



Konsummilchsorten

Pius EBERHARD und Peter U. GALLMANN, Eidgenössische Forschungsanstalt für Milchwirtschaft, Liebefeld (FAM), CH-3097 Liebefeld-Bern

Seit mehreren Jahren verliert die Pastmilch Marktanteile an die UHT-Milch. Dies vor allem, weil sich die Bevölkerungsstruktur und damit die Konsum- und Einkaufsgewohnheiten verändert haben. In einigen Ländern scheint sich die sogenannte «Extra-Hochpasteurisierte-Milch» als Kompromiss zwischen Past- und UHT-Milch einen gewissen Marktanteil zu sichern. Diese Milchsorte weist Vorteile bei der Distribution auf und wird vor allem von grossen Restaurants-Ketten eingesetzt.

Begriffe

Phosphatase

Ein Enzym der Rohmilch, welches bei der Pasteurisation vollständig inaktiviert wird.

Peroxidase

Ein Enzym der Rohmilch, welches bei der Pasteurisation nicht vollständig inaktiviert wird.

β -Lactoglobulin

Temperaturempfindliches Molkenprotein, Gehalt in der Rohmilch zwischen 3500 und 3800 mg/l.

Lactulose

Reaktionsprodukt von Laktose mit Proteinbausteinen, welches bei der Erhitzung über 100 °C gebildet wird.

Konsummilch muss frei von krankheitserregenden (pathogenen) Keimen sein. Allfällig in der Rohmilch enthaltene Keime werden nach traditionellen Verfahren durch Hitze einwirkung abgetötet. Die wichtigsten technologischen Kriterien zur Unterscheidung der Verfahren sind die Temperatur, die Heisshaltezeit und die Art der Hitzeübertragung (Tab. 1).

Von den aufgeführten Verfahren hat die Sterilisation in der Schweiz keine Bedeutung. Die Hochpasteurisation ist aufgrund der in Vernehmlassung stehenden Le-

bensmittelverordnung (LMV) ausgeschlossen, weil dort eine nachweisbare Restaktivität der Peroxidase gefordert wird. Da dieses Enzym bei Temperaturen von über ca. 80 °C bei den üblichen Pasteurisationsbedingungen inaktiviert wird, fällt die Hochpasteurisation als Verfahren ausser Betracht. Desgleichen ist die «Extra-Hochpasteurisierte-Milch», welche aufgrund ihrer zurzeit grössten Verbreitung auch als «Japan-Milch» bezeichnet wird, in der LMV nicht definiert.

Kontrolle mittels Hitzeindikatoren

Die Anpreisung verschiedener Milchsorten verlangt nach Kontrollmethoden, damit Falschdeklarationen und Mischungen verschiedener Sorten nachgewiesen werden können. In letzter Zeit wurden mit

Tab. 1. Unterscheidungskriterien für verschiedene Milchsorten aufgrund der eingesetzten Verfahren

Milchsorte (Verfahren)	Temperatur	Heisshaltezeit	Haltbarkeit	Lagerbedingung
Pasteurisation	72 - 75 °C	15 - 30 s	7 Tage	< 5 °C
Hochpasteurisation	80 - 90 °C	4 - 15 s	7 Tage	< 5 °C
Extra-Hochpasteurisation	125 °C	2 - 5 s	4 Wochen	< 5 °C
UHT	135 - 150 °C	2 - 5 s	11 Wochen	ungekühlt möglich
Sterilisation	109 - 115 °C	20 - 40 min	6 Monate	ungekühlt



Abb. 1. Konsummilchsorten in verschiedenen Packungen aus dem Handel.

dieser Zielsetzung verschiedene chemische und enzymatische Untersuchungsmethoden entwickelt beziehungsweise verbessert. Die wichtigsten Methoden sind in einem Vorschlag der EU enthalten, mit Grenzwerten für Hitzeindikatoren bei Konsummilch. Forscher der Bundesanstalt für Milchforschung, Kiel, schlagen teils abweichende Werte vor (Schlimme *et al.* 1994). In Tabelle 2 sind diese einander gegenübergestellt.

Die beiden Vorschläge weichen in einigen Punkten voneinander ab. Die Version der Bundesanstalt für Milchforschung in Kiel zielt klar auf eine möglichst produktschonende Behandlung hin. Die Lactulose eignet sich in Übereinstimmung mit dem

Tab. 2. Gegenüberstellung der vorgeschlagenen Grenzwerte von Hitzeindikatoren für pasteurisierte Milch (nach Schlimme *et al.* 1994)

Konsummilch (Wärmebehandlung)	Grenzwert	EG-Entwurf	Vorschlag Bundesanstalt für Milchforschung, Kiel
Pasteurisation	unterer oberer oberer oberer	Phosphatase-negativ * Peroxidase-positiv * Lactulose nicht nachweisbar β-Lactoglobulin > 2600 mg/l	Phosphatase-negativ * Peroxidase-positiv * – β-Lactoglobulin > 3000 mg/l
Hochpasteurisation	unterer oberer oberer	Peroxidase-negativ Lactulose < 50 mg/l β-Lactoglobulin > 2000 mg/l	Peroxidase-negativ – β-Lactoglobulin > 2000 mg/l
Ultrahocherhitzen (UHT)	unterer oberer oberer	Lactulose > 100 mg/l β-Lactoglobulin > 50 mg/l –	– – Lactulose < 400 mg/l
Sterilisieren	unterer oberer oberer	Lactulose > 600 mg/l β-Lactoglobulin < 50 mg/l –	– – Lactulose < 1200 mg/l

* In EU-Richtlinie 92/46 bereits festgelegt – kein Grenzwert vorgeschlagen

Vorschlag von Schlimme *et al.* (1994) auch nach unseren Erfahrungen nicht als oberer Grenzwert für pasteurisierte Milch. Hingegen sind obere Lactulose-Grenzwerte für UHT- und sterilisierte Milch durchaus sinnvoll. Eine unnötig starke Erhitzung («Overprocessing») soll auch bei diesen im Vergleich zu pasteurisierter Milch thermisch intensiver behandelten Milcharten vermieden werden. Die unteren Grenzwerte werden aufgrund der sortenspezifischen Anforderungen an die Haltbarkeit eingehalten und erübrigen sich somit im UHT-Bereich.

Einfluss der Homogenisation

In der Milchwirtschaft wird das Homogenisieren angewendet, um durch Verkleinerung der Milchfettkügelchen das Aufrahmen der Vollmilch zu verhindern beziehungsweise zu verzögern. Konsummilch wird in den meisten Fällen homogenisiert. Einzig kleingewerbliche Betriebe bieten zum Teil pasteurisierte Milch nicht homogenisiert an. Durch die Homogenisation werden die Fettkügelchen unter Druck (100 bis 250 bar) und Scherkraft zerkleinert. Die ursprüngliche Fettkügelchenmembran wird dadurch aufgespalten. Es bildet sich jedoch sofort eine neue Membran. Da für die bis zehnfach vergrößerte Oberfläche der Fettkügelchen das ursprüngliche Membranmaterial nicht ausreicht, werden in die neue Membran vor allem Molkenproteine und Kaseine eingelagert. Die Homogenisation kann auf diese Weise zum Beispiel die β-Lactoglobulin-Werte als Hitzeindikator für die

thermische Belastung der Milch beeinflussen.

Pastmilch

Nach der EU-Richtlinie 92/46 muss Pastmilch «Peroxidase-positiv» sein. Aufgrund ihrer Inaktivierungskinetik eignet sich die Restaktivität der Peroxidase als oberer Grenzwert für die thermische Bela-

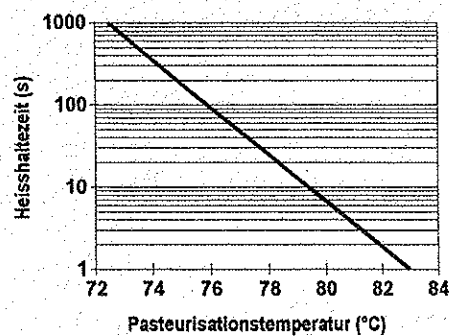


Abb. 2. Inaktivierungskurve der Lactoperoxidase (99%) nach Walstra und Jenness (1984).

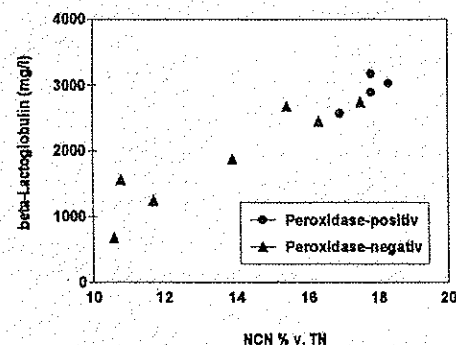


Abb. 3. Zusammenhang zwischen Nichtkaseinstickstoffanteil (NCN) am Total Stickstoff (TN) und β-Lactoglobulin bei 12 Pastmilchen aus der ganzen Schweiz (Erhebung Dezember 1993).

stung von Pastmilch (Abb. 2). Mittels der Bestimmung des löslichen β-Lactoglobulins kann die thermische Belastung von Pastmilch zuverlässiger beurteilt werden. Die EU erwägt deshalb die Einführung eines unteren Grenzwertes für Pastmilch von 2600 mg/l β-Lactoglobulin (Gallmann 1994). In diesem Bereich wird normalerweise auch die Peroxidase inaktiviert. Ende 1993 durchgeführte Untersuchungen von zwölf verschiedenen Pastmilchen aus der ganzen Schweiz zeigten, dass einige Hersteller die Milch zum Teil zu intensiv erhitzen (Abb. 3). Die betreffenden Betriebe stellen zwar durchwegs verhältnismässig geringe Mengen an Pastmilch her. Aufgrund dieser Erhebung haben diese Hersteller jedoch im Hinblick auf die Erfüllung der EU-Richtlinie 92/46 inzwischen die Pasteurisationstemperaturen gesenkt.

Im Grenzbereich um 2600 mg/l bestanden bei der Erhebung 1993 zudem gewisse Unklarheiten in bezug auf die Peroxidase-Reaktion, welche inzwischen durch Versuche geklärt werden konnten (Eberhard *et al.* 1994). So wurde der Einfluss der Homogenisation auf die β-Lactoglobulin-Werte ursprünglich nicht genügend berücksichtigt. In Abhängigkeit des eingesetzten Druckes kann die Homogenisation den Gehalt an löslichem β-Lactoglobulin um bis zu 500 mg/l vermindern. Aber auch unter Berücksichtigung dieses Einflusses ist der vorgeschlagene Grenzwert von grösser als 2600 mg/l einzuhalten.

Extra-Hochpasteurisierte Milch

«Extra-hochpasteurisiert» oder «superpasteurisiert» heissen neue Produkte auf ausländischen Märkten. Milch, welche bei Temperaturen von 125 °C erhitzt wird und bei Kühllhaltung eine Haltbarkeit von drei bis vier Wochen aufweist, hat sich in Japan einen bedeutenden Marktanteil erobert. Diese Temperatur-/Zeitkombination entspricht keiner UHT-Behandlung, werden doch hitzeresistente Sporen nicht abgetötet. Allerdings liegt die thermische Belastung auch klar über dem EU-Entwurf für hochpasteurisierte Milch, welcher als obere Grenzwerte von kleiner als 50 mg Lactulose/l und von grösser als 2000 mg lösliches β-Lactoglobulin/l vorschlägt. Bei einer thermischen Behandlung mit 125 °C werden hitzempfindlichere Sporen, wie zum Beispiel *Bacillus cereus* abgetötet und dadurch eine längere Haltbarkeit erzielt. Als Vorteil gegen-

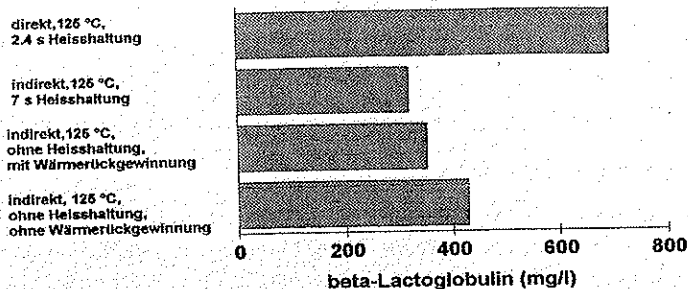


Abb. 4. Lösliches β -Lactoglobulin der vier Varianten extra-hochpasteurisierter Milch.

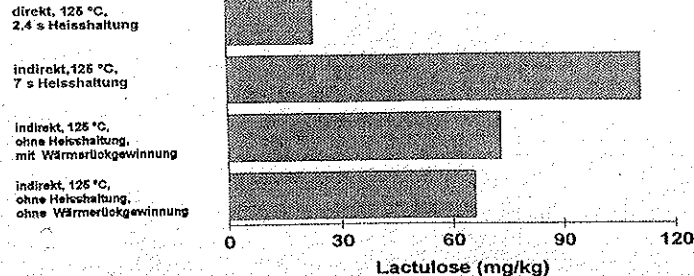


Abb. 5. Lactulosegehalt der vier Varianten extra-hochpasteurisierter Milch.

über Pastmilch werden logistische Argumente bei der Verteilung angeführt. Vor allem deshalb wird diese Milchsorte in den USA von grossen Restaurantsketten propagiert. Gegenüber der UHT-Milch werden Vorteile bezüglich Geschmack und Ökologie genannt. Weil bei diesen Erhitzungsbedingungen weniger freie SH-Gruppen entstehen, weist die Milch im Vergleich zur UHT-Milch weniger Kochgeschmack auf. Die extra-hochpasteurisierte Milch ist ein nicht steriles Produkt, welches Kühlung erfordert und beschränkt haltbar ist. Auf eine vollaseptische Abfüllung und eine Aluminium-Beschichtung der Verpackung kann deshalb verzichtet werden.

Pilotversuche an der FAM

Mit dem Ziel, Grundlagen für die anstehenden Diskussionen bezüglich extra-hochpasteurisierter Milch zu erarbeiten, wurden Pilotversuche durchgeführt. Insbesondere sollte geklärt werden, wie sich die indirekte Erhitzung mit 125 °C im Vergleich zur direkten Erhitzung auf das Produkt auswirkt. Rohmilch wurde nach folgenden vier Varianten behandelt:

1. direkt erhitzt (UP-Verfahren), 125 °C, 2,4 s Heisshaltung; Vorwärmung: 93 °C
2. indirekt erhitzt (Röhrenwärmetauscher), 125 °C, 7 s Heisshaltung, sofortige Kühlung auf 65 °C
3. indirekt erhitzt (Röhrenwärmetauscher), 125 °C, ohne Heisshaltung; langsame Kühlung auf 65 °C (simulierte Wärmerückgewinnung)
4. indirekt erhitzt (Röhrenwärmetauscher), 125 °C, ohne Heisshaltung; sofortige Kühlung auf 65 °C.

Von den drei indirekt erhitzten Milchen wurde die Variante 2 am stärksten und die Variante 4 am schwächsten thermisch belastet. Sowohl das lösliche β -Lactoglobulin wie auch die Lactulose zeigten eine deutliche Abstufung der thermischen Belastung der vier Varianten (Abb. 4 und 5). Trotz der

hohen Vorwärmtemperatur von 93 °C war die direkt erhitzte Milch am wenigsten geschädigt. In einem Praxisversuch mit tieferer Vorwärmtemperatur wurde ein höherer β -Lactoglobulin-Wert von 1100 mg/l bestimmt. Mit dem direkten Verfahren kann somit bei optimierter Vorwärmung ein β -Lactoglobulin-Gehalt von grösser als 1000 mg/l erreicht werden. Die Werte der indirekt erhitzten Varianten lagen bei unseren Versuchen in Abhängigkeit der Heisshaltung und Abkühlung deutlich tiefer. Biewendt (1994) erzielte mit dem «Falling Stream Heater (FSH)-Verfahren» sogar einen β -Lactoglobulin-Gehalt von grösser als 2000 mg/l. In dieser Einzeluntersuchung kommen jedoch zusätzliche Einflussgrössen wie zum Beispiel eine zweimalige Erhitzung vor. Diese Resultate verlangen zudem eine statistische Überprüfung. Untersuchungen im UHT-Bereich zeigten (Eberhard 1993), dass das beschriebene Infusionssystem die Milch unter standardisierten Bedingungen thermisch kaum weniger belastet als das Injektionsprinzip (Uperisation). Ein β -Lactoglobulin-Wert

grösser als 2000 mg/l ist unter Praxisbedingungen bei der Erhitzungstemperatur von 125 °C kaum einzuhalten. Auch eine mittels FSH-Verfahren mit 125 °C erhitzte Milch kann somit gemäss EU-Vorschlag nicht als nur «hochpasteurisiert» bezeichnet werden. Die Lactulosewerte bestätigten die beim β -Lactoglobulin ermittelten Resultate (Abb. 5). In einem EU-Entwurf zur Definition der Erhitzungsverfahren wird für die UHT-Behandlung ein unterer Lactulosegrenzwert von grösser als 100 mg/kg vorgeschlagen. Nach dieser Definition wäre somit einzig die am intensivsten erhitzte Variante (indirekt 125 °C/7 s) knapp im UHT-Bereich. Die Gesamtkeimzahl (aerobe mesophile Keime) der erhitzten Milch wurde wöchentlich bestimmt. In keiner der rekontaminationsfrei abgefüllten Proben konnte innerhalb von vier Wochen ein Keimwachstum festgestellt werden. Die Milchproben wurden nach einem Tag sowie nach drei Wochen von einem geschulten Panel (10 bis 12 Personen) beurteilt. Als Vergleich wurde jeweils eine Pastmilch (78 °C; 15 s, Homogenisation

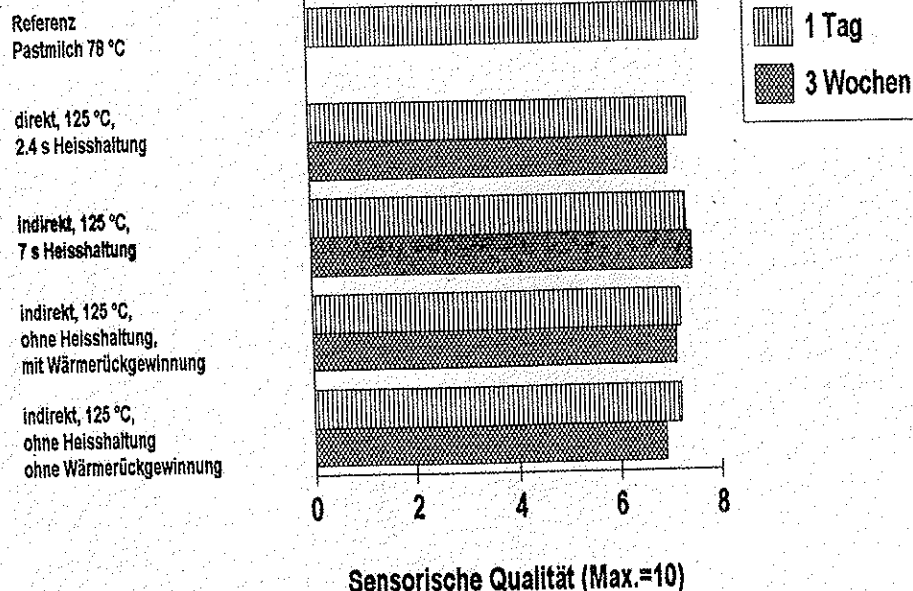


Abb. 6. Sensorische Qualität der Milch nach einem Tag und drei Wochen Lagerung (4°C) im Vergleich zu frischer Pastmilch (78 °C; 15 s).

