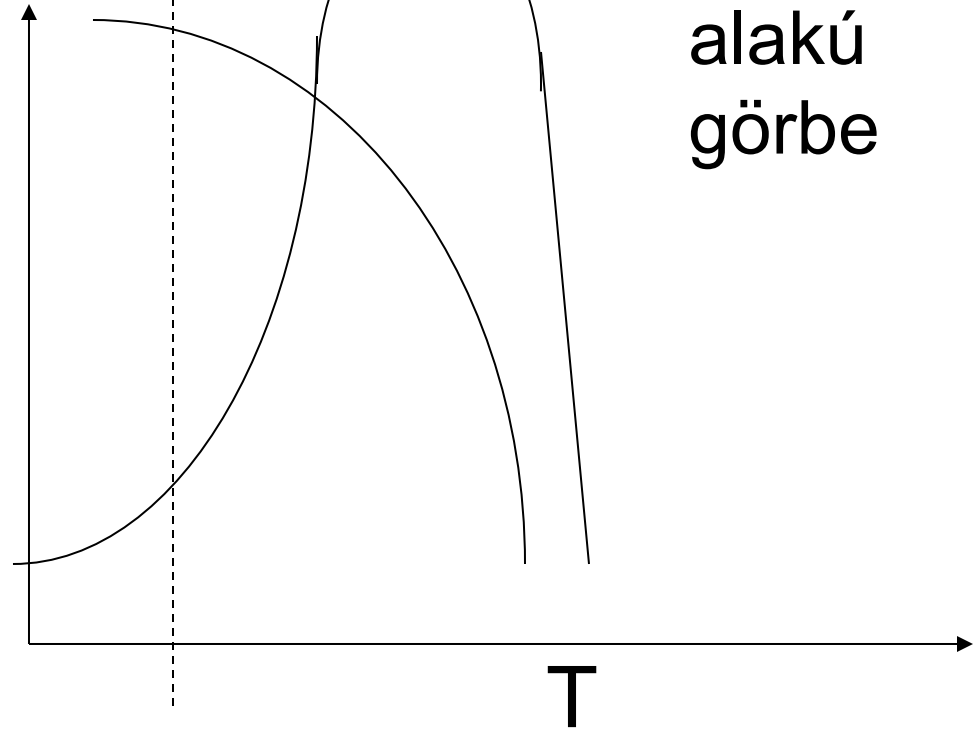
$$T_2 = 287\text{K} = 14^\circ\text{C}$$

alacsony hőmérséklet hatása az enzim romlásra.

A hőmérséklet hatása az enzim aktivitásra

A hőmérséklet hatása az enzim stabilitásra

Parabola alakú görbe



hűtés

A harang görbe két szimultán és ellentétes hatás eredménye, mindkettőt csökkenti az alacsony hőmérséklet.

- Enzim katalizált reakció
- Enzim inaktiválása a hővel

- Az enzimaktivitás nem szűnik meg - balansirozás



Alacsony hőmérséklet hatása biológiailag aktív szövetekre

Post harvest légzés (cukortart.csökkenés, oxigén fogyasztás)

A szövetek légzése 2x v. 4x-re emelkedik minden 10 °C hőmérséklet növekedés hatására.

A légzési sebességben mutatkozó különbségek :
magas érték: avocado, spárga, karfiol, bogyósok

közepes érték: banan, sárgabarack, szilva, sárgarépa, káposzta, paradicsom ,

alacsony érték: citrus, alma, szőlő, burgonya

Szabályozott légtér

A zöldségek és gyümölcsök és virágok légzése szabályozható

- ❖ hőmérséklet
- ❖ szabályozott légtér
- ❖ nedvesség tartalom

termék	hőmérséklet	O ₂	CO ₂
Pineapple	10-15	5	10
Lemon	10-15	0	0-10
Mango	10-15	5	5
Papaya	10-15	5	10

Az alacsony hőmérséklet hatása a fizikai tulajdonságokra

- viszkozitás nő
- Oldékonyság csökken, kristályosodást eredményezhet v. kicsapást, zavarosodást, (sör)
- Szénhidrát anyagok keményedése, gumisodása, üvegesedése
- Zsírok keményedése
- Kolloid rendszerek bomlása,

