

**Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei**

**HÚSTERMÉKEK HŐKEZELÉSÉNEK TERVEZÉSE**

Eszes Ferenc

Témavezető: Dr. Győri Zoltán



**DEBRECENI EGYETEM**

Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és Élelmiszertudományok  
Doktori Iskola

Debrecen, 2010

## 1. A kutatás célkitűzései

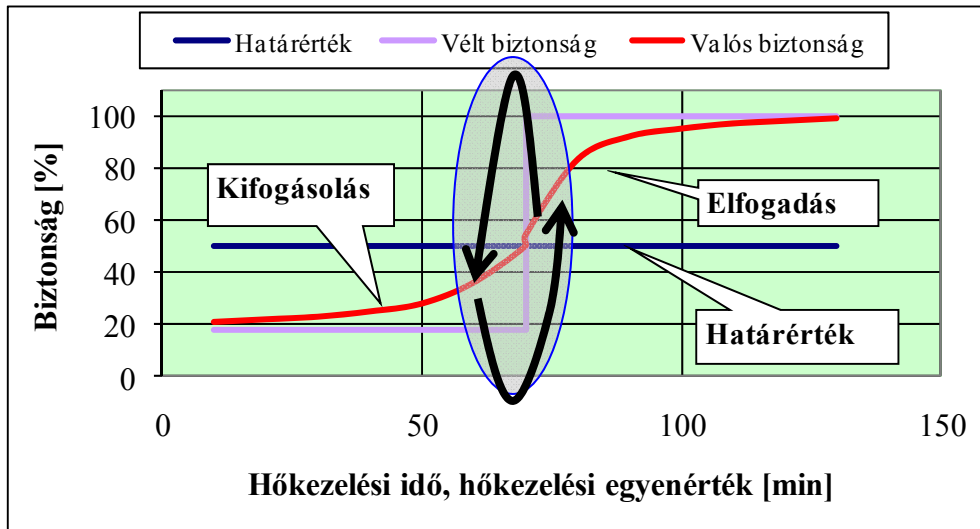
A doktori cselekmény tárgyául választott témakör vizsgálatát az indokolja, hogy a hőkezelés mindennapi tevékenység a húsipari vállalatoknál, a gyártási folyamatban sokszor ez a szűk keresztmetszet. Az egyre nagyobb kapacitású berendezésekben, egyre hosszabb eltarthatóságú termékeket kívánunk előállítani, sőt a gyártott mennyiségeket egyre messzebb szállítjuk. Így a nem megfelelő hőkezelés komoly gazdasági károkat és élelmiszerbiztonsági kockázatokat jelenthetnek. Így a következő célokat tűztem ki:

- Az iparvállalatnál nyerhető adatok felhasználása a tervezéshez szükséges paraméterek meghatározásához. Az eljárás pontossága és megbízhatósága
- A különböző hőkezelési módok és programok komplex értékelése a modern követelmények szerint
- A hőkezelés ellenőrzési elvek érvényre jutása és egymáshoz való viszonya
- A hőkezelés mértékét befolyásoló paraméterek súlyozása
- A hőtani paraméterek hibájának befolyása a hőkezelt termék mértékére és a késztermék minőségére.

## 2. A kutatás előzményei

A kutatást tulajdonképpen három ok indította el. Az első, hogy az üzemekben végzett mérések során sok problémával találkoztam a hőkezeléssel kapcsolatban, pl. minőségi problémák, ISO rendszerek bevezetése (rendellenes folyamatok és hibák helyesbítő intézkedései), gazdaságosság-kapacitás problémák, energiafelhasználás. A második, hogy az elméleti háttér megalapozottsága ellenére, nincs egyezés az elpusztítandó mikroorganizmusban, és annak D és z értékében. A harmadik, hogy a hőkezelés üzemi körülményei rendkívül változóak voltak az üzemekben, a telephelyek, de még üzemeken belül is többféle berendezéssel, és több-kevesebb kritikával átvett, kevés saját méréssel alátámasztott hőkezelési programmal találkoztam ugyanazon termék esetén. Az ISO rendszerek megléte ellenére a fellépő paraméteringadozásokat nem vizsgálták alaposan, inkább nagyobb túlkezelést alkalmaztak. A helyzetet jól szemlélteti az 1. ábra. A hőkezelés mértékének csökkentésével a valós biztonság kezdetben lassan, majd később rohamosan csökken. Ha bekerülünk az 1. ábra közepén lévő kiemelt tartományba, akkor tételről tételre tudunk elfogadott és kifogásolt terméket gyártani. Sőt az eddig elfogadható

paraméteringadozás sokszor alulkezelést eredményez. Végül az üzem visszatér a felesleges túlbiztosításra. Elemzések nélkül az üzemek nem is tudják ennek a sávnak a szélességét, mely paraméterek okozzák a gondokat. Minél jobban csökkennek a paraméteringadozások, annál kisebb túlbiztosítás szükséges a hőkezelések során.



1. ábra: A biztonság alakulása a hőkezelés mértékének függvényében

### 3. A kutatás módszerei

A disszertáció anyagául a hústermékeket, sonkafélkonzerveket és töltelékes árukat választottam. A sonkafélkonzerveket tumbleres gyártás technológiával állítottam elő, amelynek PFF tartalma 18-20%. volt. Az elkészített alapanyagot pullmann, oblong dobozokba csomagoltuk le. Töltelékes áruk Párizsi félék, felvágottak, pépes részét szakaszos pépgyártással készítettem el, és D=25,4, 40, 65 80, 100 mm átmérőjű vízgőz átnemeresztő bélbe töltöttük. A felületi hőátadási tényező méréséhez még felhasználtam bentonit szuszpenziót, amelyet 65x200 méretű, két végén szigetelt fémhengerbe töltöttem be, és 20x100x200 mm méretű alumínium tömböt. Az elkészült sonkafélkonzerveket STOCK AN4 4 kocsis autoklávban és VEMAG szekrényben, illetve a töltelékes árukat VEMAG és ATMOS főzőszekrényekben 72-80°C térhőmérsékleten hőkezelttem. Hőkezelés leállítási feltétele az ipari gyakorlatnak megfelelő maghőmérséklet elérés volt. A hőmérsékletméréshez ELLAB CTF 9008 és ELLAB CTF 9004 hőmérsékletmérőt ELLAB PCLINK 92 szoftvert (mérési idő 15 és 30 s, 60s) SSA-TS, DT-19, DC-19 és SD4 érzékelőket (3; 43; 63 és 83 mm a széltől), és EBRO EBI-2T-313 számítógéppel programozható hőmérséklet adatgyűjtőt és Ebro 2800-0204 érzékelőket, valamint EBRO EBI Winlog 2.1 szoftvert használtam.

A hőátadási tényező meghatározásához Nu függvényeket, BHOWMIK és HAYAKAWA (1979) arány, UNO és HAYAKAWA (1980) összevont hőkapacitás módszerét, valamint LÖRINCZ és LENCSEPETI (1973) számítását alkalmaztam

A termék hőtani paraméter meghatározásához a hővezetési tényezőt ARMFIELD HT1 Thermal Conductivity Meterrel és Sweat (1975) képletével, a hőmérsékletvezetési tényezőt Ball módszerrel egyenes illesztéssel és robusztus regresszióval, valamint a FDE VSM módszerrel. A hőmérsékletvezetési tényező értékét a kémiai összetételből és a hőmérsékletfüggést alkalmazó képletekkel (RIEDEL 1969, CHOI és OKOS 1983, HERMANS 1969). meghatároztuk.

A következő kezdeti és peremfeltételeket ellenőriztük ipari körülmények közt: Vezetési áramlási viszonya, homogenitás kémiai összetétel értékek alapján, geometriai méretek ellenőrzése, Hőtani paraméterek állandósága, véges-végtelen Biot szám. A számításokat FDE VDM módszerrel végeztük pusztítás elérése a hűtéssel együtt.

A paraméterek ingadozások hatását a hőkezelésre Monte-Carlo módszerrel (1000 futtatással) a D Streptococcusokra ( $T_{ref}=70$ ,  $z=10^{\circ}C$ ,  $D_r=2,95$  min) számítottuk ki.

A tervezés mikrobiológiai aspektusait a sokféle Streptococcus törzs eltérő D és z értékei alapján elemeztük először. Továbbiakban a tartás idő alatti szaporodást Dantigny szerint elemeztük ( $T_{min}=10^{\circ}C$ ,  $T_{opt}=37^{\circ}C$ ,  $T_{max}=40^{\circ}C$ ). A hűtés alatti lehetséges pusztulást a Reichert szerint számítottuk ( $T_{ref}=70$ ,  $z=10^{\circ}C$ ,  $D_r=2,95$  min).

A paraméterek hőkezelésre befolyását és érzékenységét a kísérlettervezés elvei szerint számítottuk a kezdeti és perem feltételeknél tapasztalt tartományra (KEMÉNY és DEÁK 2002). A hőmérsékletvezetési tényező és az összevont hőkapacitás számítások hibavizsgálatát a hibaterjedési törvény szerint határoztuk meg (KEMÉNY és DEÁK 2002).

