Der Einfluss der Ultra-Hoch-Temperatur (UHT)-Sterilisation auf die Proteine und Vitamine der Milch

Autor(en): **Hostettler, H.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène**

Band (Jahr): **56 (1965)**

Heft 3

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-982195

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

MITTEILUNGEN
AUS DEM GEBIETE DER
LEBENSMITTELUNTERSUCHUNG UND HYGIENE
VERÖFFENTLICHT VOM EIDG. GESUNDHEITSAMT IN BERN
Offizielles Organ der Schweizerischen Gesellschaft für analytische und angewandte Chemie

TRAVAUX DE CHIMIE ALIMENTAIRE
ET D'HYGIÈNE
PUBLIÉS PAR LE SERVICE FÉDÉRAL DE L'HYGIÈNE PUBLIQUE À BERNE
Organe officiel de la Société suisse de chimie analytique et appliquée

ABONNEMENT:
Schweiz Fr. 22.— per Jahrgang (Ausland Fr. 27.—) Preis einzelner Hefte Fr. 4.— (Ausland Fr. 5.—)
Suisse fr. 22.— par année (étranger fr. 27.—) Prix des fascicules fr. 4.— (étranger fr. 5.—)

Band - Vol. 56 1965 Heft - Fasc. 3

Der Einfluß der Ultra-Hoch-Temperatur (UHT)-Sterilisation auf die Proteine und Vitamine der Milch*

H. Hostettler
Aus dem Medizinisch-chemischen Institut der Universität Bern und der wissenschaftlichen Abteilung der URSINA AG., Bern-Konolfingen

Anläßlich des am 27. Februar 1963 auf Einladung der Society of Chemical Industry Microbiology Group/Food Group in London am Joint Meeting über das Thema «Aseptic Filling of Milk into Tetra Pack» gehaltenen Vortrages wurde in der anschließenden Diskussion die Frage aufgeworfen, wie sich die bei der Uperisation® angewandte Thermik (150 ° C/2,4 Sec.) auf den Zustand der Proteine, deren ernährungsphysiologischen Wert und den Vitamingehalt der Milch, speziell an Vitamin B_6 und B_{12} im Vergleich zur Pasteurisation und Sterilisation im Autoklaven auswirke. Diese Frage ließ sich damals nicht einwandfrei beantworten, da eine solche, von der gleichen Rohmilch ausgehende vergleichende Untersuchung noch nicht vorgenommen war. Sie wurde jedoch in Aussicht gestellt und es wurde hiefür wie folgt vorgegangen:

Die gleiche rohe Magermilch wurde folgenden Erhitzungsprozessen unterworfen:

— Pasteurisation bei 85 ° C im Durchfluß
— Uperisation 150 ° C/2,4 Sekunden
— Sterilisation der in Dosen abgefüllten Milch im Autoklaven 116 ° C/15 Min.

* Vortrag gehalten am Symposium der Society of Chemical Industry/Food Group, London, 21. März 1965 in Bern.

Mit den vier Milchen wurden folgende Untersuchungen vorgenommen:

Medizinisch-chemisches Institut der Universität Bern (Dir. Prof. H. Aebi) und Zentrallaboratorium der Ursina AG. in Konolfingen:

— Stickstoffverteilung nach *Aschaffenburg* und *Drewry* (1).
— Elektrophoretisches Verhalten (*Tiselius*).
— Verteilungszustand des Caseins (Elektronenmikroskopie und Ultrazentrifugation).

Physiologisch-chemisches Institut der Johannes Gutenberg-Universität Mainz (Dir. Prof. *K. Lang*)

— Ernährungsphysiologische Eigenschaften.

Universität of Reading / The National Institute for Research in Dairying, Shinfield/Reading (Dir. Prof. R. G. Basket).

— Bestimmung des Gehaltes an Vitamin B_1, B_6 und B_{12}.

Der Versand der Milchen nach Mainz und nach Reading konnte nur so bewerkstelligt werden, daß sie lyophilisiert, luftdicht in Dosen verpackt und zur Untersuchung bereit gestellt wurden. In Bern und Konolfingen wurde die Untersuchung sowohl an den flüssigen als auch den lyophilisierten/rekonstruierten Milchen vorgenommen. Die Ergebnisse unserer eigenen Untersuchungen und derjenigen von Prof. *Lang* sind inzwischen veröffentlicht worden (2, 3, 4), so daß ich mich auf eine kurze Zusammenfassung beschränken kann.