Fagyasztás

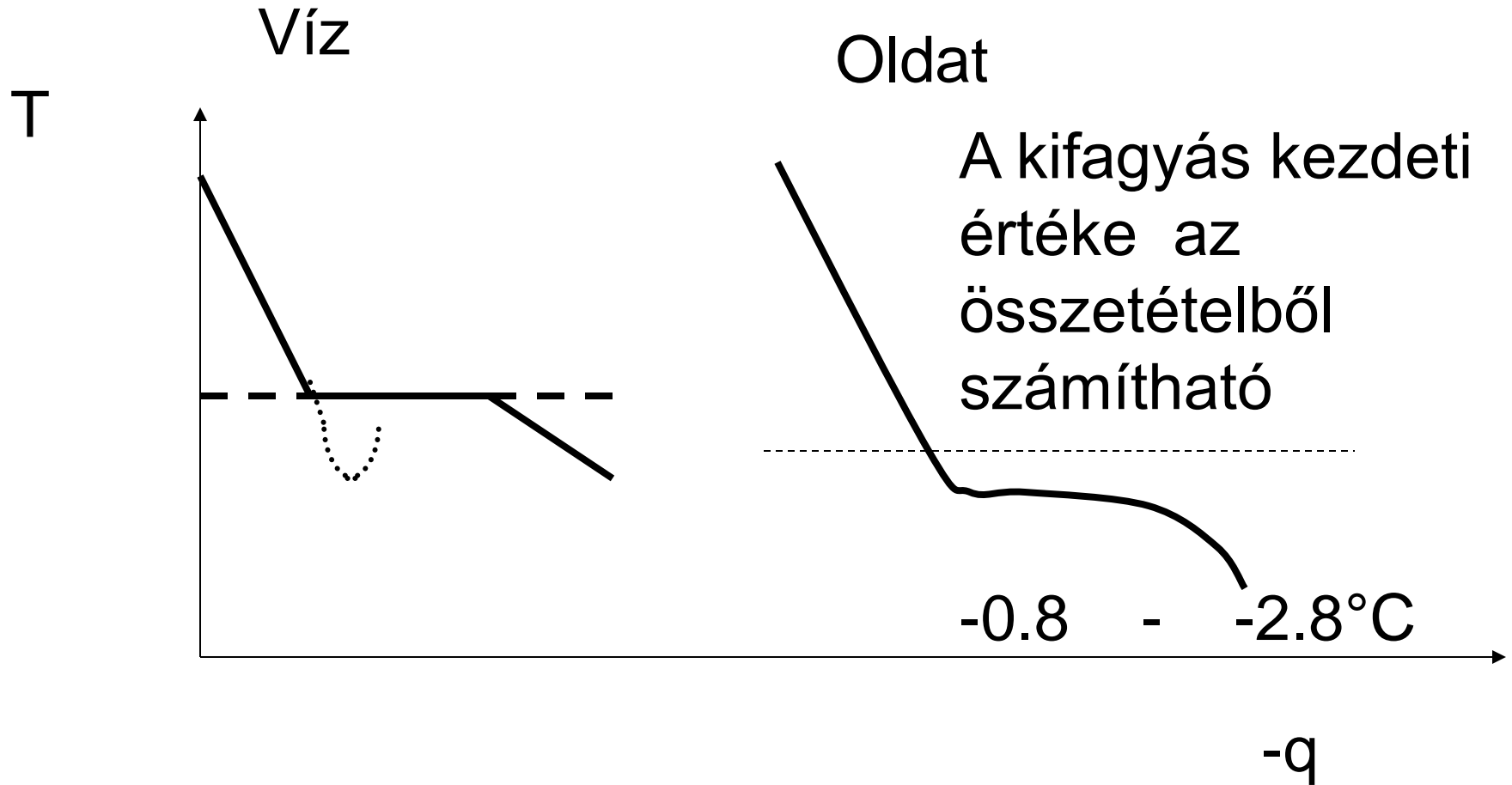
Leginkább elterjedt ipari tartósítási eljárás
Hűtésből a fagyasztásba történő átmenet nem csupán folyamatos változás.