Energetikai számításoknál a hőátadás kihasználását a felületi hőátadási tényező korlátjának meghatározásával és az elrendezés egyszerű változtatásával vizsgáltuk FDE-VDM módszerrel

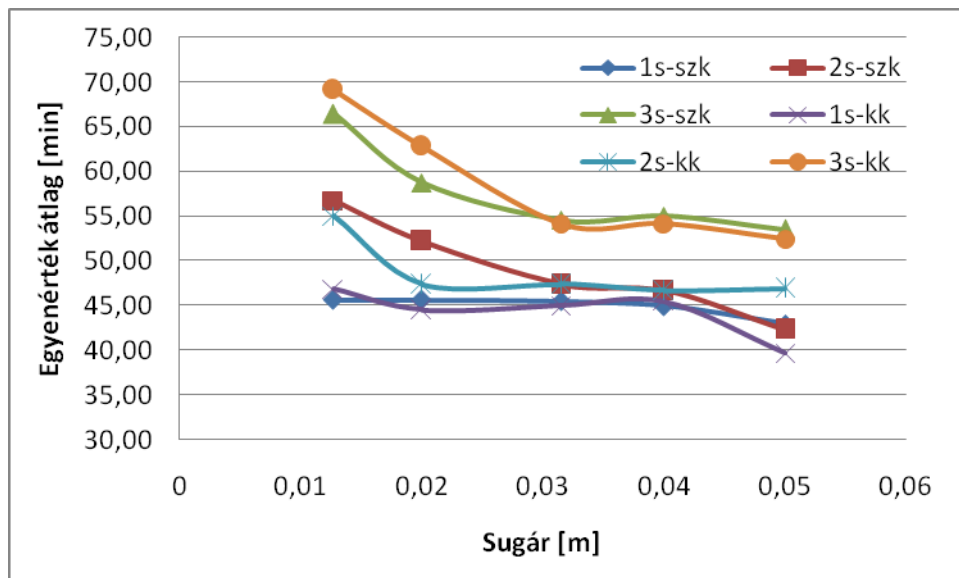
## **4. Az értekezés főbb megállapításai**

A kezdeti és peremfeltételek alakulásának vizsgálata felfedte, hogy a leggyakrabban alkalmazott egyszerűsítési feltételeket teljesítjük vagy megközelítjük az iparban alkalmazott paramétertartományok esetén is. Nagy előny, hogy pl. a felületi hőátadási tényező mind autoklávokban mind pasztórkádban mind főzőszekrényben egy tartományba esik a

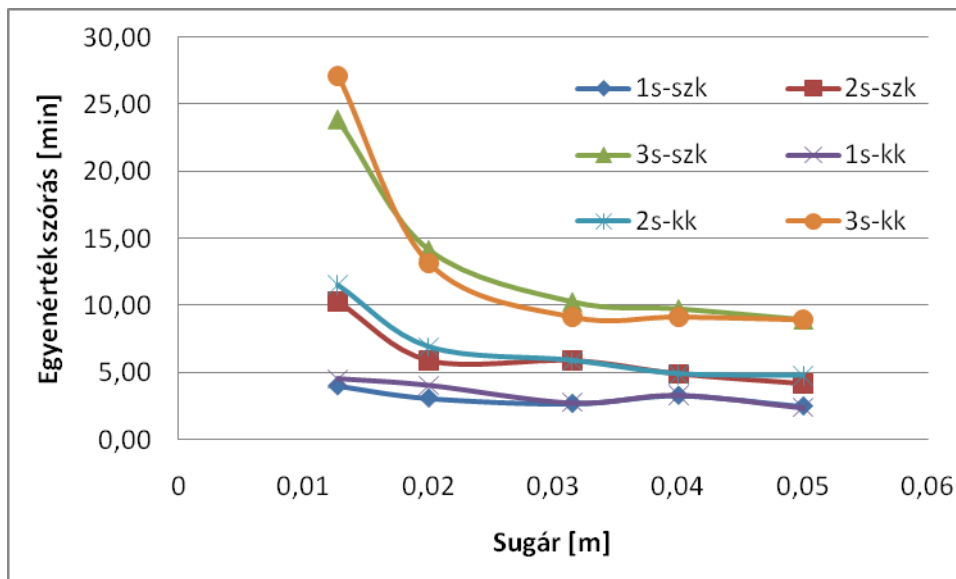
termosztátokban mérhető értékekkel, amely megkönnyíti a laboratóriumi mérések gyakorlatba átvitelét.

A kezdeti és peremfeltételek alakulása viszont már kérdésessé teheti mind az üzemi ellenőrzéseket, mind a paraméter meghatározásokat. Eljuthatunk a normál és elfogadható ingadozástól a nagy ingadozásokig, sőt a rendellenes (deviant process [USDA]) folyamatokig is. Az utóbbi két esetben egyre nehezebbé válnak a paramétermérések és a hőkezelés ellenőrzések. Tapasztalataim szerint az üzemek inkább a közepes (2s) és nagy szórás (3s) tartományban üzemelnek, amelyekbe be-becsúszik néhány rendellenesnek tekinthető folyamat is. Az ingadozások oka a technológiai fegyelem hiányából, nem valós elhanyagolásokból (pl. kezdeti hőmérséklet úgy sem befolyásol) tápellátási ingadozásokból (pl. hűtés) és műszaki állapotból (pl. elnyúló felmelegítési idő) ered. Viszont, ha a kötelezően rögzítendő hőkezelési tér- és maghőmérsékleteket kiértékelnék, akkor ezek a hibák felfedhetőek és kiszűrhetőek lennének, illetve számításokkal kimutathatóan, alátámaszthatóan alternatív hőkezelési programokkal lehetne korrigálni a folyamatokat (pl. a zsírosabb alapanyagot más kezdeti hőmérsékleteket stb.).

Mindenesetre az látszott a Monte-Carlo számításokból, hogy a nagy paraméteringadozás tartománnyal üzemelést meg kell szüntetni, mert sem a hőkezelés ellenőrzés sem a paraméter meghatározás nem végezhető el megbízhatóan (2. és 3. ábra).



**2. ábra: Az egyenérték átlagok alakulása szabad (szk) és kényszer (kk) konvekció esetén a méret függvényében (1s= kis ingadozású folyamat, 2s közepes ingadozású folyamat, 3s nagy ingadozású folyamat)**



**3. ábra: Az egyenérték szórások alakulása szabad (szk) és kényszer (kk) konvekció esetén a méret függvényében (1s= kis paraméteringadozású folyamat, 2s közepes paraméteringadozású folyamat, 3s nagy paraméteringadozású folyamat)**

A Monte-Carlo módszerrel végzett számítások nem hoztak statisztikailag bizonyítható normál vagy más a normáltól eltérő eloszlást az 1000-es mintaszám ellenére sem.

A mikrobiológiai megfontolások közül a Streptococcusok legrezisztensebb törzsei a jelenlegi hőkezelési programokkal nem pusztíthatók el. A nagyobb hőkezelés mérték pedig a termék túlfőzését eredményezné. Mivel romlások nem fordulnak elő, feltételezhetően kisebb számban szerepelnek a populációban. A melegítés alatti szaporodás csak a hosszabba folyamatoknál számottevő, azaz  $D > 60$  mm felett, alacsony térhőmérséklet és felületi hőátadási tényező esetén. Az „ahány mm annyi perc” elvet mindenképpen korrigálni kell, mert csak a 40 mm átmérőnél hozta a várt eredményt.

Energetikai eredményeim azt mutatták, hogy a paraméterek ésszerű megválasztásával (pl. felületi hőátadási tényező), a dobozelrendezéssel jelentős energia megtakarítás érhető el, főleg nagyméretű csomagolásnál.

Az érzékenység és befolyásvizsgálatok során azt tapasztaltuk, hogy a legnagyobb jelentősége a pontos méretnek és a térhőmérsékletnek van a hőkezelési folyamatban. Az összetételtől függő hőtani paraméterek megelőzték a felületi hőátadási tényezőt a kezdeti hőmérsékletet. A lineáristól eltérő viselkedést a lassú folyamatoknál (kis felületi hőátadási tényező és térhőmérséklet és a szélső méreteknél) a térhőmérséklet esetén tapasztaltam.

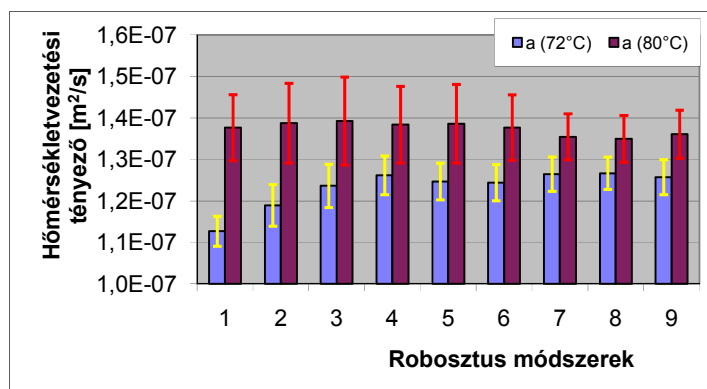
A lépcsőzetes hőkezelés számítások azt mutatták, hogy 55-60°C alatt és 72-74°C felett érdemes tartani a térhőmérsékletet a jó minőség és a nem túl nagy kapacitás lekötés érdekében.

