

Dobozolt sonkák elégséges hőkezelésének meghatározása

Zsarnóczy Gabriella és Körmendy László

Országos Húsipari Kutató Intézet, Budapest

Érkezett: 1993. március 10.

Az amerikai ellenőrző szervek, az USDA (United States Department of Agriculture) előírása szerint a sertéshústermékek hőkezelésénél legalább 156 °F, azaz 69 °C maghőmérsékletet kell elérni a termékben a száj- és körömfájás vírusának inaktiválásához. Annak ellenőrzése, hogy egy termék a hőkezelésnél elérte-e ezt a maghőmérsékletet, a maradék (reziduális) foszfatáz enzim aktivitásának mérésével történik, azaz a hőkezelés utáni enzimaktivitásból következtetünk a termék hőkezelésére.

Az enzimaktivitás a terméken belül - helytől függően - eltérő, hiszen eltérő a hőkezelés mértéke is. Ezért a mintavételt mindig a leglassabban melegedő pont, azaz a **termikus középpont** környezetéből kell végezni, mely itt a geometriai középpontnak felel meg (Körmendy I., 1982).

A hőkezelés utáni maradék foszfatázaktivitást természetesen befolyásolja a kezdeti enzimaktivitás is. Ez függvénye a **fehérjetartalomnak**, miután az enzim a fehérjéhez kötődik. A zsírtartalom szintén hatással van az enzimaktivitásra, ugyanis nagy zsírtartalom esetén az enzim hő hatására lassabban inaktiválódik (Hvass, 1983; Mihályiné, 1986). Befolyásolják a hőkezelés utáni aktivitást a különböző adalékanyagok is, melyek a pácoldattal kerülnek a termékbe. Ilyen például a konyhasó, amelyről megállapították, hogy az enzim hőtűrését növeli (Körmendy, 1963; Körmendy és Gantner, 1960, 1967). Ez a hatás azonban csak 3,55 % sótartalom fölött érvényesül (Lind, 1965). A húskészítményekhez 0,05 %-os koncentrációban hozzáadott aszkorbinsav nem okoz lényeges eltérést az enzimaktivitásban (Lind, 1965). A húskészítmény pH-jának csökkenésével az enzim hőtűrése nő, ennek befolyása azonban szintén jelentéktelen, miután a legtöbb hústermék pH-értéke csak szűk tartományon belül ingadozik (Körmendy, 1963). Polifoszfatok használatánál két ellentétes irányú hatás érvényesül: az enzim hőtűrését növelik (Hvass, 1983), ugyanakkor, mint kompetitív inhibitorok, az enzimműködést gátolják (Körmendy, 1963). Dextróz adagolása (4 % mennyiségben) nem befolyásolja az enzim hőtűrését (MIHÁLYINÉ, 1986).

Mivel az amerikai exportra gyártott sonka félkonzervek kémiai összetételében és egyéb jellemzőiben csak kis ingadozások mutatkoznak (Csapó és Körmendy, 1985; Huszka et al., 1989), az említett tényezők a maradék foszfatázaktivitást csak csekély mértékben befolyásolják.

A termékben a hőkezelés utáni maradék enzimaktivitás tehát elsősorban a hőkezelés mértékétől függ. Ezt azonban nem csupán a hőkezelés hőmérséklete (mint azt az USDA előírja), hanem az időtartama is befolyásolja, azaz pasztörözési egyenértékben kell gondolkodni.

E tanulmány arról a munkáról számol be, melynek keretében meghatároztuk az enzim hő hatására történő inaktiválódását, és kiszámítottuk a tizedelési hőmérsékletkülönbséget, valamint a pasztörözési egyenértéket.