A fagyasztás egy éles diszkontinuitási pontot jelent: – a víz jégkristályok formájában kiválnak és a visszamaradt vízben koncentrálnak az oldott anyagok.

A fagyasztva konc.gyorsíthatja a reakciókat: fehérje denaturáció, gyorsítja a lipidek oxidációját, lebomlik az élelmiszerek kolloidszerkeze

A gyorsfagyasztás csökkenti a jégkristályok roncsoló hatását a szövetekben

Fázis átmenet, fagyáspont



túlhűtés

Példa

- Számítsuk ki a kezdeti fagyáspont értékét egy 12 Bx-os narnacslének és egy 48Bx-os narancslének. Ezek az oldatok glükózra nézve 12 % and 48 % w/w. (MW=180)

Oldatok fagyáspontja az az érték, ahol a gőznyomás értékük egyenlő a tiszta jég fölött mért gőznyomás értékkel.

Ideális állapotot feltételezve: az oldatok gőznyomása $p = x_w p_0$ (x_w - a víz móltörtje, p_0 tiszta víz gőznyomása).

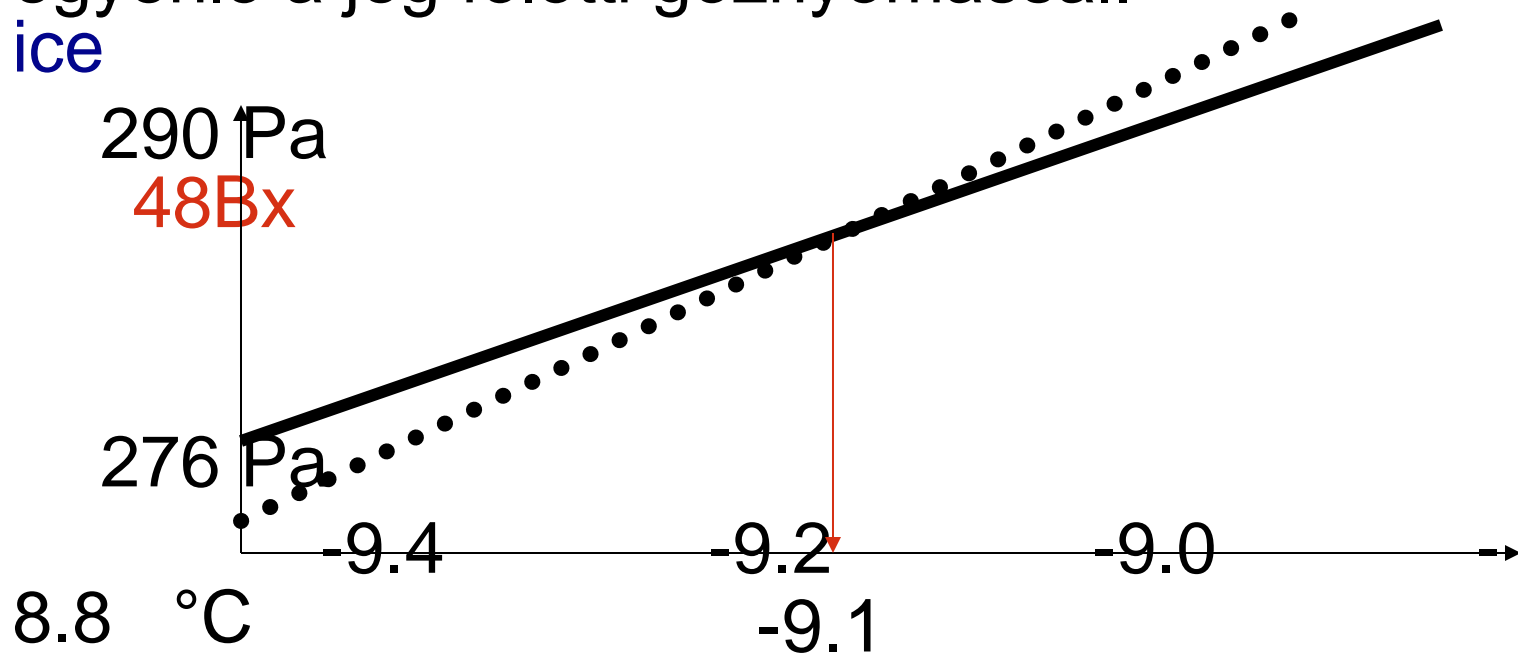
$$x_w = \frac{100 - 12}{\frac{18}{100 - 12} + 12} = 0.987$$