## 5. Az értekezés új, illetve újszerű eredményei

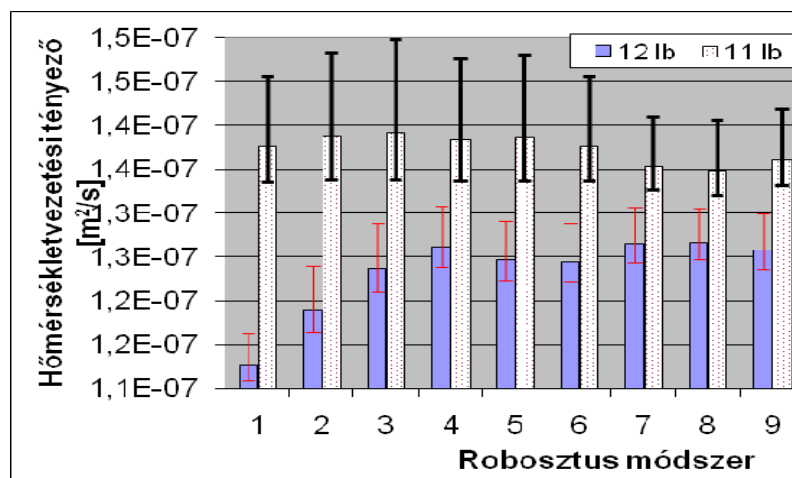
### 5.1 Hőtani paraméter meghatározások

5.1.1 Az ipari körülmények közt is a szakirodalomban/laboratóriumban megadott pontossággal lehet meghatározni a hőmérsékletvezetési tényező értékét, ha a paraméteringadozásokat elfogadható értéken tartják.

5.1.2 A hőmérsékletvezetési tényező meghatározása nagyon függ a mérés kezdeti és peremfeltételeitől, valamint a hőmérsékletérzékelő behelyezési hibáitól. Az FDE VSM módszeren alapuló meghatározások ezért jelentős eltéréseket adnak, még akkor is, ha a hibavizsgálat alapján a mérési hiba kicsi. Ennek oka a hőkezelési/hűtési folyamat eltérő átlaghőmérséklet alakulása (4. és 5. ábra, 1. táblázat).



4. ábra: A hőmérsékletvezetési tényező alakulása különböző térhőmérsékletek esetén



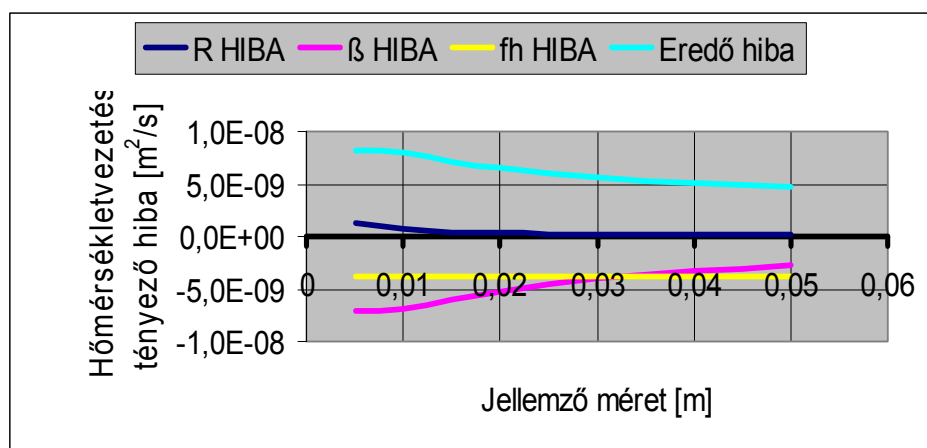
5. ábra: a hőmérsékletvezetési tényező alakulása különböző méretű dobozok esetén

**1. táblázat: Töltelékes áruk és sonkafélkonzervek hőmérsékletvezetési tényezői (FDE VSM módszer)**

Csomagolás	Tartás		Hűtés	
	Átlag [ $\text{m}^2/\text{s}$ ]( $10^{-7}$ )	Szórás [ $\text{m}^2/\text{s}$ ]( $10^{-9}$ )	Átlag [ $\text{m}^2/\text{s}$ ]( $10^{-7}$ )	Szórás [ $\text{m}^2/\text{s}$ ]( $10^{-9}$ )
11lb pullman	1,404	5,48	1,161	6,8
12lb oblong	1,305	7,40	1,130	6,50
Veronai	1,300	1,72		
Vadász	1,334	4,08		
Zala	1,371	4,68		
Olasz	1,338	2,31		

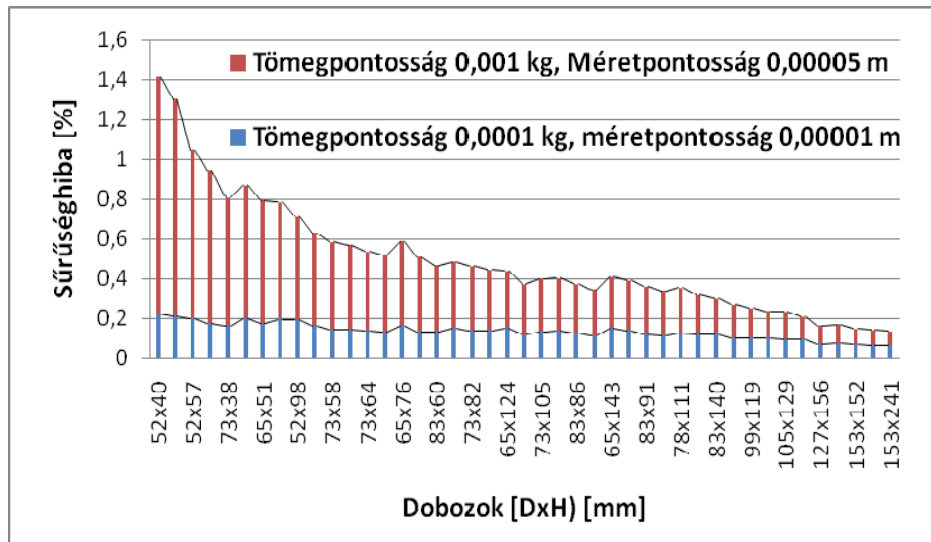
5.1.3 A hőmérséklettől független kémiai összetételből történő hőtani paraméterszámítások nem váltak be. Azok csak a hűtési idő becslésére alkalmasak. A hőkezelési egyenérték becslésére az  $1,3\text{-}1,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$  tartomány alkalmas.

5.1.4 A hibavizsgálattal meghatároztam, hogy  $D=80\text{-}100 \text{ mm}$  alatt a hőmérsékletvezetési tényező meghatározás egyre nagyobb hibával jár, de e felett a hiba csökkenése és a ráfordítások nem állnak arányban a pontosság javulásával. Ezzel finomítottam LARKIN és STEFFE (1982) ajánlását (6. ábra).



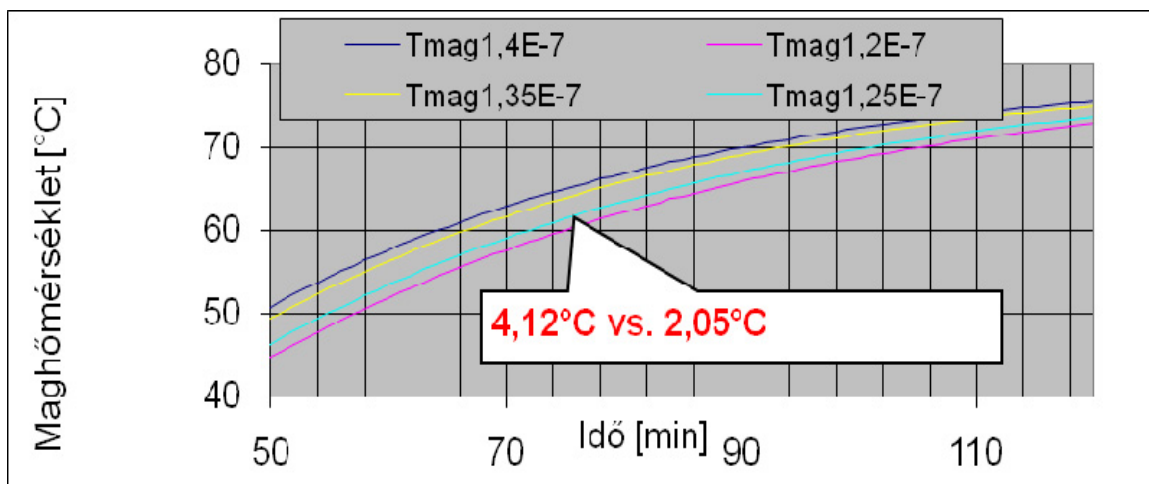
**6. ábra: A hőmérsékletvezetési tényező meghatározás hibaalakulása a Pflug képlet alapján a méret, a felületi hőátadás intenzitása és a Ball féle meredekségi tényező függvényében ( $\beta$  karakterisztikus gyök, R sugár)**

5.1.5 A sűrűség meghatározás kisebb hibával végrehajtható a tömeg és térfogatméréssel, mint a kémiai összetételből számítással, amennyiben a dobozmérethez igazítjuk a tömeg és térfogatmérés pontosságát. Az 1 ezrelékes hibával meghatározható, és kivethető a változók közül (7. ábra).