Anyag és módszer

A modellkísérletekhez nyers, tumblerben pácolt húst (félkész dobozolt sonkát) használtunk fel, melynek átlagos kémiai összetétele a következő volt:

víz tartalom 74,0 %

fehérjeteralom 21,4 %

zsírtartalom 2,3 %

sótartalom 3,2 %

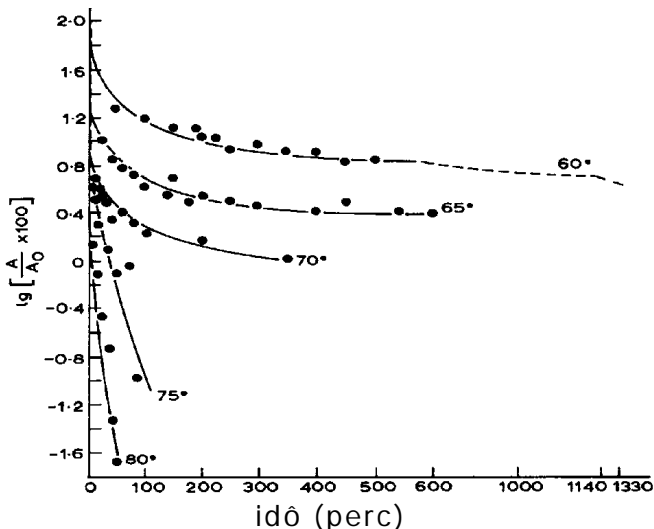
polifoszfát tartalom ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ -ben kifejezve) 0,5 %.

Darálás után a nyers húsmasszát polietilén-poliamid zacskóba helyeztük 2 mm vékonyságú rétegben elhengerelve (ebben az esetben ugyanis a teljes keresztmetszet átmelegedésének ideje 20 másodpercnél kisebb, ami a hőkezelés időtartamához képest elhanyagolható), majd vákuumhegesztés után ultratermosztátban hőkezeltük.

A minták foszfátaktivitását a már ismertetett módosított módszerrel mértük (Körmendy et al., 1992; Zsarnóczay és Körmendy, 1992).

Eredmények és értékelés

A foszfátaktivitás és a hőkezelés mértékének összefüggése



1. ábra: Foszfátáz inaktiválódása különböző hőmérsékleteken ($A_0=0$ időpontban mért aktivitás, $A_t=t$ időpontban mért aktivitás)

A foszfátaktivitás és a hőkezelés mértékének vizsgálatánál különböző hőkezelésű minták foszfátaktivitását mértük modellkísérletben. A minták hőkezelését 60; 65; 70; 75 és 80 °C-on, különböző időtartamig végeztük. A méréseket háromszor ismételtük, a véletlenszerűen kiválasztott, pácolt, dobozolás előtt álló nyers húsokból. Az eredményeket az 1. ábra mutatja be.

Látható, hogy az enzim inaktiválódása a hőkezelés kezdetén még gyors, melyet egy közel lineáris szakasz követ. Látható az is, hogy a foszfatáz inaktiválódása nem elsőrendű reakció, miután a görbék féllogaritmusan nem lineárisak.

Hőinaktiválódási jellemzők meghatározása

Mint ismeretes, az enzimek hőinaktiválódása a hőkezelés hőmérsékletétől és időtartamától függ. A hőinaktiválódás ezért a következő értékekkel jellemezhető (Ball és Olson, 1957; Körmendy I., 1966):

z = tizedelési hőmérsékletkülönbség (adott maradék foszfatázaktivitás egy nagyságrendű csökkenéséhez tartozó hőmérsékletkülönbség)

P_c^{70} = pasztörözési (hőkezelési) egyenérték (az elégséges hőkezelés eléréséhez szükséges idő 70°C-on történő hőkezelés esetén a geometriai középpontban)

Tizedelési hőmérsékletkülönbség

A tizedelési hőmérsékletkülönbség meghatározásához a konstans enzimaktivitásokhoz tartozó, különböző hőfokoknál mért hőkezelési időket használtuk fel. Ezek logaritmusát ($\log \tau$) a hőmérséklet (T) függvényében ábrázolva egyeneseket kaptunk, melyek egyenlete:

$$\log \tau = b - T/z \quad \text{ahol} \quad b = \text{tengelymetszet} \\ 1/z = \text{meredekség}$$

Az egyenes meredekségének kiszámításához az 1. táblázatban szereplő eredményeket használtuk fel. Öt különböző, előre meghatározott enzimaktivitáshoz tartozó $\log \tau$ - T összefüggés egyenesének kotangensét kiszámoltuk, majd ezeket átlagoltuk, mely alapján $z=6,94$. A számítás elméleti megfontolásait Körmendy I. (1966) közleményéből vettük.