150 bar) mitdegustiert. Die Referenzprobe wurde immer 1 Tag vor der Degustation hergestellt. Die Beurteilung erfolgte verdeckt zusammen mit den vier extra-hochpasteurisierten Milchen. Die extra-hochpasteurisierten Milchen erzielten direkt nach der Erhitzung nur unbedeutend tiefere Benotungen als die Referenz-Pastmilch (Abb. 6). Die Resultate der Beurteilung nach drei Wochen Kühlagerung unterschieden sich nicht signifikant von denjenigen der Beurteilung ein Tag nach der Erhitzung. Bei der direkt erhitzten Milch war nach drei Wochen Lagerung die grösste Differenz im Vergleich zur frisch erhitzten Milch festzustellen. Dieser relative und statistisch nicht gesicherte Qualitätsverlust während der Lagerung ist auch bei direkt erhitzter (upersierter) Milch im UHT-Bereich zu beobachten (Flückiger *et al.* 1989).

Während die vom Panel festgestellten Geruchs- und Geschmacksfehler bei der Pastmilch eher auf Rohmilchfehler zurückzuführen sind, wurde bei allen Varianten extra-hochpasteurisierte Milch leichter Kochgeruch und leichter Kochgeschmack genannt. Bei der am intensivsten erhitzten Variante (indirekt 125 °C/7 s) wurde zudem «leicht carameliert» festgestellt.

Die vier Varianten unterschieden sich auch in ihrem Dimethylsulfid- und Dimethyldisulfidgehalt (Bosset *et al.* 1994). Während die beiden Substanzen in der direkt erhitzten Milch nicht nachweisbar waren, wiesen die indirekt erhitzten Proben je 2 µg/kg Dimethyldisulfid auf. Der Gehalt an Dimethylsulfid betrug in Abhängigkeit der thermischen Belastung zwischen 29 µg/kg (125 °C/0s) und 36 µg/kg (125 °C/7s).

UHT-Milch

Wie die periodischen Qualitätserhebungen der Kommission für Trinkmilch zeigen, ist die Qualität der UHT-Milch in der

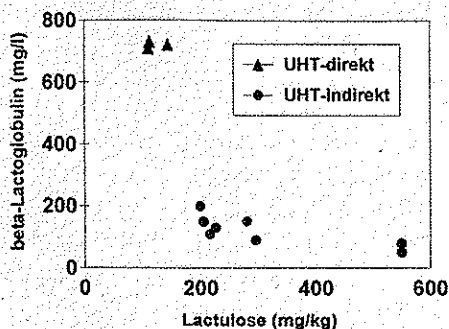


Abb. 7. Zusammenhang zwischen β -Lactoglobulin und Lactulose bei direkt und indirekt erhitzter UHT-Milch.

Schweiz bezüglich thermischer Belastung recht unterschiedlich (Abb. 7).

Mit der Bestimmung des löslichen β -Lactoglobulin kann direkt erhitzte Milch klar von indirekt erhitzter UHT-Milch unterschieden werden. Bei indirekt erhitzter Milch ist mit der Lactulose-Bestimmung hingegen eine bessere Differenzierung der Hitzebelastung möglich. Untersuchungen zeigten auch, dass zwischen der thermischen Belastung und der sensorischen Qualität ein deutlicher Zusammenhang besteht. Thermisch stark belastete Milch wird im allgemeinen tiefer benotet (Eberhard und Gallmann 1991). In der EU werden die Lactulose-Grenzwerte für UHT-Milch noch diskutiert. Nach Kessler *et al.* (1994) ist der Lactulose-Grenzwert von 400 mg/l angesichts hitzeresistenter mesophiler Sporen zu tief angesetzt. Es wird ein Grenzwert von kleiner als 600 mg/l vorgeschlagen. Das direkte Verfahren ermöglicht mit Lactulosewerten von kleiner als 400 mg/l die Abtötung dieser Sporen. Das indirekte Verfahren hat beim äquivalenten bakteriologischen Abtötungseffekt einen grösseren chemischen Effekt. Damit sind auch die höheren Lactulose-Werte indirekt erhitzter Milch (über 400 mg/kg) erklärbar (Abb. 7).

LITERATUR

Biewendt H.G., 1994. Hochpasteurisierte Konsummilch – Eine neue Milchsorte? *DMZ Lebensm. Milchwirt.* 115 (14), 688-692.