**7. ábra: A sűrűségmérés hibájának csökkentése**

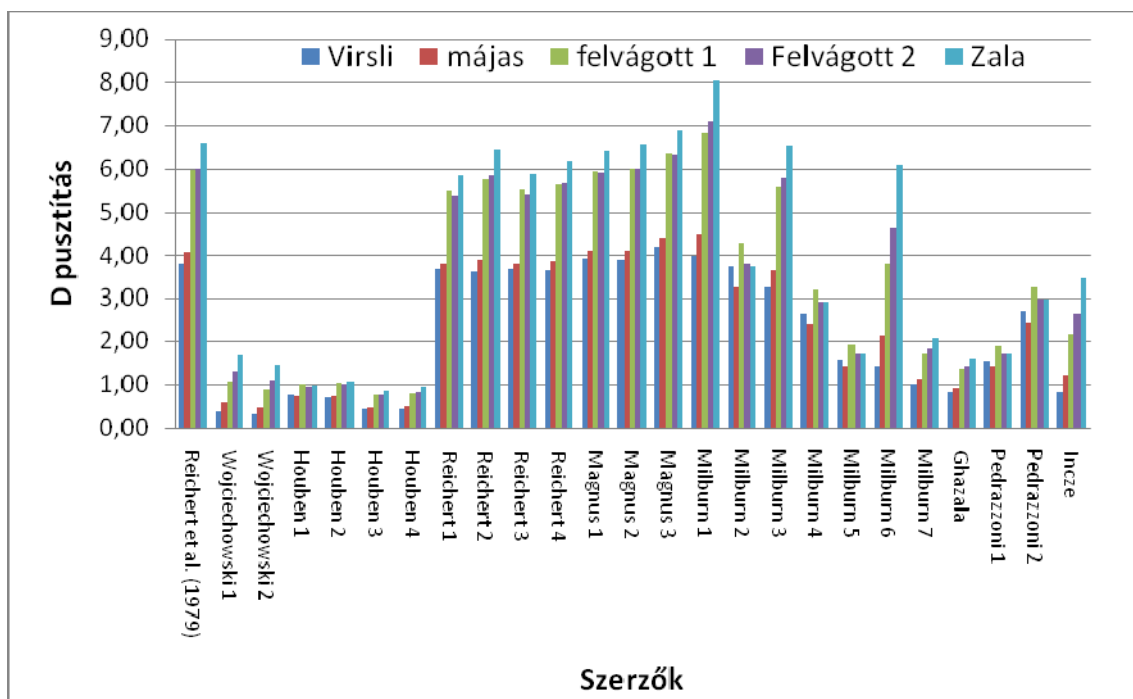
1. A hibavizsgálat bevezetésével a becslési pontosságot  $\pm 1^\circ\text{C}$  alá csökkentettem még extrém értéke esetén is (8. ábra).



**8. ábra: A hőmérsékletvezetési tényező hibaszámítással csökkentett ingadozásával számolt hőmérsékletbecslés**

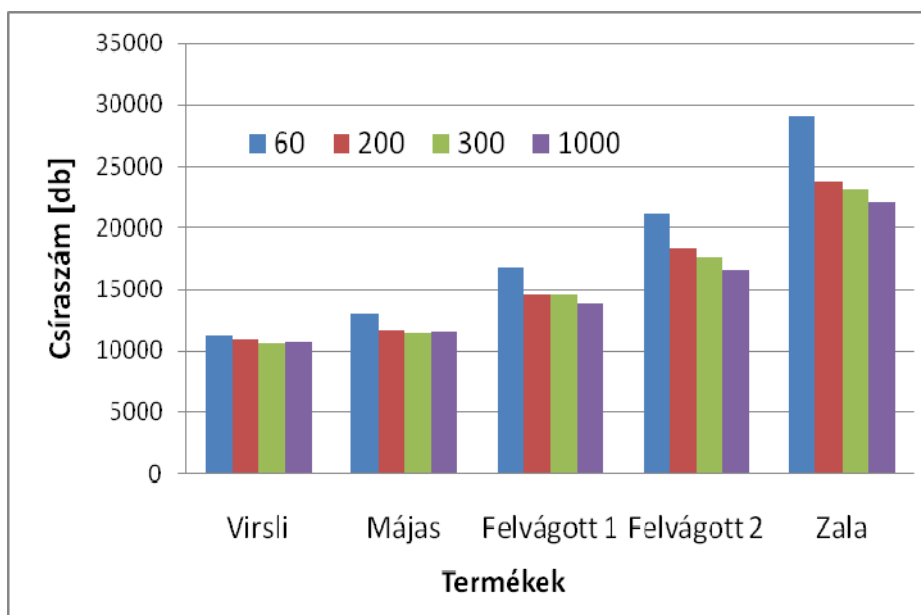
## 5.2 Élelmiszerbiztonsági megfontolások

- 5.2.1 A D és z értékek alapján legellenállóbb Streptococcus törzsek a jelenleg alkalmazott hőkezelés leállítás elvek alapján alig pusztulnak. Mivel nagyszámú romlási esetről nem tudok a jelenlegi gyakorlatban, előfordulási számuk és gyakoriságuk nagyon kicsi lehet, vagy a populációban nem fordulnak elő (9. ábra).



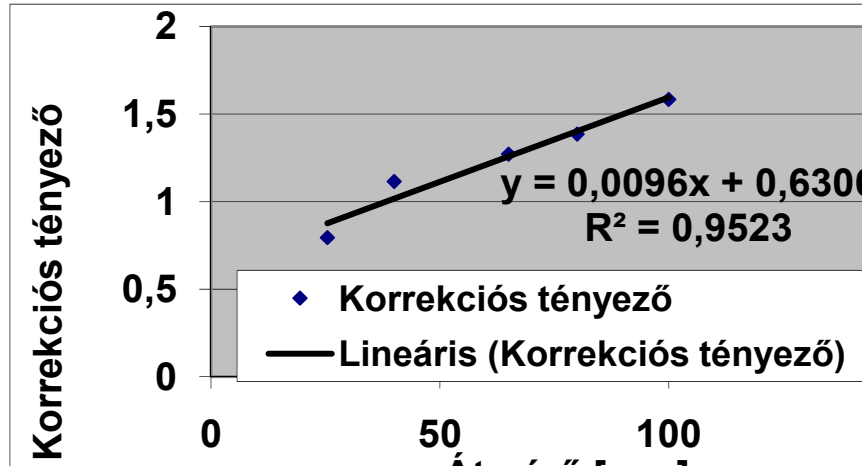
9. ábra: Különböző baktérium törzsek pusztulása a tartási idő alatt

5.2.2 A felmelegítési és tartási idő alatti baktériumszaporodás a  $d < 50$  mm termékeknél minimális és a kimutathatósági határ alatt van. Ellenben  $d > 50$  mm átmérő felett és a folyamat lassulásával már akár 1,5-2-szeresére is növekedhet a csíraszám. Így a konzervatívnak tartott  $10^6/g$  csíraszám feltételezés jogos lehet, még viszonylag jó higiéniai viszonyok és a megengedhető és megtűrhető csíraszámok rendelete alapján elfogadható higiéniaiájú alapanyagok esetén is (10. ábra).

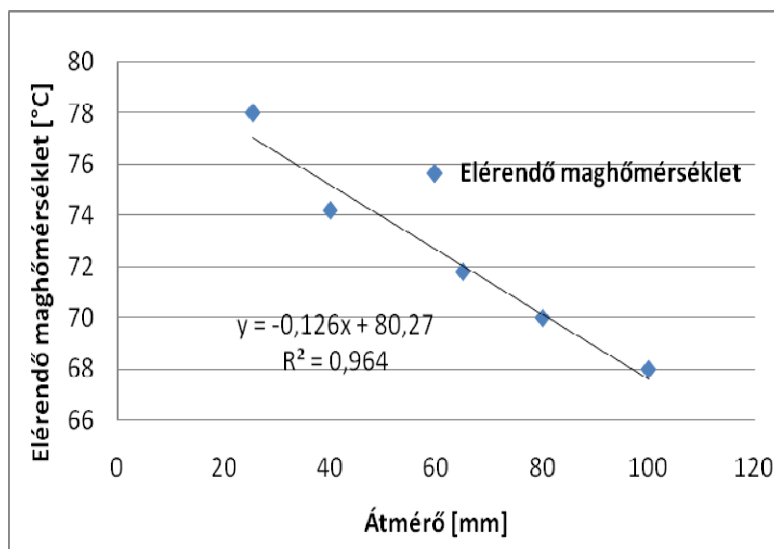


10. ábra: A csíraszámok alakulása a tartás alatt ( $76^\circ\text{C}$ ) különböző hőátadási tényezők [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ] esetén

5.2.3 A töltelékes áruknál az elérendő maghőmérséklet és a térhőmérséklet között lineáris kapcsolatot találtam, ha a mikrobiológiai 12D pusztítást és a hűtést is figyelembe vesszük. A különböző átmérőkre korrekciós egyenleteket adtam meg az elérendő maghőmérséklet és az átmérő közötti összefüggésekre vonatkozóan (11.-12. ábrák).