1. táblázat: Adott maradék foszfatázaktivitás eléréséhez szükséges idők

A	T=60 °C		T=65 °C		T=70 °C		T=75 °C		T=80 °C		z
	τ_{60}	$\log \tau_{60}$	τ_{65}	$\log \tau_{65}$	τ_{70}	$\log \tau_{70}$	τ_{75}	$\log \tau_{75}$	τ_{80}	$\log \tau_{80}$	
1337	700	2,85	52,5	1,72	7	0,85	2,0	0,30	0,60	-0,22	6,61
1146	890	2,95	67,5	1,83	10	1,00	3,0	0,48	0,96	-0,02	6,86
955	1050	3,02	101,5	2,01	13	1,11	4,5	0,65	1,34	0,13	7,00
764	1240	3,09	180,0	2,26	20	1,30	7,2	0,85	1,86	0,27	7,09
573	-	-	350,0	2,54	51	1,71	12,3	1,09	2,64	0,42	7,16

Jelölés: A = foszfatázaktivitás [$\mu\text{mol fenol}/1000 \text{ g}$]

T = a hőkezelés hőmérséklete

τ = adott hőfokhoz és aktivitáshoz tartozó hőkezelési idő [perc]

z = tizedelési hőmérsékletkülönbség [$^{\circ}\text{C}$]

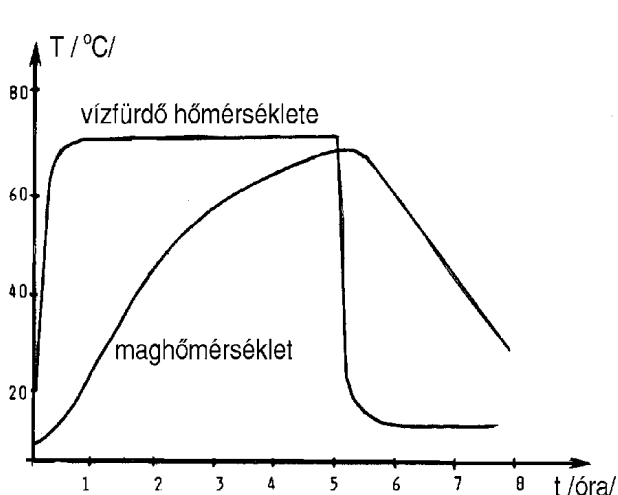
Pasztőrözési egyenérték

A fenti egyenes tengelymetszetének kiszámolásához szükséges a hőinaktiválódás másik jellemzőjének ismerete, a referencia-hőmérsékletre vonatkoztatott pasztőrözési egyenérték.

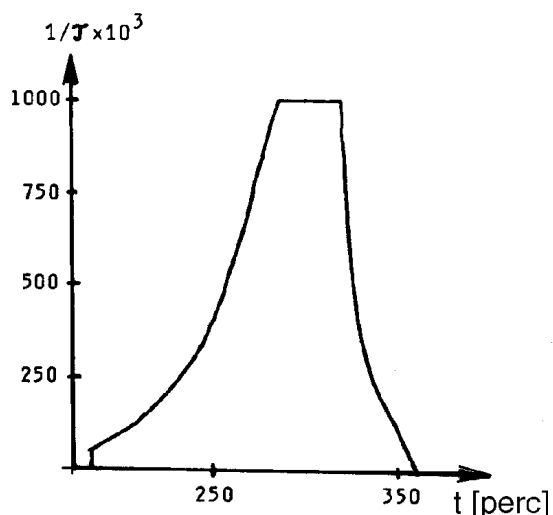
A referencia-hőmérséklet pasztőrözött készítményeknél egyezményesen 70 °C, teljes konzerveknél pedig 121,1 °C (Reichert et al., 1979, 1988). Az amerikai hőkezelési előírások azonban jelenleg a pasztőrözési egyenértéket nem adják meg. Az USDA 69 °C maghőmérséklet elérését írja elő (USDA-APHIS, 1982). Blackwell és munkatársai (1982, 1988) szerint a húskészítményeket 79 °C maghőmérsékletig kell hőkezelní, hogy a száj- és körömfájás vírusa inaktiválódjon.