$$x_w = \frac{100 - 48}{\frac{18}{100 - 48} + 48} = 0.915$$

A víz és a jég gőznyomás értékei különböző hőmérsékleteken táblázatból kereshető ki.

Minden oldat gőznyomása különb.hőmérs.számítható a tiszta víz adatiból és abból a hőmérsékletből ahol gőznyomásuk egyenlő a jég fölötti gőznyomással.

ice



Fagyasztás kinetikája, fagyasztási idő

A fagyasztás sebessége nagymértékben befolyásolja a minőséget.

A fagyasztás időtrátama nyilvánvalóan gazdaságilag fontos kérdés.a hőára

a fagyasztási felületről a fagyasztó közeg felé irányuló hőáram tehát egyenelő azzal az eltávolított hőmennyiséggel, ami a jég kristályosodásra fordítódik.

q –eltávozó hőáram

A – hőátadó felület

L – fagyáshő

Z - fagyasztott réteg vastagsága

α - hőátadási együttható

T_a -hűtőközeg hőmérs.

T_f - fagyáspont

$$q = A\rho L \frac{dz}{dt} = A \frac{1}{\alpha + \frac{z}{\lambda}} (T_f - T_a)$$

Átrendezve és integrálva megkapjuk a z réteg fagyasztásához szükséges időt.

PLANK egyenlet végtelen kiterj.testekre:

$$t = \frac{\rho L}{T_f - T_a} \left(\frac{z}{\alpha} + \frac{z^2}{2\lambda} \right)$$

Egyéb geometriai formákra:

$$t = \frac{\rho L}{T_f - T_a} \left(\frac{d}{Q\alpha} + \frac{d^2}{P\lambda} \right)$$

D vastagságú síklapoknál, ha mindkét
oldalról hűlnek: $Q=2$, $P=8$

D átmérőjű hengenél: $Q=4$, $P=716$

D átmérőjű gömbnél. $Q=6$, $P=24$

Plank egyenlet csak megközelítő – a valóságban:

- Más érzékelhető hatásokkal is kell számolnunk: a jég tovább-hűlése, a nem-víz összetevők fagypont alá hűlése.
- Nincs éles fagyáspont az élelmiszereknél, csak egy átlagérték.
- L a látens hő, az élelmiszer fagyáshője, nem a tiszta vízé, vagyis erősen függ az összetételtől.
- Zsírtartalmú élelmiszereknél, amennyiben a feldolg.során a zsír megszilárdul, annak a hőjét is figyelembe kell venni. (Zsír kristályosítási hő)

példa

5 cm vastag halfilé darabokat fagyasztunk.

a) Állapítsuk meg a teljes fagyasztáshoz szükséges időt

Adatok: fagyasztó felület hőmérséklete: $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$ -állandó

Átlagos fagyási hőmérséklet: $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$

Sűrűség: 1100 kg/m^3

Víztartalom: 70 % m/m

Fagyasztott hal hővezetőképessége: 1.7 W/mK

Fagyasztási hő 334 kJ/kg

Senzibilis hő és hőveszteség elhanyagolható. Tétélezzünk fel tökéletes érintkezést a hús és a fagyasztó felület között.

a

$$t = \frac{\rho L}{T_f - T_a} \left(\frac{d}{Q} + \frac{d^2}{\alpha \lambda} \right) \quad Q=2, P=8$$

$$t = \frac{1100 \cdot 33400}{-5 - (-28)} \left(\frac{0.05^2}{8 \cdot 1.7} \right) = 0.57\text{h}$$

Fagyasztási idő 0.57 óra

b. Mekkora lesz a fagyasztási idő, ha a hús kartondobozokba van csomagolva.