11. ábra: Az „ahány mm annyi perc” hőkezelési elv érvényesülése (térhőmérséklet 76°C)



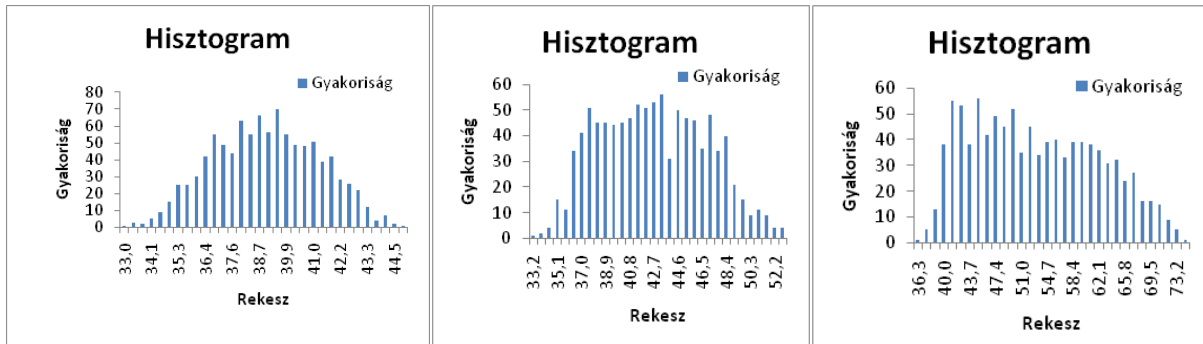
12. ábra: A P=36 perc eléréséhez szükséges maghőmérséklet 76°C térhőmérsékleten

5.2.4 A nagyméretű sonkafélkonzerveknél a 69°C maghőmérséklet csak kb. 76°C térhőmérsékletig nyújt megfelelő baktériumpusztítást, amelyet számításokkal igazoltam.

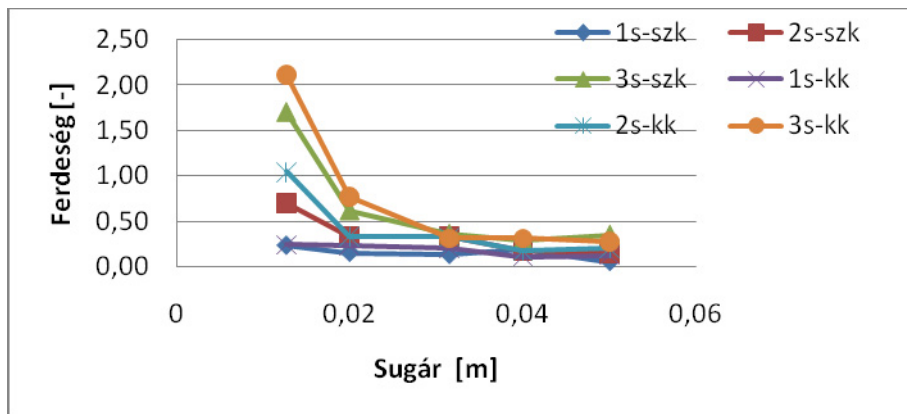
### 5.3 Számítási és művelettani megfontolások

5.3.1 Mind a bakteriális, mind a Monte-Carlo számítások statisztikai jellemzői azt mutatták, hogy a kb. d=50 mm egy választóvonal a hőkezeléseknél. Ez alatt a termékek teljesen másképp viselkednek, mint e felett.

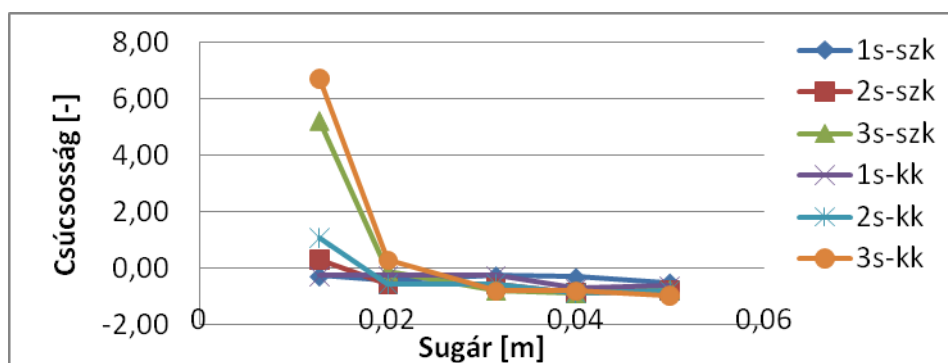
5.3.2 Az eloszlások még  $n=1000$  paraméter együttes futtatásnál sem adtak egyértelműen normál vagy nevezetes nem normál eloszlásokat, amit a csúcsosság és ferdeség alakulása is bizonyít (13-15. ábrák).



13. ábra: Eloszlások kis, közepes és nagy paraméteringadozásoknál ( $d=80$  mm)

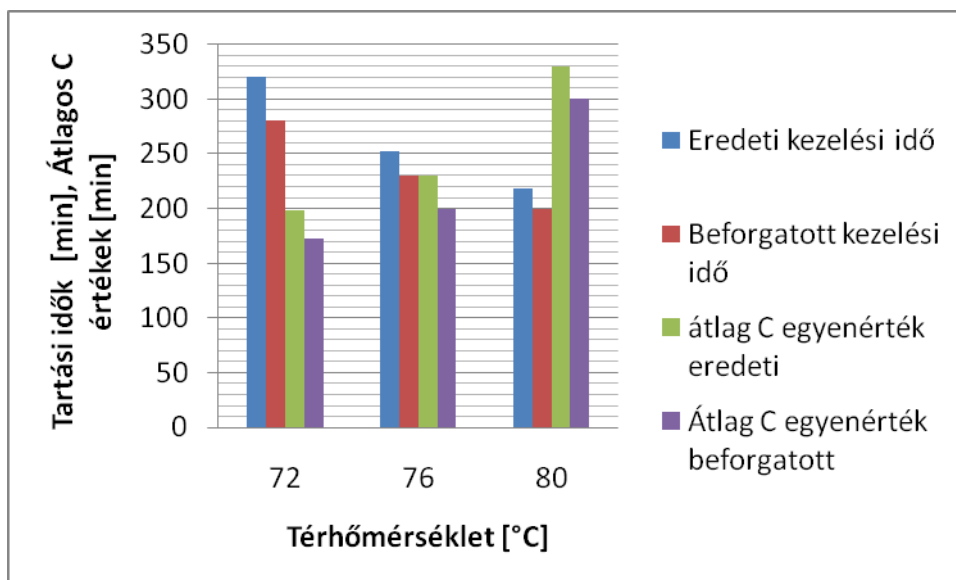


14. ábra: A ferdeség alakulása szabad (szk) és kényszer (kk) konvekció esetén a méret függvényében (1s= kis paraméterszórású folyamat, 2s közepes paraméterszórású folyamat, 3s nagy paraméterszórású folyamat)



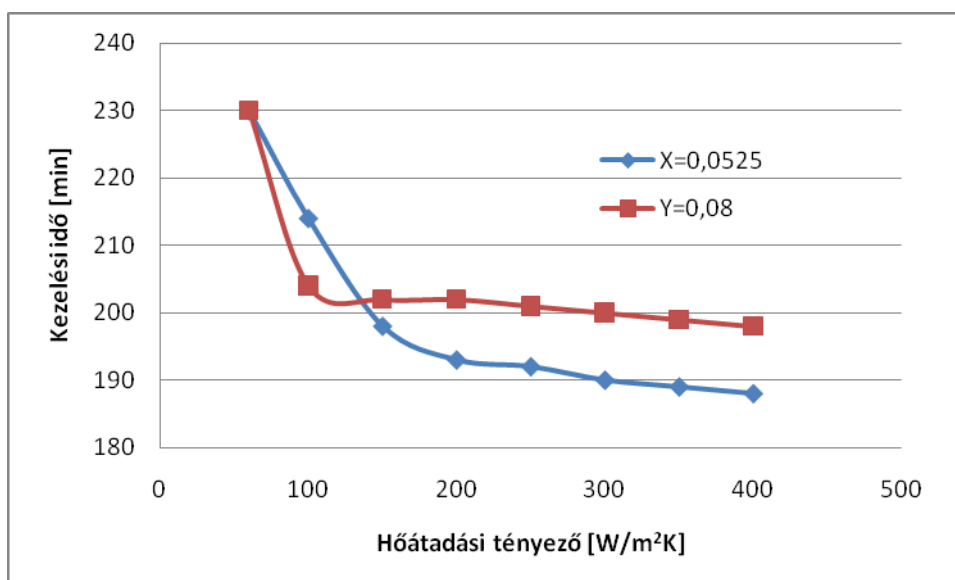
15. ábra: A csúcosság alakulása szabad (szk) és kényszer (kk) konvekció esetén a méret függvényében (1s= kis paraméteringadozású folyamat, 2s közepes paraméteringadozású folyamat, 3s nagy paraméteringadozású folyamat)

5.3.4 A hőkezelés optimumának közelítésére a termékegységek beforgatását javasolom, hogy a legrövidebb oldal kerüljön a legnagyobb hőátadás intenzitással szemben. Ezzel jelentős kezelési idő rövidülést és a térfogatátlag egyenérték csökkenés érhető el (17. ábra).