1. Ergebnisse

Die bei der Ermittlung der Stickstoffverteilung erhaltenen Ergebnisse (Tabelle 1) lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Tabelle 1 Stickstoffverteilung in der flüssigen Magermilch
(Nach *Aschaffenburg* und *Drewry* [1])
* mg/100 g; ** d · G-N

	I roh		II past.		III ster.		IV uper.	
	*	**	*	**	*	**	*	**
Gesamt-N	551		544		554		551	
Casein-N	432	78,4	442	81,2	498	89,9	470	86,4
Molken-Pr. N	87	15,8	68	12,5	19	3,4	37	6,8
NPN								
lösl. in 4 % TES	69	12,5	62	11,4	37	6,7	40	7,4
lösl. in 12 % TES	32	5,8	34	6,2	37	6,7	34	6,3

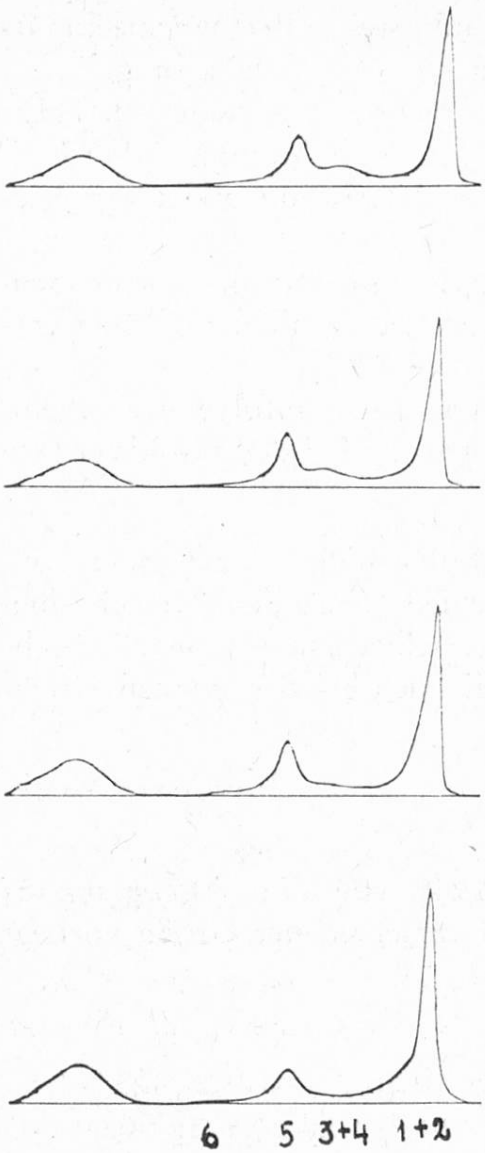

Abbildung 1. Elektrophoresendiagramme von Magermilch nach Tiselius.

Der durch Fällung bei pH 4,6 ermittelte Caseingehalt erfährt eine mit steigender Temperatur fortschreitende scheinbare Erhöhung, während umgekehrt der Gehalt an Molkenprotein absinkt. Die Erhöhung des Caseingehaltes entspricht weitgehend dem Rückgang an Molkenprotein. Die Erscheinung ist auf die mit steigender Wärmeeinwirkung zunehmende Komplexbildung der Molkenproteine mit Casein zurückzuführen; die an das Casein angelagerten Molkenproteine werden deshalb bei der Caseinfällung bei pH 4,6 mitgefällt. Der Vorgang tritt schon bei der Pasteurisation (MM II) merklich in Erscheinung, verstärkt sich bei der uperisierten Milch (MM IV) und ist am ausgeprägtesten bei der autoklavierten Milch (MM III). Je nach Beschaffenheit der Rohmilch können sich hier Verschiebungen einstellen.

2. *Elektrophoretisches Verhalten*

Die in der freien Elektrophorese nach *Tiselius* aufgenommenen Diagramme sind in Abbildung 1 wiedergegeben.

Zur Ermittlung des prozentualen Anteils der Proteine aus den zugehörigen Gradienten wurden die Diagramme ausgewertet (Tabelle 2).

Tabelle 2

Prozentualer Anteil der Milchproteine ermittelt aus dem Elektrophoresediagramm

	Gradienten im aufsteigenden Ast				
	1 + 2 α	3 + 4 MP	5 β	6	$\alpha : \beta$
MM/roh	55,7	17,8	21,3	5,2	2,61:1
MM/pasteurisiert	55,4	18,4	21,6	4,5	2,54:1
MM/sterilisiert	69,9	7,9	18,9	3,9	3,69:1
MM/uperisiert	63,1	9,6	23,2	4,2	2,72:1

Es ergibt sich daraus:

1. Der prozentuale Anteil an α-Casein nimmt mit steigender Wärmeeinwirkung zu, in Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Stickstoffverteilung.
2. Der Anteil an freiwanderndem Molkenprotein geht mit zunehmender Hitzeeinwirkung zurück. Kein Rückgang ist bei der Momenterhitzung auf 85 ° C (Pasteurisation) festzustellen; merklich ist er bei der Uperisation und ausgeprägt bei der Sterilisation im Autoklav.
3. Der β-Casein-Anteil erfährt bei der Sterilisation im Autoklav eine Senkung, während er bei der Pasteurisation und der Uperisation nicht merklich verschoben ist.
4. Das Verhältnis von α-Casein : β-Casein ist vor allem infolge der scheinbaren Erhöhung α-Caseins verschoben, besonders ausgeprägt bei der autoklavierten Milch.

Die Verschiebungen in der Stickstoffverteilung fallen nicht immer gleich aus, von Milch zu Milch können sich merkliche Unterschiede einstellen. Ursache hiefür dürften geringe, analytisch kaum erfaßbare Unterschiede in der physikalisch-chemischen Beschaffenheit der Milchproteine sein, die sich bei der starken Hitzeeinwirkung auszuwirken vermögen.

3. Der Verteilungszustand des Caseins

Mit Hilfe des Elektronenmikroskopes wurde 1949 von *H. Nitschmann* (5) gezeigt, daß das Casein in Form kugeliger Teilchen verschiedener Größe vorliegt (Abbildung 2).

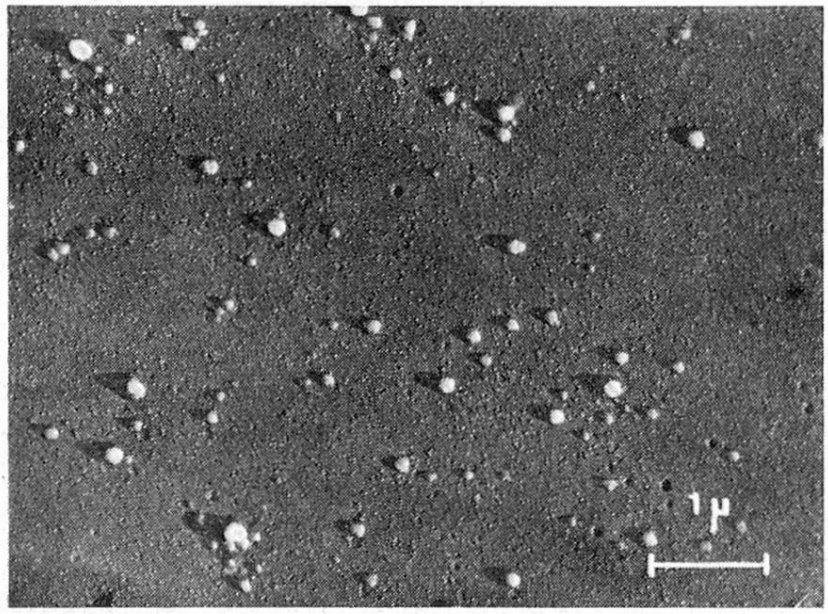

Abbildung 2. Caseinpartikel von Magermilch.

In den vier Milchen schien nach der vorgenommenen Untersuchung der polydisperse Verteilungszustand der pasteurisierten, autoklavierten und uperisierten

Milch gegenüber der Rohmilch wenig verändert. Die eingehende Auswertung der elektronenmikroskopischen Bilder und die Erweiterung der Untersuchungen auf weitere Versuchsreihen, der Beizug der Ultrazentrifuge und der statistischen Auswertung der Größenverteilung ließen jedoch erkennen, daß mit steigender thermischer Einwirkung eine zunehmende Umgestaltung der Caseinverteilung eintritt:

a) Die thermische Behandlung der Milch führt zur Abspaltung eines feindispersen Caseinanteils, der in der Ultrazentrifuge bei 50,000 g nicht sedimentiert (Abbildung 3). Dieser Anteil ist umso größer je intensiver die Hitzeeinwirkung wird (Tabelle 3).

Tabelle 3

	Bei 50,000 g nicht sedimentierender Caseinanteil in % des Gesamtcaseins
Rohmilch	4— 6 %
Pasteurisiert	6—12 %
Aufgekocht	15—20 %
Uperisiert	10—25 %
Sterilisiert (Autoklav)	20—36 %
135 ° C im Durchfluß + Sterilisation	45 %

Während der feindisperse Anteil in der Rohmilch 4—6 % beträgt, erreicht er in autoklavierter Milch 36—45 %. In uperisierter Milch beträgt er 10—25 %, wobei sich von Milch zu Milch Unterschiede ergeben können. Der abgespaltene feindisperse Anteil ist bei pH 4,6 ausfällbar und zeigt elektrophoretisch nahezu gleiches Verhalten wie das zugehörige Gesamtcasein (Abbildung 4 und 5).

b) Neben der Abspaltung des feindispersen Anteils ist mit zunehmender Hitzeeinwirkung eine Vergrößerung der Teilchen des übrigen Caseinanteils zu beobachten. Dieser Anteil relativ großer Teilchen kann je nach Grad der Hitzeeinwirkung in nahezu monodisperser Verteilung vorliegen. (Abbildung 6).

Unter Weglassung der Teilchen mit weniger als 50 mμ Durchmesser messen bei der Teilchenauszählung in:

— Rohmilch	78 % der Teilchen 50—100 mμ
— Milch roh / sterilisiert	73 % der Teilchen 100—150 mμ
— Milch 135 ° C Durchfluß vorerhitzt, hernach in der Dose nachsterilisiert	74 % der Teilchen 125—175 mμ

Über die sich bei diesen Verschiebungen des Verteilungszustandes des Caseins sich abspielenden Vorgänge kann noch nichts ausgesagt werden.

4. Ergebnisse der ernährungsphysiologischen Untersuchung

Im Tierversuch mit Ratten wurde gefunden, daß durch die Uperisation® die biologische Wertigkeit der Milch nicht beeinträchtigt wird: bezüglich Wachstum,

Futteraufnahme und Proteinefficiency traten keine Unterschiede auf bei Tieren, die mit lyophilisierter Rohmagermilch, pasteurisierter und uperisierter Magermilch gefüttert wurden. Die Proteinefficiency war bei den mit uperisierter Milch gefütterten Tiere significant besser als denjenigen, die im Autoklav sterilisierte Milch erhielten. Die Zusammensetzung der Blutserumproteine erfuhr keine Veränderung. Bei der Leber wiesen die Tiere der Gruppe MM III (Sterilmilch) eine etwas stärkere Verfettung auf als die Tiere der Gruppe MM I, II und IV. Die Leberfunktionsprüfung wurde durch keines der verfütterten Milchpulver beeinflußt.

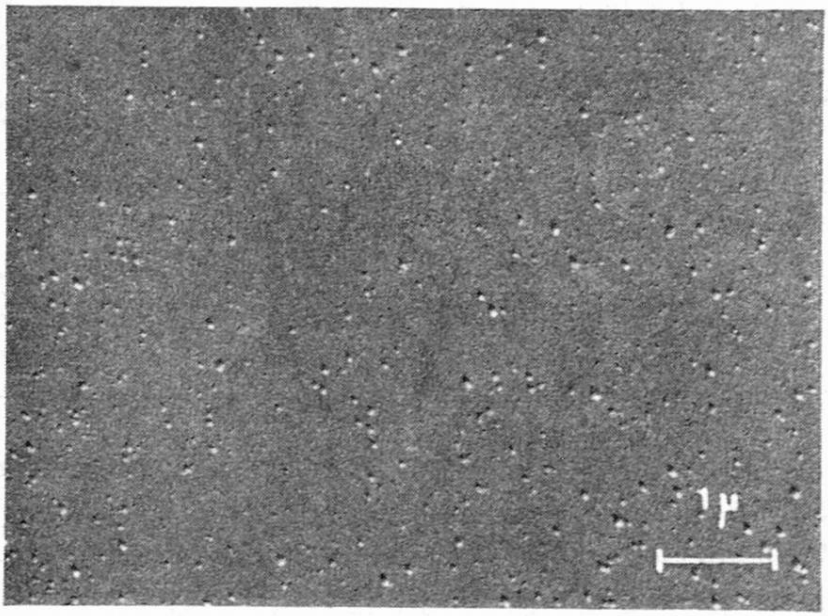

Abbildung 3
Hochdisperses, bei 50 000 g nicht sedimentierendes Casein.