Lind (1966) felvett egy referenciául szolgáló hőpenetrációs görbét a 12 librás oblong dobozolt sonka (166x103x320 mm) geometriai közép-pontjában. A hőkezelést állandó hőmérsékleten, vízben végezte. A termék kezdeti hőmérséklete $T_0=9$ °C, a konstans víz hőmérséklet $T_K=73$ °C és az elért maghőmérséklet $T_M=70$ °C volt (2. ábra).

A 2. ábrán látható hőpenetrációs referencia görbe adataiból számítottuk ki az elégséges hőkezelés eléréséhez szükséges időt (Körmendy I., 1966, 1982). Ennek meghatározásához először kiszámoltuk a $\log\tau=b-T/z$ egyenlet tengelymetszetét ($z=6,94$; $T=70$; $\tau=P_c^{70}=1$), melynek értéke 10,09. Ezzel a tengelymetszettel számoltuk az adott maghőmérséklethez tartozó hőinaktiválódási sebességet ($1/\tau$), majd azt az adott maghőmérséklet eléréséhez szükséges idő függvényében ábrázoltuk (3. ábra). A görbe alatti terület közvetlenül adja a P_c^{70} értéket, ami ebben az esetben 80 perc volt.



2. ábra: 12 lbs oblong (166x103x320 mm) dobozolt sonka elégséges hőkezelésének hőpenetrációs görbéje LIND (1966) szerint



3. ábra: Az elégséges hőkezelési időtartam meghatározása Bigelow módszere szerint (ref. BALL és OLSON, 1957) a hőterhelési görbe alapján

Amennyiben a $z=10$ -nek megfelelő P_c^{70} -értéket számoljuk ki (jelenleg ugyanis ezt tekintik összehasonlítási alapnak), akkor $P_c^{70}=94$ perc adódik.

Mivel a száj- és körömfájás vírusára nézve z -értéket a szakirodalomban nem találtunk, ezért az eredményt más mikroorganizmusok hőpusztulási adataival hasonlítottuk össze. Reichert (1980) a viszonylag hőrezisztens *Streptococcus faecium* hőpusztulását vizsgálta húsmintában és a teljes hőpusztuláshoz szükséges időtartamot $P_c^{70}=40$ percnek ($z=10$) találta. Magnus és munkatársai (1988) szerint a húspanban a legrezisztensebb vegetatív mikroorganizmus a *Str. faecium* P-1 A törzs. Ennek P_c^{70} -értéke 95 perc ($z=7,5$). Ugyanezt a mikroorganizmust vizsgálta Houben (1980, 1982) is, aki $P_c^{70}=89$ percet állapított meg ($z=10$).

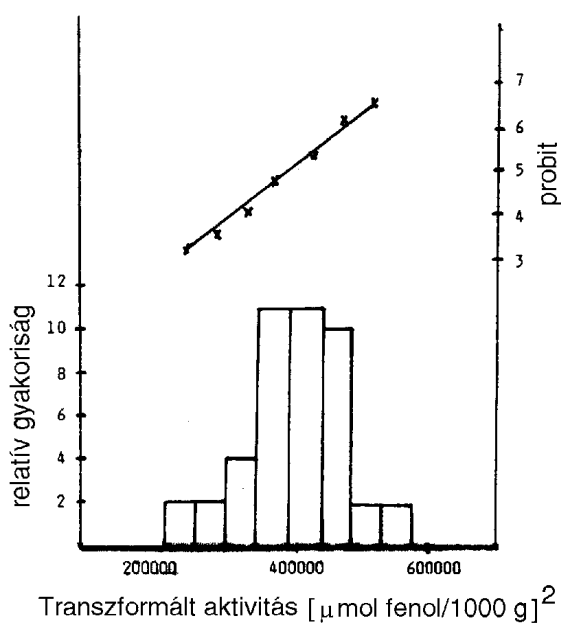
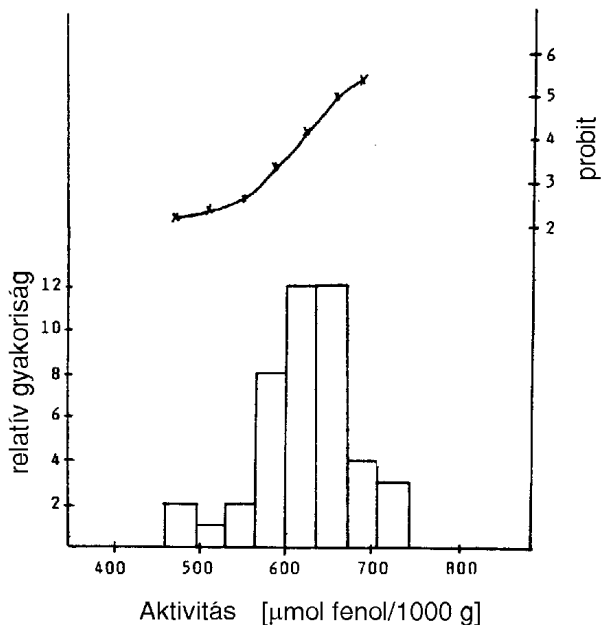
A maradék foszfatázaktivitás határértékének meghatározása dobozolt sonka-készítményeknél