A karton vastagsága: 1.2 mm és a hővezetési tényező: 0.08 W/mK

A felület hőtranszporttal szembeni ellenállása ezúttal nem zéro, hanem a z vastag csomagolás hőellenállásával

egyezik meg.

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{z}{\lambda} = \frac{1.2 \cdot 10^{-3}}{0.08} = 0.015$$

$$\alpha = 6.7$$

$$t = \frac{1100 \cdot 33400 \cdot 0.7}{-5 - (-28)} \left(\frac{0.05}{66.7} + \frac{0.05^2}{8 \cdot 1.7} \right) = 2.9\text{h}$$

Példa

4 cm átmérőjű húsgolyókat fagyasztunk - 40°C –os hideg levegővel. A konvekciós hőátadási együttható $\alpha=10 \text{ W/m}^2\text{K}$

Minden más adat megegyezik az előző példában megadottakkal.

- a) Számítsuk ki a fagyasztáshoz szükséges időt.
- b) Számítsuk ki a fagyasztási időt, ha levegő áramlása lamináris ($\alpha=1 \text{ W/m}^2\text{K}$), ill. ha erősen turbulens ($\alpha=100 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- c) Számítsuk ki a fagyasztási időt mindhárom esetben ha a húsgolyók átmérője 1 cm.

a)

- Plank egyenlet a gömbökhöz:

$$t = \frac{\rho \lambda}{T_f - T_a} \left(\frac{d}{6h} + \frac{d^2}{24k} \right)$$

$$t = \frac{1100 \cdot 33400 \cdot 0.7}{-5 - (-28)} \left(\frac{0.05}{66.7} + \frac{0.05^2}{8 \cdot 1.7} \right) = 2.9\text{h}$$

$$t = \frac{1100 \cdot 33400 \cdot 0.7}{-5 - (-28)} \left(\frac{0.04}{6 \cdot 10} + \frac{0.04^2}{24 \cdot 1.7} \right) = 789\text{s}$$

b)

- Nagyon lassú
áramlásnál

$$t = \frac{1100 \cdot 33400 \cdot 0.7}{-5 - (-28)} \left(\frac{0.04}{6 \cdot 1} + \frac{0.04^2}{24 \cdot 1.7} \right) = 7503\text{s}$$

- Turbulens áramlásnál

$$t = \frac{1100 \cdot 33400 \cdot 0.7}{-5 - (-28)} \left(\frac{0.04}{6 \cdot 100} + \frac{0.04^2}{24 \cdot 1.7} \right) = 118.5\text{s}$$

c)

Kis húsgolyóknál, közepes
áramlási sebességnél

$$t = \frac{1100 \cdot 33400 \cdot 0.7}{-5 - (-28)} \left(\frac{0.01}{6 \cdot 10} + \frac{0.01^2}{24 \cdot 1.7} \right) = 189\text{s}$$

Kis áramlási sebességnél

$$t = \frac{1100 \cdot 33400 \cdot 0.7}{-5 - (-28)} \left(\frac{0.01}{6 \cdot 1} + \frac{0.01^2}{24 \cdot 1.7} \right) = 1867\text{s}$$

Nagy áramlási sebességnél

$$t = \frac{1100 \cdot 33400 \cdot 0.7}{-5 - (-28)} \left(\frac{0.01}{6 \cdot 100} + \frac{0.01^2}{24 \cdot 1.7} \right) = 21.5\text{s}$$

A fagyasztás és a fagyasztva tárolás hatása a minőségre

- A fagyasztás a legjobb tartosítási eljárás a minőség megőrzése szempontjából.
- A táplálkozási érték, az íz, a szín igen kismértékben változik.
- A szöveti szerkezet a legfontosabb minőségi tényező, amire a fagyasztás nem hat előnyösen.

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

SZÉCHENYI  2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE