

Lebensmi

Vor- und Nachteile länger haltbarer Past-Milch (ESL-Milch)

Peter U. Gallmann¹, Pius Eberhard und Robert Sieber, Eidgenössische Forschungsanstalt für Milchwirtschaft, Liebefeld (FAM), CH-3003 Bern

Auskünfte: Peter U. Gallmann, e-mail: peter.gallmann@fam.admin.ch, Fax +41 (0)31 323 82 27, Tel. +41 (0)31 323 81 91

Zusammenfassung

Die Herstellung und der Vertrieb von Milch mit verlängerter Haltbarkeit, auch als ESL(Extended Shelf Life)-Milch bezeichnet, ist ein Kompromiss zwischen Natürlichkeit und Convenience. Diese Milch liegt als Produkt zwischen pasteurisierter Milch und UHT-Produkten. ESL-Milch spaltet die Milchwelt in zwei Lager. In Ländern mit grossem pasteurisiertem Milchanteil wie USA und Japan ist vor allem die hochehitze ESL-Milch von Bedeutung. Dort treten frische, lang haltbare Produkte oft unter der Bezeichnung «pure filtered» in Konkurrenz zu UHT-Produkten auf. In Ländern mit gut etablierten UHT-Produkten, vor allem europäischen und teilweise asiatischen, findet man den der pasteurisierten Milch nahen ESL-Typ. Dieser zielt auf eine Peroxidase²-positive Milch vom Typ haltbare oder besser steuerbare pasteurisierte Milch. Die Qualität der ESL-Produkte allgemein und damit ihr künftiger Erfolg ist abhängig von einigen wichtigen Faktoren, wie sie schon von der Herstellung von pasteurisierter Milch bekannt sind: Qualität der Rohmilch, Prozessführung (Hygiene und Rekontaminationsfreiheit), Verpackung und lückenlose Kühlkette.

Pilot-Mikrofiltrationsanlage zur Herstellung von ESL-Milch.



Zu den verschiedenen Konsummilcharten ist in den letzten Jahren eine neue hinzugekommen, die als ESL-Milch bezeichnet wird. Es handelt sich dabei um eine pasteurisierte Milch mit einer verlängerten Haltbarkeit. Konnte die durchschnittliche Haltbarkeit pasteurisierter Milch im Lauf der Zeit von wenigen Tagen auf heute 8 bis 14 Tage gesteigert werden, so beträgt diejenige der ESL-Milch bei Kühllhaltung von unter 6 °C zwischen 25 bis 45 Tage (Eberhard und Gallmann 1998).

ESL-Milch = neue Produktgeneration?
ESL-Milch - mindestens die Varianten von ESL-Verfahren, die

¹Vortrag, gehalten an der ESL-Konferenz am Weltmilchgipfel in Dresden 19.-20. Sept. 2000

²Enzym der Rohmilch, das bei der Pasteurisation nicht vollständig inaktiviert wird.

Produkte mit positiver Peroxidase-reaktion ergeben - zielt ins Segment der Frischmilch und ist damit ein direkter Konkurrent zur herkömmlichen pasteurisierten Milch. Berücksichtigt man die Entwicklung der pasteurisierten Milch, kann dies aber durchaus als Weiterentwicklung derselben interpretiert werden. In verschiedenen Ländern werden länger haltbare pasteurisierte Milchsorten schleichend eingeführt, ohne dass die Konsumentinnen und Konsumenten dies überhaupt bemerken. Ob es gelingen wird, mit solchen Modifikationen den laufenden Rückgang der pasteurisierten Milch zugunsten der UHT-Milch in den europäischen Märkten zu beeinflussen, ist offen. Beispielsweise wurde in der Schweiz die konsumierte Menge an pasteurisierter Milch in den letzten Jahren durch diejenige der UHT-Milch anteilmässig überholt (Abb. 1). Für diese Entwicklung hin zur UHT-Milch gibt es mehrere Gründe. Bedeutend sind aber sicher Convenience und weniger aufwändige Distribution.

Neben der ESL-Frischmilch gibt es vor allem in USA und Japan eine zweite Linie ESL-Produkte, die näher beim UHT-Bereich liegen. Dabei handelt es sich um quasi sterile Produkte, die allerdings in der Regel als Frischprodukte in der Kühlkette vermarktet werden.

Diese so genannte Hochtemperaturbehandlung (High temperature treatment = HTT) bei 125

bis 135 °C mit oder ohne Verdampfungskühlung wurde von Blake *et al.* (1995) bezüglich Mikrobiologie, Enzyme und Sensorik untersucht, mit dem Resultat, dass eine Hitzebehandlung unter 134 °C noch eine geschmacklich akzeptable Milch ergab. Allerdings sehen diese Autoren ein Risiko, dass pathogene Keime in Form von psychrotrophen Sporenbildnern überleben und sich entwickeln können. Mit der heute eingesetzten Kombination von Mikrofiltration und HTT-Prozess sind diese Risiken unter der Voraussetzung der Rekontaminationsfreiheit doch weitgehend eliminiert. Diese neuen HTT-Produkte mit einer Haltbarkeit von bis zu 60 Tagen sind weltweit recht verbreitet und werden oft als «pure filtered UHT» und «fresh» angepriesen. Die grossen Märkte für solche Produkte, die alle Arten von Milchmodern umfassen, sehen deren Promotoren in den USA, Kanada und in Japan, das heisst in Märkten, in denen die traditionelle UHT-Milch nicht sehr verbreitet ist. Diese Produkte sind peroxidase-negativ. In Europa könnten sich diese kaum als Frischprodukte etablieren.

Die Peroxidase-positive ESL-Milch ist im europäischen Empfinden ein Frischprodukt und hat die Qualitäten der pasteurisierten Milch zum Ziel. Die ideale pasteurisierte Milch selbst ist gegen 20 Tage haltbar. Mit ESL-Verfahren erreicht man in der Regel nur in Ausnahmefällen eine deutlich längere Lage-

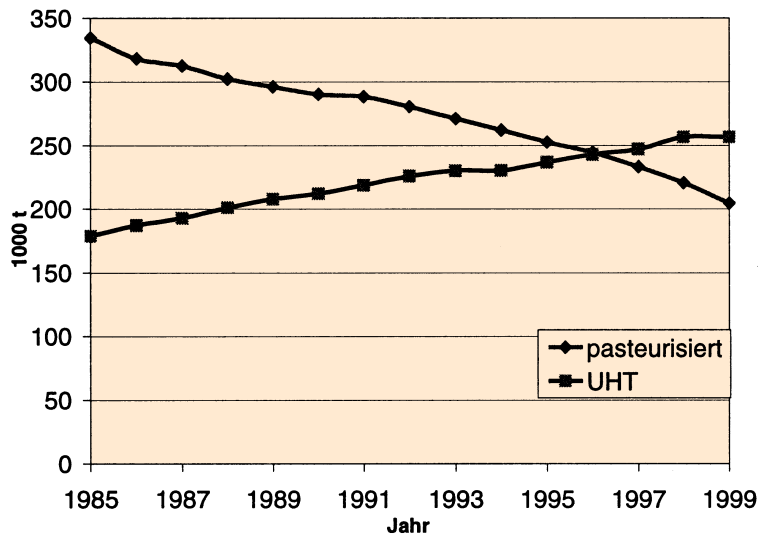
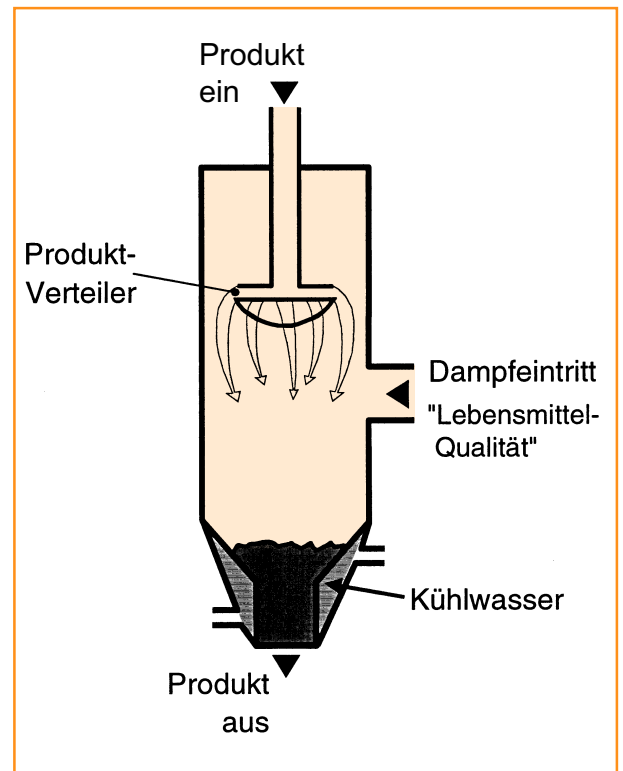


Abb. 1. Konsummilchverbrauch in der Schweiz (NN 2000).

rungsdauer. Abbildung 2 zeigt den Vergleich einer baktofugierten ESL-Milch mit pasteurisierter Milch. Baktofugierte Milch verhält sich bezüglich Bakteriologie ähnlich wie eine gute pasteurisierte Milch. Dies ist durchaus zu erwarten, wird doch bei der Baktofugation (BF) nur minim in die Rohmilchflora eingegriffen (Abb. 3). Nur gerade die Keimgruppe der Sporenbildner wird um etwa eine Dekade verringert.