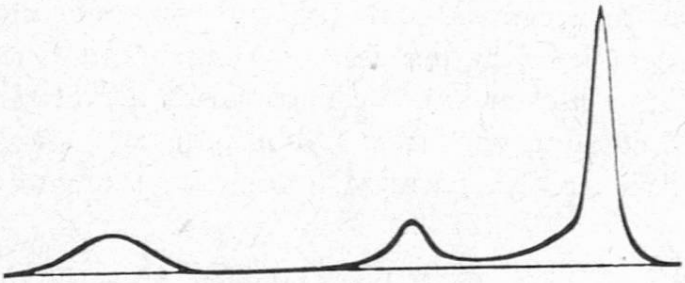

Abbildung 4
Elektrophoresediagramm von Gesamtcasein (sterilisierte Milch).

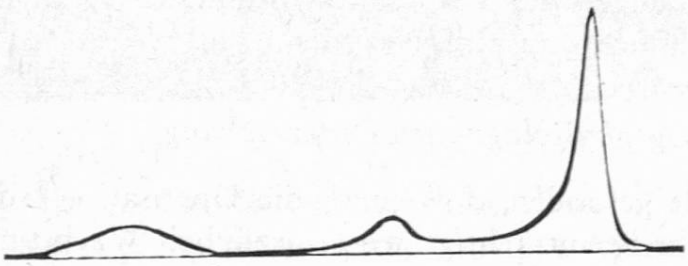

Abbildung 5
Elektrophoresediagramm von hochdispersem Casein (sterilisierte Milch).

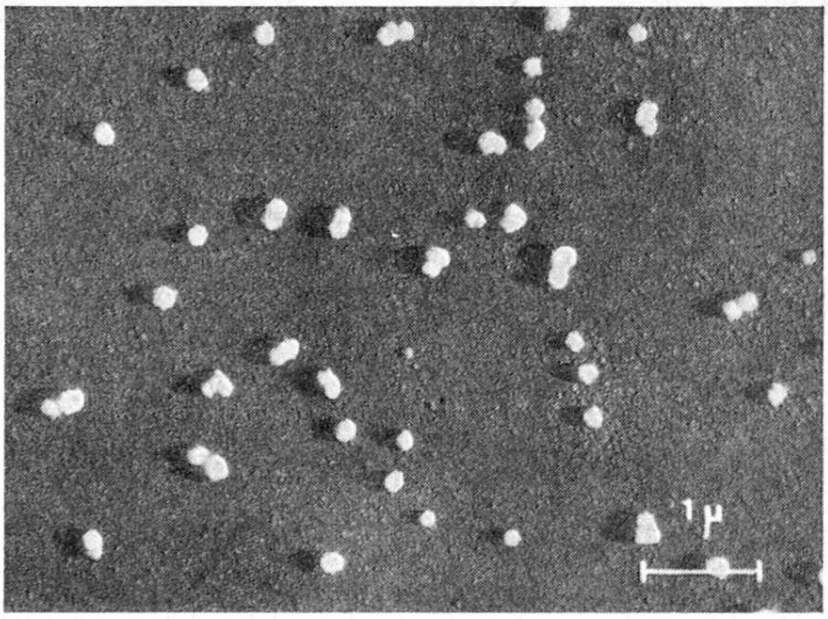

Abbildung 6
Große Caseinteilchen von sterilisierter Milch (im Durchfluß auf 135 ° C vorerwärmt, hernach in der Dose im Autoklav nachsterilisiert).

5. Der Einfluß auf den Gehalt an Vitamin B_1, B_6 und B_{12}

Die Vitaminbestimmung wurde im National Institute for Research in Dairying Shinfield/Reading nach der mikrobiologischen Methode von *M. E. Gregory* und *R. L. J. Lyster* vorgenommen. Die Ergebnisse wurden mir freundlichst von *H. Burton* mitgeteilt, wofür ich an dieser Stelle den herzlichsten Dank ausspreche. Die Werte sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

Tabelle 4
Einfluß der Wärmebehandlung auf den Gehalt an Vitamin B_1, B_6 und B_{12} von Magermilch

	Gehalt der Rohmilch = 100		
	B_1	B_6	B_{12}
MM / pasteurisiert	100	100	100
MM / sterilisiert	80	75	10
MM / uperisiert	100	75	80

In Tabelle 4 stellen wir einen nahezu vollständigen Verlust an Vitamin B_{12} in der sterilisierten Milch fest, während dieser Verlust in der uperisierten Milch bedeutend geringer ist, trotz der extremen Hitzebehandlung im Uperisationsprozeß.

Abschließend ist es mir eine angenehme Pflicht, allen, die an diesen Untersuchungen mitgewirkt haben, den besten Dank auszusprechen, vor allem Prof. *Lang*, und seinen Mitarbeitern in Mainz und *M. E. Gregory*, *R. L. J. Lyster* und *H. Burton* in Shinfield/Reading, dann aber auch meinen Mitarbeitern, *K. Imhof*, *J. Stein*, *J. Judin* und *Camilla Zbinden*.

Zusammenfassung

Zur Abklärung der Frage, wie sich die Uperisation® der Milch im Vergleich zu Pasteurisation und Sterilisation auf den Zustand der Proteine, deren ernährungsphysiologischen Wert, den Vitamingehalt der Milch, speziell an Vitamin B_1, B_6 und B_{12} auswirkt, wurde frische Magermilch der Pasteurisation (85 ° C im Durchfluß), Sterilisation (116 ° C/15 Min. im Autoklav) und Uperisation (150 ° C/2,4 Sek.) unterworfen. Mit den vier Milchen MM I (roh), MM II (past.), MM III (ster.), MM IV (up.) — wurden folgende vergleichende Untersuchungen vorgenommen:

— Stickstoffverteilung
— Elektrophorese *(Tiselius)*
— Verteilungszustand des Caseins
— Ernährungsphysiologische Eigenschaften
— Gehalt an Vitamin B_1, B_6 und B_{12}.

Über die Ergebnisse der umfangreichen Untersuchungen wird zusammenfassend berichtet.

Résumé

Pour connaître l'influence de l'upérisation® du lait, en comparaison avec la pasteurisation et la stérilisation, sur l'état des protéines, la valeur physiologique alimentaire, la teneur en vitamines, spécialement en vitamines B_1, B_6 et B_{12}, du lait maigre frais fut pasteurisé (85 ° C en circulation), stérilisé (116 ° C/15 min. à l'autoclave) et upérisé (150 ° C/2,4 sec.).

Les recherches comparées suivantes furent effectuées sur les 4 laits — MM I (cru), MM III (past.), MM III (ster.), MM IV (up.).

— Répartition de l'azote
— Electrophorèse *(Tiselius)*
— Dispersion de la caséine
— Caractéristiques physiologiques de nutrition
— Teneur en vitamines B_1, B_6 et B_{12}.

Les résultats de ces recherches étendues sont communiqués.

Summary

In order to ascertain how Uperisation® affects the condition of proteins, their nutritional-physiological value and the vitamin content of Milk, especially vitamins B_1, B_6 and B_{12}, in comparison with Pasteurisation and Sterilisation, fresh skim milk was subjected to Pasteurisation (85 ° C in the flow), Sterilisation (116 ° C/15 min. in the autoclave) and Uperisation (150 ° C/2,4 sec.). The following comparative investigations were carried out:

— Distribution of nitrogen
— Electrophoresis *(Tiselius)*
— Distribution of casein
— Nutritional-physiological qualities
— Content of vitamin B_1, B_6 and B_{12}.

The results of the extensive investigations are communicated.

Literatur

1. *Aschaffenburg R.* und *Drewry J.:* Int. Dairy Congr., London, 1959, Vol. 3, 1631.
2. *Hostettler H., Imhof K.* und *Stein J.:* Milchwissenschaft **20**, 189—198 (1965).
3. *Lang K., Czok C., Fricker A., Griem W., Kieckebusch, Krug E. und Pabst W.:* Milchwissenschaft **20** 309—315 (1965).
4. *Hostettler H., Lang K., Czok G., Fricker A., Griem W., Imhof K., Kieckebusch W., Krug E., Pabst W.,* und *Stein J.:* Zeitschr. f. Ernährungswissenschaft **6**, 25—35 (1965)
5. *Nitschmann H.:* Helv. Chim. Acta **32**, 1158 (1949).