Bosset J.O., Bühler-Moor U., Eberhard P., Gauch R., Lavanchy P. und Sieber R., 1994. Dimethylsulfid-, Dimethyldisulfidgehalt und Aroma als Indikatoren für die thermische Behandlung von Milch. *Schweiz. Milchw. Forschung*, im Druck.

Eberhard P., 1993. Vergleich von zwei direkten Verfahren zur Milcherhitzung. *FAM-Tätigkeitsbericht* 1992, 240-242.

Eberhard P. und Gallmann P.U., 1991. UHT-Milch. *Landwirtschaft Schweiz* 4 (6), 273-275.

Eberhard P., Strahm W. und Gallmann P.U., 1994. β -Lactoglobulin als Kriterium zur Charakterisierung der Hitzebelastung von Pastmilch. *Agrarforschung* 1 (11-12).

Flückiger E., Rüegg M., Steiger G., Lavanchy P., Blanc B. und Cerf O., 1989. Einfluss der Rohmilchqualität, Erhitzungsverfahren und Lagerungsbedingungen auf Qualitätsmerkmale von UHT-Milch und in Flaschen nachsterilisierte Milch. *Schweiz. Milchw. Forschung* 18 (1), 3-12.

Gallmann P., 1994. Erhitzungsarten definieren. *Schweiz Milchztg.* 120 (26), 4.

Kessler H.G., Pfeifer J. und Schwöppe C., 1994. Untersuchungen über hitzeresistente mesophile *Bacillus*-Sporen in UHT-Milch: Konsequenzen für die

Erhitzungsbedingungen. *Dt. Milchwirt.* 45 (13), 588-592.

Schlimme E., Buchheim W. und Heeschen W., 1994. Beurteilung verschiedener Erhitzungsverfahren und Hitzeindikatoren für Pastmilch. *DMZ Lebensm. Milchwirt.* 115 (2), 64 - 69.

Walstra P. und Jenness R., 1984. *Dairy chemistry and physics.* Verlag John Wiley & Sons, New York, 467 S.

SUMMARY

Varieties of Consumers Milk

Nowadays consumers expect food products not only to fulfil primary nutritional needs, but they also want to be informed on their quality. With regard to consumers milk, the heat load can at least be detected by means of thermal indicators such as β -lactoglobulin and lactulose. These two substances proved to be relevant criteria to control the milk quality. In pasteurized milk, the concentration of β -lactoglobulin should amount to >2600 mg/l and lactulose to <400 mg/kg in UHT milk.

«Extra highly pasteurized milk» is an alternative to pasteurised and UHT milk and is heated to 125°C. If it is not recontaminated during filling and stored refrigerated, a shelf life of 3 to 4 weeks may be expected. Although from a thermal point of view this milk is more affected than pasteurized milk, no significant difference was noticed during sensory analyses.

KEY WORDS: pasteurized milk, extra highly pasteurized milk, UHT milk, heat load, thermal indicators, β -lactoglobulin, lactulose.

RÉSUMÉ

Laits de consommation

De nos jours, le consommateur attend des denrées alimentaires qu'elles répondent non seulement à ses besoins nutritionnels, mais il désire encore être informé sur leur qualité et que celle-ci soit contrôlée. En ce qui concerne le lait de consommation, la sollicitation thermique peut au moins être détectée par le biais d'indicateurs thermiques tels la β -lactoglobuline et le lactulose. Critères importants de la qualité du lait, ces deux substances doivent respecter certaines normes. Dans le lait pasteurisé, la concentration en β -lactoglobuline doit s'élever à >2600 mg/l. Quant au lactulose, il doit se situer à <400 mg/kg de lait UHT. Le lait «fortement pasteurisé», variante du lait pasteurisé et du lait UHT, est chauffé à 125°C. Si celui-ci n'est pas contaminé lors du remplissage et qu'il est stocké au frais, on peut envisager une conservabilité de 3 à 4 semaines. Bien que ce lait soit d'un point de vue thermique plus fortement sollicité que le lait pasteurisé, aucune différence significative n'a été relevée lors d'analyses sensorielles.