Miután, a száj- és körömfájás vírusának hőinaktiválódási jellemzői ismeretlenek, a Lind-féle hőpenetrációs görbéből (Lind, 1966) a foszfatáz aktivitására kapott $z=6,9$ -es érték figyelembevételével számított $P_c^{70}=80$ perc tekinthető referenciaértéknek.

A $P_c^{70}=80$ percnek megfelelő foszfatázaktivitás-határérték megállapítására 44 db véletlenszerűen kiválasztott, dobozolás előtt álló nyers, pácolt, tumblerezett húst hőkezeltünk ultratermosztátban, 70 °C -on 80 percig, az előzőekben leírt módon, fóliában vékonyan elhengerelve. 2 napi hűtőtárolás után határoztuk meg ezek foszfatázaktivitását, melynek eloszlását a 4. ábra mutatja. Látható, hogy az eloszlás unimodális és kissé aszimmetrikus. A mérés során kapott értékek tapasztalati eloszlását összehasonlítottuk normális eloszlással probitanalízis és χ^2 -próba segítségével (Weber, 1972). Az ábrán látható, hogy a probit függvény nem lineáris, tehát a tapasztalati eloszlás nem normális.

A határérték megállapítása céljából ezért a mért foszfatázaktivitásokat transzformáltuk ($A_t=A^2$), és az így kapott eloszlást hasonlítottuk össze a normális eloszlással. Ebben az esetben a transzformált adatok tapasztalati eloszlása közelítőleg normálisnak tekinthető, amint az az 5. ábrán is látható.

A főzés után megengedett maradék foszfatázaktivitás határértékének megállapításánál ezért a transzformációval kapott adatokat használtuk fel. Az eredményt a 2. táblázatban mutatjuk be.



4. ábra: Mért foszfátaktivitások eloszlása és probit függvénye

5. ábra: Transzformált foszfátaktivitások eloszlása és probit függvénye

2. táblázat: Dobozolt sonkák foszfátaktivitás határértékének megállapítása egymintás és kétmintás ellenőrzés esetén

n	A_t	s_t	cv_t	határérték	
				egymintás ellenőrzésnél $A_t + 1,65s_t$	kétmintás ellenőrzésnél $A_t + 1,65s_t / \sqrt{2}$
44	$394,8 \times 10^3$	$68,3 \times 10^3$	17,3	$507,5 \times 10^3$	$474,5 \times 10^3$
β	egymintás ellenőrzésnél		kétmintás ellenőrzésnél		
10%	25 perc		30 perc		
5%	22 perc		29 perc		

Jelölés: n = mintaelemek száma

β = másodfajú hiba valószínűsége

A_t = mért aktivitásnégyzetek átlaga ($A_t = A^2$), [$\mu\text{mol fenol}/1000 \text{ g}$]

s_t = mért aktivitásnégyzetek szórása

cv_t = mért aktivitásnégyzetek relatív szórása [%], $cv_t = \frac{s_t}{A_t} \cdot 100$

