

A hőkezelés hatása a tej fehérjéire

PHAM VAN MINH*, LINDNER KÁROLY, és KÁDAS LAJOS

Kereskedelmi és Vendéglátóipari Főiskola, Élelméstudományi Tanszék, Budapest

Érkezett: 1978. április 22.

A tej hagyományos pasztörözésének korlátai jól ismertek. Legalapvetőbb, hogy nem teszi lehetővé a tej huzamosabb ideig történő eltartását. Az utóbbi időszakban azonban egyre inkább jelentkezik az az igény, hogy hosszabb ideig eltartható és táplálkozásélettani szempontból az eredetit megközelítő fogyasztási tej kerüljön forgalomba. Ennek megvalósítására a különböző hőmérsékleteken végzett sterilizációs eljárások látszanak alkalmasnak.

A tej sterilizálását akkor tekinthetjük megfelelőnek, ha biztosítja a tej gyakorlatilag teljes csiramentességét és a lehető legcsekélyebb mértékben változtatja meg annak jellemző biológiai, valamint fizikai-kémiai tulajdonságait.

Munkánk során azt vizsgáltuk, hogy a hőkezelés a tej fehérjéinek milyen jellegű és milyen mértékű elváltozását eredményezi a nyers tejhez viszonyítva.

Vizsgálati anyag és módszer

A vizsgálatokhoz a Kelet-pesti tejüzem begyűjtéséből származó elegytejet használtuk. A hőkezeléssel történő előkészítés részint a hagyományos pasztörözéssel történt 85 °C-on, másrészt az üzem lemezes típusú ellenáramú hőcserélőjében történő sterilizálással, amelynek során a tejet néhány másodpercnél nem hosszabb időre 130 °C fölé hevítettük. A vizsgálatokat ennek megfelelően háromféle tejmin-tán végeztük:

- nyers tej
- pasztörözött tej
- sterilizett tej.

Az alkalmazott meghatározási módszerek a következők:

a) Az összes fehérjetartalmat, valamint külön-külön a kazein és a savófehérjék mennyiségét Pro-Milk készülékkel határoztuk meg, *Uzonyiné* által közölt módon (1., 2.).

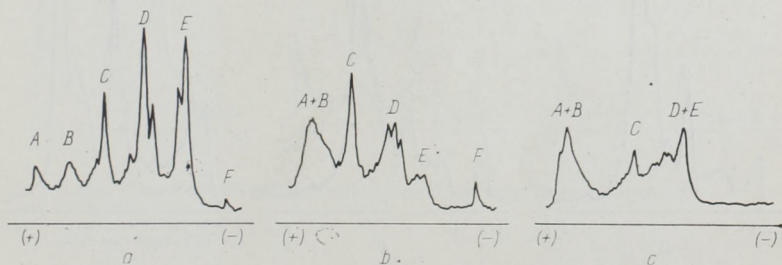
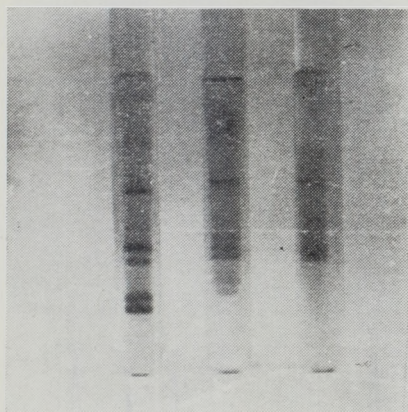
b) A nem fehérje eredetű nitrogén meghatározásához a tejfehérjéket a végkoncentrációra számítva 12%-os triklórecetsavval kicsaptuk. Szűrést követően a nitrogéntartalmat a szűrletből határoztuk meg mikro-kjeldahl módszerrel.

c) A savófehérjék denaturálódásának mértékét *Kenkara* és *Morra* módszerével jellemeztük, *Zsdánova* alapján (3). Ez szerint:

$$M_d = \frac{N_n - N_s}{N_n} \cdot 100$$

* Élelmiszeripari Kutató, Hanoi (Vietnam)

ahol: M_d = savófehérje denaturálódásának mértéke (%)
 N_n = savófehérje nitrogéntartalma a nyers tejben (mg/100 cm³)
 N_s = savófehérje nitrogéntartalma a hőkezelt tejben (mg/100 cm³)



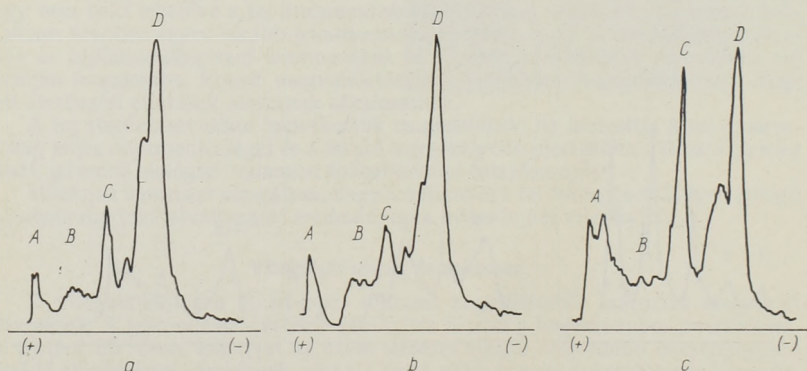
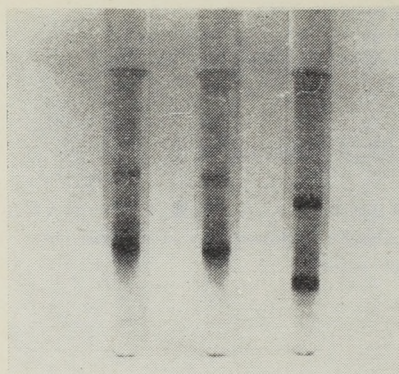
7. a) és b) ábra: A zsirmentes teljes tej fehérjéinek poliakrilamid-gél elektroferogramja és denzitogramja

- a) nyers tej
- b) pasztörözött tej (85 °C)
- c) sterilizett tej (130 °C)

d) Az egyes tejfehérjék frakcionálását poliakrilamid-gél elektroforézises eljárással végeztük. A vizsgálatokat, zsirmentes teljes tejjel, valamint a különválasztott kazein és savófehérjékkel is elvégeztük. Ez utóbbihoz a tej pH-ját állandó keverés közben 1 n ecetsavval 4,5 értékre állítottuk be és a kicsapódó kazein-fehérjéket centrifugálással választottuk el a savófehérjéket tartalmazó szűrletből. A poliakrilamid-gél elektroforézist az általunk előzetesen már közölt eljárás szerint végeztük (4.). A gélekben szétválasztott fehérje frakciók mennyiségi kiértékelése „Chromoscan” típusú denzitométerrel történt.

Vizsgálati eredmények

A különböző hőmérsékleten kezelt tejminták fehérjetartalmának számszerű értékeit az I. táblázat foglalja össze. Ebből kitűnik, hogy a pasztörözés és a



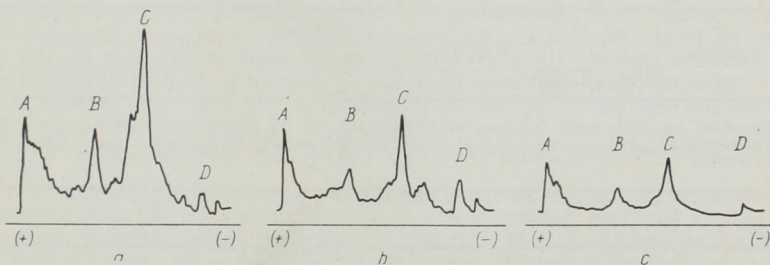
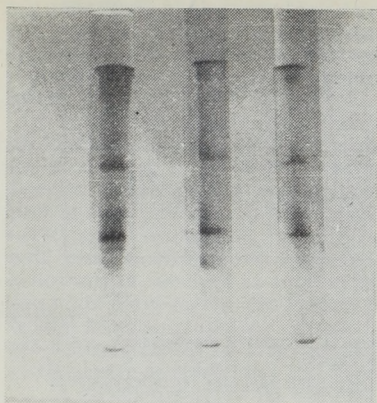
2. a) és b) ábra: A kazein fehérjék poliakrilamid-gél elektroferogramja és denzitogramja
 a) nyers tej
 b) pasztörözött tej (85 °C)
 c) sterilizett tej (130 °C)

1. táblázat

Különböző hőmérsékleten kezelt tej fehérjetartalma

Megnevezés	Tejminták		
	Nyers tej	Pasztörözött 85 °C	Sterilizett 130 °C
Összes fehérje, %	3,22	3,22	3,21
Kazein, %	2,57	2,65	2,85
Savófehérje, %	0,65	0,57	0,36
Nem fehérje nitrogén tartalom, mg/100 cm ³	30,60	30,72	29,97

sterilizálás hatására a nyers tejhez viszonyítva az összes fehérjetartalom gyakorlatilag nem változik. Jelentős és egyirányú, de tendenciájában ellentétes változás figyelhető meg a kazein és a savófehérjék mennyiségének alakulásában, nevezetesen



3. a) és b) ábra: A savófehérjék poliakrilamid-gél elektroferogramja és denzitogramja

- a) nyers tej
- b) pasztörözött tej (85 °C)
- c) sterilizett tej (130 °C)

2. táblázat

Különböző hőmérsékleten kezelt tej egyes savófehérjéinek nitrogéntartalma

Savófehérje frakció	Nyers tej	Pasztörözött 85 °C	Sterilizett 130 °C
	mg N/100 cm ³ tej		
Összes savófehérje	104,0	78,4	57,6
Albumin	65,5	35,1	32,8
β -aktalbumin	31,8	15,8	15,6
Proteáz-pepton	17,9	17,6	10,2

az, hogy a savófehérjék mennyisége a hőhatás fokozódásával csökken, a kazein pedig növekszik. Ez jól értelmezhető azáltal, hogy a hőmérséklet növekedése gyengíti a k-kazein védőkolloid szerepét, így könnyebben bekövetkezik a savófehérjéknek, elsősorban a β -laktoglobulinak a kazein fehérjékhez komplexként történő kötődése.

A tej fehérjéi közül a hőhatásokra elsősorban érzékeny savófehérjék egyes frakcióinak mennyiségi változását a 2. és 3. táblázat tünteti fel. Ebből kitűnik,

Az egyes savófehérjék nyers tejjre vonatkoztatott denaturálódásának mértéke különböző hőmérsékleten kezelt tejben

Savófehérje frakció	Pasztörözött 85 °C	Sterilizett 130 °C
	denaturálódás mértéke %-ban	
Összes savófehérje	27,7	46,6
Albumin	46,4	49,9
β -laktalbumin	50,3	50,9
Proteóz-pepton	1,7	40,1

4. táblázat

Az egyes frakciók területének nagysága és százalékos megoszlása a denzitogramok alapján

(T = az egyes frakciócsúcsok által behatárolt területek nagysága területegységben)

Teljes tej:

Tejminta	Frakciók											
	A		B		C		D		E		F	
	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%
Nyers tej ..	2,0	8,4	2,8	11,8	4,4	18,6	8,4	35,4	5,8	24,5	0,3	1,3
Pasztörözött	→		7,2	31,3	5,6	24,3	6,0	26,1	3,3	14,4	0,9	3,9
Sterilizett ..	→		4,4	28,9	3,2	21,1	→		7,6	50,0	—	—

Kazein:

Tejminta	Frakciók							
	A		B		C		D	
	T	%	T	%	T	%	T	%
Nyers tej	1,4	5,1	2,6	9,6	4,2	15,4	19,0	69,9
Pasztörözött	1,4	5,5	2,4	9,4	4,2	16,4	17,6	68,7
Sterilizett	8,2	21,3	3,4	8,9	9,4	24,5	17,4	45,3

Albumin:

Tejminta	Frakciók							
	A		B		C		D	
	T	%	T	%	T	%	T	%
Nyers tej	5,4	26,2	3,6	17,5	11,0	53,4	0,6	2,9
Pasztörözött	2,4	22,2	2,4	22,2	5,4	50,0	0,6	5,6
Sterilizett	2,2	39,3	1,0	17,8	2,2	39,3	0,2	3,6

hogy a hőhatás növekedtével az összes savófehérje mennyisége fokozatosan csökken. Eltérő azonban az egyes savófehérje frakciók csökkenésének dinamikája. Legnagyobb mértékű a β -laktalbumin esetében és ezt megközelítő az albumin mennyiségének csökkenése is. E két frakcióra jellemző, hogy — habár szignifikáns különb-

ség mutatkozik az alacsonyabb és a magasabb hőmérsékleti kezelés hatása között — már a pasztörözés hőmérsékletén bekövetkezik a fehérjék jelentős degradációja. A proteáz-pepton frakció esetében a pasztörözés még nem okoz számottevő mennyiségi csökkenést, a sterilizálás denaturáló hatása azonban már jelentősen megmutatkozik.

A poliakrilamid-gél elektroforézises vizsgálataink elfogramjait, illetőleg az azokról készített denzitogramokat az 1., 2., és 3. ábrák szemléltetik. Mennyiségi kiértékelésüket a 4. táblázat mutatja. Szükséges megjegyezni, hogy a hőkezelt tejek esetében a gél-elektroforézises vizsgálatok alapján nyert mennyiségi értékelés nem minden esetben mutat teljes egyezést az egyéb úton végzett mennyiségi fehérje meghatározásokkal, illetőleg csak korrekciós megfontolások után hasonlítható össze azokkal, mivel a hőkezelés hatására olyan fehérjeagregátumok is kialakulhatnak, amelyek az adott elektroforetikus technika alkalmazásával (elsősorban a gél pórus-méretétől függően) nem készíthetők vándorlásra, így a gélben a felvívó zónában maradnak. Ennek figyelembevételével is megállapítható, hogy a gél-elektroforézissel nyert jellemzésünk alátámasztja az egyes fehérjecsoportok viselkedésére az előzőekben tett megállapításainkat.

A zsírimentes teljes tej esetében a denzitogramokon hat frakciót jelöltünk meg, amelyek az elfogramok tanúsága szerint is jól elkülönülnek egymástól, sőt közülük néhány jól tagoltan alfrakciókra választható szét. Mivel célunk nem az analitikai jellegű preparatív elválasztás, hanem a fehérjék viselkedésének jellemzése volt, az azonosan viselkedő fehérjecsoportokat együtt jelöltük. Vizuálisan is jól megfigyelhető, hogy a hőhatás növekedtével a nagyobb mozgékonyással rendelkező, az elfogramokon alul elhelyezkedő savófehérjék fokozatosan degradálódnak, egyidejűleg növekszik az elfogramokon a csekély mozgékony frakciónak a mennyisége, amelyet a kazeinhez kötődő savófehérjék komplexének tekinthetünk.

A kazein- és a savófehérjék önálló elfogramjainak és denzitogramjának tanulmányozása hasonló következtetések levonásához vezet, egybevégt a teljes tej esetében tapasztalt jellegzetességekkel. A különválasztott kazeinfehérjék esetében is megfigyelhető a kis mobilitással rendelkező frakció felerősödése, illetőleg a savófehérjéknél egyes frakciók mennyiségi csökkenése.