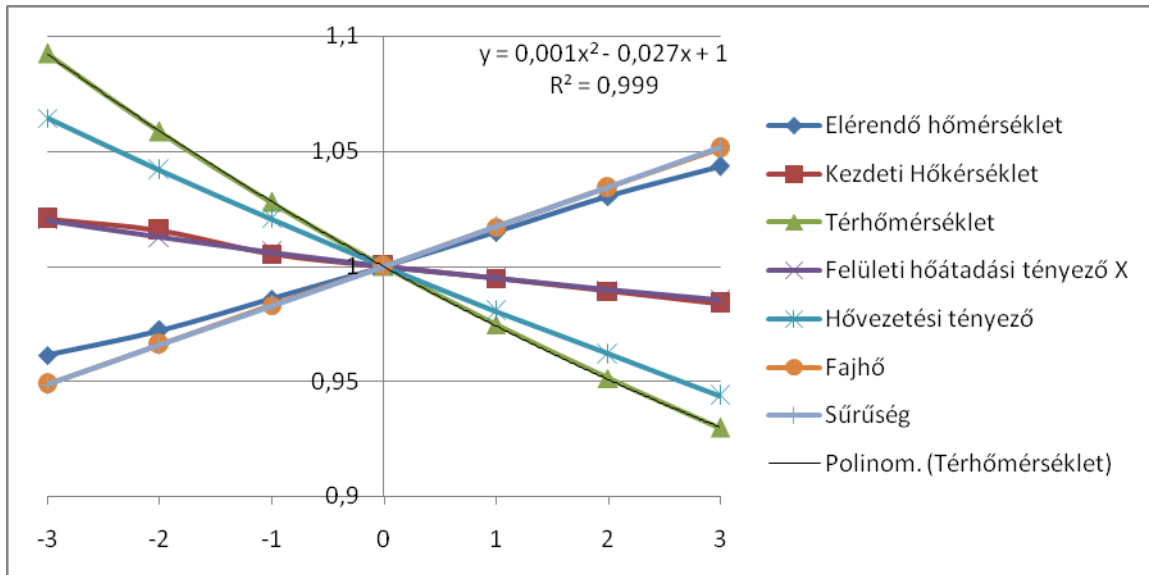
16. ábra: A kezelési idő és a térfogatátlag egyenérték alakulása az eredeti és az előnyösebb helyzetbe forgatott fóliás sonka esetén

5.3.5 Energetikailag kimutattam, hogy a felületi hőátadási tényező értékét csak bizonyos határig érdemes növelni, ami kb. 200 W/m<sup>2</sup>K a hústermékek esetében (18. ábra).

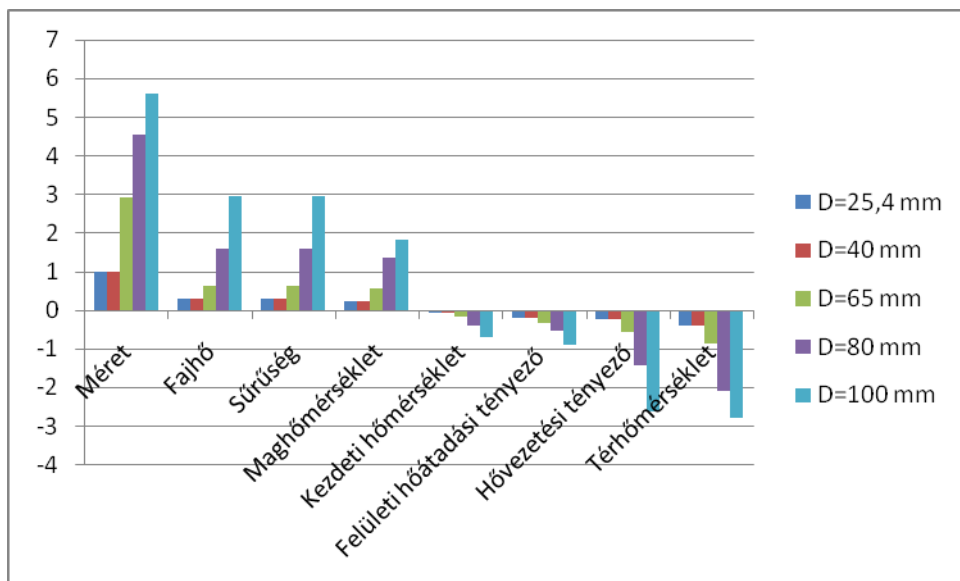


17. ábra: A felületi hőátadási tényező hatása a kezelési időre

5.3.6 A befolyások és érzékenység vizsgálatok a vizsgált tartományban lineáris viselkedést mutattak a kis és közepes paraméteringadozás esetén. Parabolikus befolyást csak a térhőmérsékletnél tapasztaltam, akkor is csak a nagy paraméteringadozású folyamatoknál (19-20. ábrák).



18. ábra: Az ingadozások befolyása az elérendő maghőmérséklete idejére (D=80 mm)



19. ábra: A paraméterek befolyásának mértéke különböző töltelékárak átmérőknél

5.3.7 A lépcsőzetes hőkezelésnél 55-60°C kezdeti térhőmérsékleti lépcsőt és 72-74°C között célszerű tartani a térhőmérsékletet.

## 6. Az eredmények gyakorlati hasznosíthatósága

- A befolyások rangsorolásával sorrendbe állíthatók a paraméteringadozást csökkentési intézkedések
- Egyenletet adtam meg az „ahány mm annyi perc” elv korrekciójához
- Megadtam az adott átmérőhöz tartozó elérendő maghőmérsékletet a 12 D Streptococcus pusztításhoz.
- Megadtam az átmérőkhöz tartozó kezelési időt illetve az elérendő maghőmérsékletet
- Finomítottam a pontos paraméter meghatározáshoz szükséges körülményeket
- A metodika alapján meghatározható az ésszerűen vállalható és vállalandó hőkezelés túlbiztosítás

## 7. Publikációk az értekezés témakörében

### ÉRTEKEZÉSEK

1. **Eszes, F.** (1997): Hústermékek hőkezelésének vizsgálata számítógépes modellezéssel. (Investigation of the Heat Treatment of Meat Products by computer Modelling) Egyetemi doktori értekezés. (Thesis doctor univ.) Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem Élelmiszeripari Kar, Budapest. (University of Horticulture and Food Industry).

### KÖNYV, KÖNYVRÉSZLET, JEGYZET

1. **Eszes, F.** (2010): Pick szalámi. In Biacs, P. Szabó, G. Szendrő P., Véha, A. (szerk.) (2010): Élelmiszertechnológia mérnököknek. Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar.pp. 553-610.
2. **Eszes, F., Rajkó, R.** (2004): Modelling heat penetration curves in thermal processes. In Richardson Ph. (2004): Improving the thermal processing of foods. CRC Pres Boca Raton Boston New York Washington DC - Woodhead Publishing Limited Cambridge England. pp. 307-333.
3. **Eszes, F., Harmatosné-Rácz, M., Domonkos, J.** (1998): Húsipari technológia. Post-secondary oktatási jegyzet. (Meat Technology. Lecture Notes for Post Secondary Students).

### KÖZLEMÉNYEK

1. **Eszes, F.** (2006): Fejlesztések a hőkezelés területén (Recent Developments in the Field of Heat Treatment). Transpack (6) (4) 56-58.
2. **Eszes F., Fenyvessy J.** (2005): Energia és vízfelhasználás csökkentése a húsiparban. (Decreasing the Energy and Water Use in the Meat Industry) Acta Debreciensis VOL 18. pp. 24-28.
3. **Eszes F., Rajkó R., Szabó G., Lépcsőzetes hőkezelés kialakításának vizsgálata Konzervújság, 2005. (53. évf.) 4. sz. p. 110.**

4. Jankóné Forgách J., **Eszes, F.**, Plesovszki, A. (2003): A mérnöki számítások alkalmazása a minőségbiztosításban és az élelmiszerbiztonságban. *Élelmezéstudomány* VOL LVII (10) 301-303.
5. **Eszes, F.** Huszka, T. (1998): Megfontolások a húsipari főzési és pasztöröző hőkezelések modellezéséhez I. Rész: A pasztöröző hőkezelés kezdeti és peremfeltételeinek vizsgálata. *A HÚS* (1) 11-17.
6. **Eszes, F.** Fenyvessy, J. (2002): Élelmiszerek hőkezelésének egyes vonatkozásai. Szegedi Tudományegyetem Szegedi Élelmiszeripari Főiskolai Kar Tudományos Közlemények VOL 23. 1-6.
7. **Eszes, F.** (1997): Élelmiszerbiztonság és hőkezelés. MTA Szegedi Bizottsága kiadványai XXI. Kötet. pp. 18-26.
8. **Eszes, F.** Rajkó, F. (1997): Hőkezelések hőtani paramétereinek meghatározása. Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem Élelmiszeripari Főiskolai Kar Szeged. Tudományos Közleményei XIX. 80-85.
9. **Eszes, F.**, Rajkó R., Szabó G., (2005): Determination of Thermal Parameters under Industrial Conditions. *Hungarian Agricultural Engineering* No. 18. pp. 26-28.
10. **Eszes F.**, Dóka, O., Kispéter, J. (1998): Determination of the thermal diffusivity of the egg powder. *Journal of Food Physics* Vol. (XI-XII) 27-38.
11. **Eszes, F.** (1992): Error analysis of heat conductivity coefficient. *Acta Alimentaria* (22) (3) 252.

#### KONFERENCIA PROCEEDINGS TELJES SZÖVEGŰ

1. **Eszes F;** R. Rajkó; G. Gy Szabó, Véha, A.: (2009): Technological Considerations in the Energy Use in Heat Treatment of Meat Products. SIPA 2009. Integrated Systems for Agri-Food Production. Nyíregyháza. 2009.november 12-14. Proceedings of the 6th International Conference of Integrated Systems for Agri-Food Production. SIPA'09. pp. 201-206.
2. **Eszes, F.**, Rajkó, R., Szabó, G., Ggy., Véha, A. (2009): Energetic Calculation in Heat Treatment Processes of Meat Products. Synergy and Technical Development (Synergy2009) Gödöllő, Hungary, 30. August – 02. September 2009. CD-ROM
3. **Eszes, F.**, Rajkó, R., Szabó, G. (2006): Comparison of heat treatment calculations using thermal diffusivity determined from chemical compositions. CHISA Congress Prága. 17<sup>th</sup> International Congress of Chemical and Process Engineering 27-31 August 2006. Prága. Csehország. Summaries 5. Systems and Technology. pp. 1556-1557.
4. **Eszes, F.**, Fenyvessy, J. (2004): Comparisons of heat treatment calculations carried out with variable and constant thermal diffusivity. CHISA 16th International Congress of Chemical and Process Engineering, Prága. 2004. augusztus 22-26. Full text CD-ROM ISBN 80-86059-40-5.
5. Szabó, G., Rajkó, R., **Eszes, F.** (2003): Cooling of pig carcasses. In Van Impe, J., F., M., Geeraerd, A., H., Leguérinel, I, Mafart, P. (eds): 4<sup>th</sup> Conference on Predictive Modelling in Foods. Quimper Franciaország. 2003. június 19-23. ISBN 90-5682-400-7. 286-288.
6. **Eszes, F.** (2002): Cooling of meat products and food safety. 48. ICOMST International Congress of Meat Science and Technology 2002. Augusztus 20-25. Róma Proceedings VOL II. pp. 920-921.
7. **Eszes, F.** Rajkó R. (1997): Determination of thermal diffusivity in industrial measurements and their use in modelling and simulation of the thermal processes. In Farkas, I. (Ed) (1997): *Mathematical Modelling and Simulation in Agricultural and Bio-Industries*. Proceedings pp. 155-160.
8. **Eszes, F.**, Rajkó, R., Szabó, G. (2006): Hőmérsékletvezetési tényező mérési körülményeinek kialakítása. MTA AMB Kutatási és fejlesztési Tanácskozás. Gödöllő

- SZIE Gépészmérnöki Kar-FVM Mezőgazdasági Gépészeti Intézet. 2006. január 21. VOL. II. pp 117-121.
9. **Eszes, F.,** Rajkó, R., Szabó, G. (2006): Hőtani paraméter meghatározások hibavizsgálata: Műszaki Kémiai Napok Veszprém. 2006. április 25-27. pp. 258-261.
  10. **Eszes F.,** Rajkó R., Szabó G.,(2005): Hagyományos és modern füstölés-főzés energetikai összehasonlítása. (Energetic Comparison of the Traditional and Modern Smoking-Cooking) Proceedings of the 12<sup>th</sup> Symposium on Analytical and Environmental Problems. SZAB Kémiai Szakbizottság Környezetvédelmi és Analitikai Munkabizottsága. Szegedi Tudományegyetem Szeged. 2005. Szeptember 26. pp. 149-153.
  11. **Eszes, F.,** Fenyvessy, J., Szabó, G.(2005): Comparisons of Technology Variants Applied in Meat Products. International Scientific Conference Innovation and Utility in the Visegrad Fours 2005 October 13-15, 2005 Nyíregyháza. Hungary. Conference Proceedings VOL. 2-VOL. 3 pp. 443-448.
  12. **Eszes F.** (2005): Környezetvédelem és technológia (Environment Protection and Technology). III. Európai Kihívások Nemzetközi Tudományos Konferencia. Szegedi Tudományegyetem Szegedi Élelmiszeripari Főiskolai Kar. 2005. Nov. 3. Szeged. pp. 513-517.
  13. **Eszes F.,** Rajkó R., Szabó G. (2004): Energia felhasználás csökkentése változó közeghőmérsékletű hőkezeléssel. Reducing Energy Use by Heat Treatments with Variable Ambient Temperature THE 11<sup>th</sup> SYMPOSIUM ON ANALYTICAL AND ENVIRONMENTAL PROBLEMS Symposium on Analytical and Environmental Problems. A SZAB Kémiai Szakbizottság Környezetvédelmi és Analitikai Munkabizottsága. Szegedi Tudományegyetem Szeged. 2004. Szeptember 27. Proceedings pp. 69-74. ISBN 963 217 1470
  14. **Eszes, F.,** Rajkó R., Szabó, G. (2003): Energia és vízfelhasználás csökkentés lehetőségeinek feltárása a húsiparban. (Revealing the Energy and Water Use Reduction in the Meat Industry) 10<sup>th</sup> Symposium on Analytical and Environmental Problems. Az MTA Szegedi Akadémiai Bizottság Kémiai Szakbizottság Környezetvédelmi és Analitikai Munkabizottsága. Szegedi Tudományegyetem 2003. szeptember 29. Proceedings. pp. 169-174.
  15. **Eszes, F** (2003): Energiafelhasználás és energia megtakarítási lehetőségek a hústermékek hőkezelése során. Energy Use and Energy Saving Possibilities during Heat Treatment of Meat Products). Proceedings Műszaki Kémiai Napok Veszprém 2003. április 8-10. 466-470.
  16. **Eszes, F.** (2003): A közvetlen költségelszámolás és közvetett elszámolás a húsiparban. Direct and Indirect Cost Calculations in the Meat Industry) Szegedi Tudományegyetem Élelmiszeripari Főiskolai Kar, Szeged Európai Kihívások 2. Tudományos konferencia. Proceedings pp. 69-73.
  17. Szabó, G., Rajkó, R., **Eszes, F.** (2003): Cooling of pig carcasses. 4<sup>th</sup> Conference on Predictive Modelling in Foods. Quimper Franciaország. 2003. június 19-23. Proceedings 286-288.
  18. Rajkó R., **Eszes F.,** Szabó Gábor (2003): Szárítás során kialakuló hővezetés számítása Excel VBA makróval. [Calculation of Heat Conduction Formed during Drying by Excel VBA Macro] 5. Magyar Szárítási Szimpózium [5<sup>th</sup> Hungarian Drying Symposium], Szeged, 2003. október 21-22. CD-ROM, pp. 148-181. ISBN 963 482 647 4

## KONFERENCIA PROCEEDINGS ABSTRACT

1. **Eszes, F.,** Rajkó, R., Szabó, G., Gy., Véha, A. (2009): Energetic Calculation in Heat Treatment Processes of Meat Products. Synergy and Technical Development. Synergy 2009. Gödöllő, Hungary, 30. August – 02. September 2009. Abstracts. p. 33.
2. **F. Eszes,** R. Rajkó, G. Gy. Szabó (2008): Error analysis of the thermal parameter determinations. *4th International Symposium on Computer Applications and Chemometrics in Analytical Chemistry SCAC2008*, Lake Balaton (Balatonalmádi), Hungary, September 1-5, 2008.
3. **Eszes, F.,** Rajkó, R., Szabó, G. (2006): Comparison of heat treatment calculations using thermal diffusivity determined from chemical compositions. CHISA Congress Prága. CHISA Congress Prága. 17<sup>th</sup> International Congress of Chemical and Process Engineering 27-31 August 2006. Prága. Csehország.. Proceedings Summaries 5: Systems and Technology.1556-1557.
4. **F. Eszes** R, Rajkó. G, Szabó (2005): Determination of Slope Index by Traditional Least Squares and Robust Regression Methods. CC 2005 Conferentia Chemometrica 2005 and CHEMOMETRICS VII. Hajdúszoboszló. 2005 August 28-31. Conference Proceedings/ abstract. p. 25
5. **Eszes, F.,** Fenyvessy, J. (2004): Comparisons of heat treatment calculations carried out with variable and constant thermal diffusivity. CHISA 16th International Congress of Chemical and Process Engineering, Prága. 2004. augusztus 22-26. Summaries 5 Systems and Technology 1951-1952.
6. **Eszes F.,** Rajkó, R (2001): Improving the accuracy of slope index determination in heat treatment processes. EUROCAFT Symposium Berlin 2001. december 5-7. Proceedings 2.04
7. **Eszes, F.** (2006): A hőkezelt termékek biztonsága. EOQ MNB XV. Élelmiszer Minőségellenőrzési Tudományos Konferencia. Debrecen 2006. március 30-31. Abstracts p 114.
8. **Eszes, F.,** Rajkó, R., Szabó, G. (2006): Hővezetés számítása MS Excel BVBA Macro programmal. II. rész: Program véges testekre. Calculation of Heat Conduction by MS Excel™ VBA Macro. Part II. Program for Finite Bodies. VII. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia Proceedings of Abstarcts. p. 79.
9. **Eszes, F.,** Rajkó R., Szabó G.,(2006): A maghőmérséklet mérés hibái és következményei a hústermékek hőkezelésénél. VII. Nemzetközi Élelmiszertudományi konferencia. SZTE SZÉF Szeged. Proceedings. pp. 80-81.
10. **Eszes., F.** (2005): Mérnöki számítások alkalmazása minőségbiztosítási és élelmiszerbiztonsági rendszerekben. (Application of the Engineering Calculations in Quality Mangement and Food Safety Systems) Integrált minőségbiztosítási és élelmiszerbiztonsági rendszerek kiépítése és működése a V4 országokban. Szentés 2005. október 3-4-5. Konferencia Absztrakt. pp. 29-30.
11. **Eszes, F.,** Rajkó R., Szabó G., (2005): Lépcsőzetes hőkezelés kialakításának vizsgálata. (Investigation of the Development of Stepwise Cooking). Lippay János - Ormos Imre - Vas Károly Tudományos Ülésszak, Budapest. 2005. október 19-21. Konferencia Absztrakt pp. 62-63.
12. **Eszes F.,** Rajkó R., Szabó G.(2005): Ipari tapasztalatok hőtani paraméterek meghatározásában. [Industrial Experience in Determination of Thermal Parameters] MTA Agrár-Műszaki Bizottság Kutatási és Fejlesztési Tanácskozása [Research and Development Discussion of Agro-Technical Committee of Hungarian Academy of Sciences], Gödöllő, 2005. január 18-19. Összefoglaló. pp. 15-16.
13. **Eszes F.,** Fenyvessy, J. (2004): Hústermékek termelése környezetbarát és környezet hatékony elvek alapján. (Production of Meat Products on the Base of Environment

- Friendly and Efficient principles). Innováció, a tudomány és a gyakorlat egysége az ezredforduló agráriumban. Debrecen. 2004. április 16. pp. 55-56.
14. **Eszes, F.** (2004): Környezetgazdálkodás technológiai vonatkozásai. (Technology Aspects in Environment Management) VI. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia Szegedi Tudományegyetem Szegedi Élelmiszeripari Főiskolai Kar. Szeged Proceedings. pp. 24-25.
  15. **Eszes, F.** (2002): Hőkezelések optimalizációs módszereinek összehasonlítása. Szegedi Tudományegyetem Szegedi Élelmiszeripari Főiskolai Kar V. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia Proceedings p. 83-84.
  16. **Eszes, F. -Kispéter, J.** (1992): Élelmiszeripari termékek hővezető képességének mérése. (Measurement of Thermal Conductivity of Food Products) Lippay János Tudományos Ülésszak Proceedings Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem Kiadvány. Budapest. pp. 295-296.
  17. **Eszes, F.** (1990): Sonkafélkonzervek hőkezelésének tapasztalatai és eredményei. (Experience and results in heat treatment of hams) Lippay János Tudományos Ülésszak Proceedings Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem Kiadvány, Budapest. 37-39. oldal.
  18. **Eszes, F.** (1996): Hőkezelések optimalizálása. (Optimisation of heat treatments) II. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia. Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem Élelmiszeripari Főiskolai Kar Szeged. 1996. április 16-17. Konferencia összefoglaló pp. 53-54.

## HIVATKOZÁSOK

1. Huszka, T., **Eszes, F.**, Bálint, M. (1989): Vizsgálatok fóliás és dobozos sonkagyártás hőkezelése során. (Investigation of the Heat Treatment of Ham Packaged in Foil and in Can) Az MTA-MÉM Élelmiszertudományi Komplex Bizottsága Magyar Élelméztudományi Egyesület és a Központi Élelmiszeripari Kutató Intézet által közösen rendezett 232. MTA Tudományos Kollokvium.
  1. Zsarnóczy, G., Körmeny, L. (1994): Dobozolt sonkák elégséges hőkezelésének meghatározása. (Determination of the Satisfactory Heat Treatment of the Canned Hams) Élelmiszervizsgálati Közlemények. Vol. XL (2) 120-128.
2. **F. Eszes, R. Rajkó:** Modelling heat penetration curves in thermal processes. Ch. 15. in *P. Richardson (Ed.) Improving the Thermal Processing of Foods*, Woodhead Publishing Ltd., Abington Hall, Abington, Cambridge, 2004, pp. 307-333. ISBN 1 85573 730 2
  1. T.A. Brinley, C.N. Dock, V.-D. Truong, P. Coronel, P. Kumar, J. Simunovic, K.P. Sandeep, G.D. Cartwright, K.R. Swartzel, L.-A. Jaykus: Feasibility of utilizing bioindicators for testing microbial inactivation in sweetpotato purees processed with a continuous-flow microwave system. *Journal of Food Science E: Food Engineering and Physical Properties*, 72(5), E235-E242, 2007 {Imp.f.: 1.004}
  2. S.D. Holdsworth and R. Simpson: *Thermal Processing of Packaged Foods*. 2nd ed. Chapter 1 Introduction. Springer, New York, 2007, pp. 1-13.
  3. S.D. Holdsworth and R. Simpson: *Thermal Processing of Packaged Foods*. 2nd ed. Chapter 2 Heat Transfer. Springer, New York, 2007, pp. 14-86.
  4. Holdsworth S., D., R. Simpson: *Thermal Processing of Packaged Foods*. 2nd ed. Chapter 6 Process Evaluation Techniques. Springer, New York, 2007, pp. 176-238.

5. BRINLEY, T. A (2006): Microwave-Assisted Aseptic Processing of Sweetpotato Purees: Dielectric Properties and Process Safety Evaluation. A Thesis submitted to the Graduate Faculty of North Carolina State University in partial fulfillment of the requirement for the Degree of Master of Science. Raleigh Approved By: Dr. KP Sandeep Dr. Josip Simunovic Dr. Van-Den Truong Chair of Advisory of Committee
  
3. **Eszes Ferenc**, Rajkó R., Szabó G. (2003): Energia és vízfelhasználás csökkentés lehetőségeinek feltárása a húsiparban mérnöki számítások segítségével [Reducing energy and water consumptions in meat industry by help of engineering calculations]. *Proceedings of The 10<sup>th</sup> Symposium on Analytical and Environmental Problems*, Szeged, 29 September 2003, pp. 169-174.
  1. Z. Fabulya: Cost optimizing of autoclaving in Excel environment. *Review of Faculty of Engineering - Analecta Technica Szegedinensia*, 19-25, 2008
4. **Eszes, F.** Huszka, T. (1998): Megfontolások a húsipari főzési és pasztöröző hőkezelések modellezéséhez I. Rész: A pasztöröző hőkezelés kezdeti és peremfeltételeinek vizsgálata. *A HÚS* (1) 11-17.
  1. Z. Fabulya: Cost optimizing of autoclaving in Excel environment. *Review of Faculty of Engineering - Analecta Technica Szegedinensia*, 19-25, 2008
  2. Körmendy, L. (2008): A hőkezelés tervezése a húsiparban. (Planning the Heat Treatment in the Meat Industry). *A Hús*. 18. 3-4. 69-74.