Amennyiben a termék transzformált maradék foszfátaktivitása ($A_t = A^2$) kisebb, mint a határérték, a termék megfelelően hőkezeltnek tekinthető. A 2. táblázat határértékeivel történő összehasonlításnál ezért a mért egyedi foszfátaktivitásokat előbb mindig négyzetre kell emelni, és ezek segítségével kell pl. a kétmintás ellenőrzésnél a számtani átlagot

kiszámítani. (Az ellenőrző rendszer alkalmazásával összefüggő problémák megoldására szívesen állnak a szerzők az érdeklődők rendelkezésére.)

Az ellenőrző rendszert az elsőfajú hiba $\alpha=5\%$ valószínűségére számoltuk ki egyoldali kérdésfelvetéssel, miután az előírtnál intenzívebb hőkezelést a hatósági minőségellenőrzés megengedi. (α = annak a valószínűsége, hogy az elégségesen hőkezelt mintát tévesen nem elégségesen hőkezeltnek ítéljük.) A 2. táblázat a másodfajú hiba valószínűségét (β) is feltünteti 5 %, illetve 10 %-os szinten. A számításokat DIXON és MASSEY (1957) nomogramjai segítségével végeztük. A pasztörözési egyenérték eltolódását az 1. ábra adatai alapján becsültük.

A hőkezelés ellenőrzésére használt rendszer a hőrezisztens sztreptokokkuszokra nézve megfelelően érzékeny, miután REICHERT és munkatársai (1979, 1988) szerint $P_c^{70}=30$ perc ezek elpusztításához már elegendő. Sajnálatos, hogy a száj- és körömfájás vírusra nézve az irodalom nem közöl P_c^{70} értéket, és jelenleg a maghőmérsékletre vonatkozó hatósági előírás létezik.

Irodalom

- BALL, C. O., OLSON, F. C. W. (1957): Sterilization in food technology. McGraw-Hill, New York.
- BLACKWELL, J. H., RICKANSRUD, D., McKERCHER, P. D., McVICAR, J. M. (1982:) Effect of thermal processing on the survival of foot and mouth disease virus in ground meat. J. Food Sci. **47**, 388.
- BLACKWELL, J. H., NOLAN, E. J., RICKANSRUD, D. A. (1988): Total coloric input of a thermal process as an index of lethality for foot and mouth disease virus. J. Food Sci. **53**, 185.
- CSAPÓ, I., KÖRMENDY, L. (1985): A pácolt sertéshúskészítmények új, a zsírmentes fehérjetartalmon alapuló minősítési rendszere az USA-ban. Élelmezési Ipar **39**, 350.
- DIXON, W. J., MASSEY, F. J. (1957): Introduction to statistical analysis. McGraw-Hill, New York.
- HOUBEN, J. H. (1980): Thermoresistentie van Streptococcus faecium in gepasteuriseerde ham. Drukkery Elinkwijk BV, Utrecht.
- HOUBEN, J. H. (1982): Hitzeresistenz von Streptococcus faecium in pasteurisiertem Schinken. Fleischwirtschaft **62**, 511.
- HUSZKA, T., ESZES, F., BÁLINT, M. (1989): Vizsgálatok fóliás és dobozos sonka hőkezelése során. KÉKI kollokviumi előadás, Budapest.