* * *

Köszönetet mondunk Dr. Uzonyi Györgynének (TEA) a minták vizsgálatában nyújtott tanácsaiért és a Pro-Milk készülékkel végzett fehérjemeghatározásokért; Dr. Zachariev Györgynek (KÉKI) a denzitogramok elkészítésének lehetővé tételéért és a Kelet-pesti tejüzem vezető szakembereinek a hőkezelt minták rendelkezésünkre bocsátásáért.

IRODALOM

- (1) *Uzonyi Györgyné*: ÉVIKE 17, 143, 1971.
- (2) *Uzonyi Györgyné*: ÉVIKE, 20, 165, 1974.
- (3) *E. A. Zsádnova*: Denáturácija cijvárotocsnuk belkov pri nagrevánijj molaká do ultravészókih temperátur Molocsnaja promucslenosty N° VIII. 14— 19. 1968.
- (4) *Pham Van Minh, Kádas L.*: ÉVIKE 24, 73, 1978.

ВЛИЯНИЕ ТЕРМООБРАБОТКИ НА МОЛОЧНЫЕ БЕЛКИ

Фам Ван Минг, Линднер К. и Кадаш Л.

Авторы исследовали то, что разная температура термообработки (85°C и 130°C) какие изменения причиняет в молоке по сравнению со сырым молоком.

Количественные определения проведенные помощью оборудования Бро-Милк, а также и результаты исследования электрофореза погиакриламид-геля находятся в хорошем согласии и приводят равные заключения.

Болюенные результаты показывают на то, что в процессе пастеризации и стерилизации практически не изменяется содержание всего белка. В то же время в результате повышение температуры количество казеина и сывороточного белка показывает характерное изменение. Количество казеина увеличивается, а белок сыворотки уменьшается, что объясняется с тем, что в процессе термообработки между термолabileм сывороточным белком и белком казеина происходят процессы агломерации. В этих комплексных процессах образования принимают участие особенно κ -казеин и β -лактоглобулиновая фракция.

WIRKUNG DER WÄRMEBEHANDLUNG AUF DIE PROTEINE DER MILCH

Pham Van Minh, K. Lindner und L. Kádas

Die Natur der Änderungen der durch Wärmebehandlung bei verschiedenen Temperaturen (85 °C bzw. 130 °C) in den Milchproteinen hervorgerufenen Änderungen in Verhältnis zu den Proteinen der Rohmilch wurde untersucht.

Die Ergebnisse der mit dem Pro-Milk Instrument durchgeführten quantitativen Bestimmungen und der Untersuchungen mit Polyakrylamidgel-Elektrophorese zeigten eine gute Übereinstimmung und führten zu den gleichen Folgerungen.

Die erhaltenen Resultate weisen darauf hin, dass während der Pasteurisierung und Sterilisierung praktisch keine Änderungen im Gesamtgehalt an Proteinen stattfinden. Die Menge des Caseins nimmt zu, die der Molkeproteine nimmt ab. Dies ist dadurch erklärbar, dass während der Wärmebehandlung Agglomerationsvorgänge zwischen den wärmelabilen Molkeproteinen und den Caseinproteinen stattfinden. In diesen Komplexbildungsvorgängen nehmen hauptsächlich die κ -Casein- und β -Lactoglobulinfraktionen teil.

EFFECT OF HEAT TREATMENT ON MILK PROTEINS

Pham Van Minh, K. Lindner and L. Kádas

The nature of changes in milk proteins on the effect of heat treatment at various temperatures (85 °C and 130 °C) compared to that of raw milk were investigated.

The results of quantitative determinations carried out with the Pro-Milk instrument and of investigations by polyacrylamide-gel electrophoresis were in good accordance and they led to identical conclusions.

The obtained results show that practically no changes can be observed in the total protein content during pasteurization and sterilization. At the same time the amount of casein and whey proteins indicated characteristic changes with the increase of temperature. The amount of casein increases whereas that of whey proteins diminishes. This can be explained by agglomeration processes which take place between the thermolabile whey proteins and the casein proteins during the heat treatment. Mainly the κ -casein and β -lactoglobulin fractions participate in these complex formation processes.