- HVASS, A. (1983): Determination of maximum center temperature in canned luncheon meat based on residual acid phosphatase activity. Danish Meat Products Laboratory. Kézirat: 48.30.
- KÖRMENDY, I. (1966): Kiegészítő megfontolások változó hőmérsékleten végbemenő hőpusztulási és egyéb hasonló folyamatok számításához. Élelmészeti Ipar **20**, 193.
- KÖRMENDY, I. (1982): A hőkezeléssel történő tartósítás korszerű ipari technológiái. Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem, Budapest, Jegyzet
- KÖRMENDY, L. (1963): A húskészítmények főttségének megállapítására szolgáló eljárások kritikai vizsgálata, különös tekintettel a foszfatázaktivitás meghatározására. Kandidátusi disszertáció, Budapest.
- KÖRMENDY, L., ZSARNÓCZAY, G., MIHÁLYI, V. (1992): A new, modified acid phosphatase assay for determining the extent of heat treatment in canned hams. Food Chemistry **44**, 367.
- KÖRMENDY, L., GANTNER, GY. (1960): Über die saure Phosphatase des Fleisches. Z. Lebensm. Unt. Forsch. **113**, 13.
- KÖRMENDY, L., GANTNER, GY. (1967): Neuere Angaben über die saure Phosphomonoesterase des Fleisches. Z. Lebensm. Unt. Forsch. **134**, 141.
- LIND, J. (1965): The determination of acid phosphatase activity in canned hams. Danish Meat Products Laboratory. Kézirat: 25.65.
- LIND, J. (1966): Supplement to the report of the determination of acid phosphatase activity in canned hams. Danish Meat Products Laboratory. Kézirat: 25.65A.
- MAGNUS, C. A., McCURDY, A. R., INGLEDEW, W. M. (1988): Further studies on the thermal resistance of *Str. faecium* and *Str. faecalis* in pasteurized ham. Can. Inst. Food Sci. Technol. J. **21**, 209.
- MIHÁLYI, GYNÉ (1986): Exportkészítmények hőkezelési körülményeinek felülvizsgálata, különös tekintettel a foszfatázaktivitás mérésére. OHKI jelentés, Budapest.
- REICHERT, J. A. (1980): Optimierung der Kochbedingungen für Brüh- und Kochwürste. Fleischerei **31**, 1173.
- REICHERT, J. A., BREMKE, H., BAUMGART, J. (1979): Zur Ermittlung der Erhitzungseffektes für Kochschinken. Fleischerei **30**, 624.
- REICHERT, J. A., THUMEL, H., LÜCHTEFELD, G. (1988): Zur Pasteurisation von Fleischerzeugnissen. Fleischerei **39**, 199.
- USDA-APHIS (1982): Code of Federal Regulations. Title 9.
- WEBER, E. (1972): Grundriss der biologischen Statistik. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- ZSARNÓCZAY, G., KÖRMENDY, L. (1992): Új módszer húskészítmények hőkezelésének ellenőrzésére a foszfatáz próba alapján. A Hús **2**(3), 135.

Dobozolt sonkák elégséges hőkezelésének meghatározása

Zsarnóczy G. és Körmendy L.

Dobozolt sonkák hőkezelésénél legalább 69 °C maghőmérséklet elérését írják elő. Ez a megfogalmazás azonban nem szabatos, hiszen a hőkezelés mértékét nemcsak a hőmérséklet, hanem a hőkezelés időtartama is befolyásolja. Ezért a szerzők meghatározták a dobozolt sonka maradék foszfatázaktivitása és a hőkezelés mértéke közötti összefüggést, ami alapján kiszámították a maradék foszfatázaktivitás megengedett felső határértékét.

Determination of Sufficient Heat Treatment of Canned Ham

Zsarnóczy, G. and Körmendy, L.

It is a rule to reach at least 69 °C core temperature during heat treatment of canned ham. This expression however is not exact as the degree of heat treatment is influenced not only by the temperature but also the duration of heat treatment. For this reason, correlation of residual phosphatase activity and the degree of heat treatment was determined and used as a basis for the calculation of permitted upper limit of the residual phosphatase activity.

Bestimmung der ausreichenden Wärmebehandlung von Dosenschinken

Zsarnóczy, G. und Körmendy, L.

Bei der Wärmebehandlung von Dosenschinken wird die Erreichung einer Kerntemperatur von mindestens 69°C vorgeschrieben. Diese Forderung ist jedoch nicht exakt formuliert, da das Maß der Wärmebehandlung nicht nur durch die Temperatur, sondern auch durch die Dauer der Wärmebehandlung beeinflusst wird. Aus diesem Grunde wurde der Zusammenhang zwischen der Restphosphataseaktivität von Dosenschinken und dem Maß der Wärmebehandlung bestimmt, nach dem der zugelassene obere Grenzwert der Restphosphataseaktivität berechnet wurde.