Bei der Mikrofiltration ist die Milchflora und deren Entwicklung in pasteurisierter Milch anders, eventuell schwerer voraussehbar, aber letztlich im Effekt bezüglich Haltbarkeit (angenommene Haltbarkeit durch eine obere Limite von 100'000 koloniebildenden Einheiten (kBE)/ml) wiederum der pasteurisierten Milch nicht unähnlich (Abb. 4).



Schema eines Erhitzers für die Herstellung von ESL-Milch nach dem Infusionsverfahren (Falling Stream Heater).

Abb. 2. Gesamtkeimzahl baktofugierter ESL-Milch im Vergleich zu einer pasteurisierten Milch (Eberhard und Strahm 2000).

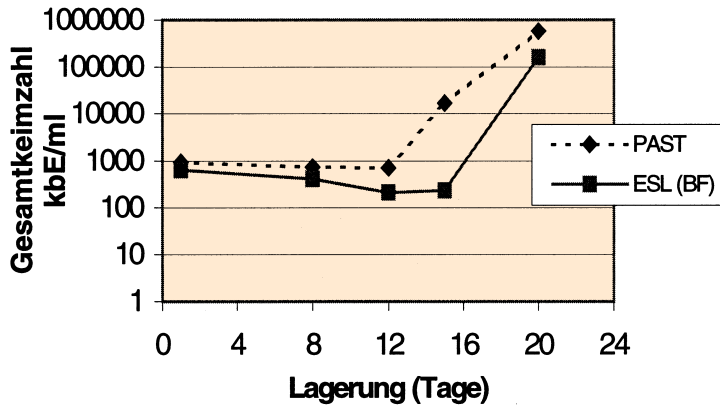


Abb. 3. Auswirkungen der Baktofugation (BF) auf die Rohmilchflora (zwei Zentrifugiertemperaturen 42 und 52 °C).

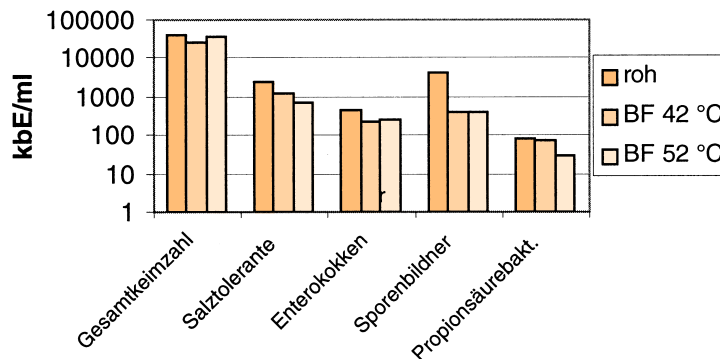
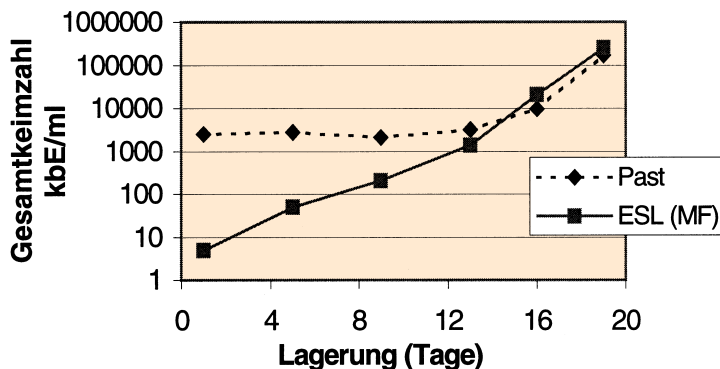


Abb. 4. Gesamtkeimzahl mikrofiltrierter ESL-Milch im Vergleich zu einer pasteurisierten Milch.



Insgesamt könnten diese Arten von ESL-Milch als besser beherrschbare pasteurisierte Milch und nicht primär als Neuprodukte eingestuft werden. Trotzdem gibt es bei dieser Entwicklung einige Punkte zur Qualität ganz klar zu berücksichtigen.

Qualität der ESL-Milch

ESL-Milch fordert auf allen Stufen der Verarbeitung eine mindestens ebenbürtige oder teilweise

auch höhere Qualität als herkömmliche pasteurisierte Milch.

Rohmilch: Rohmilch muss mindestens erster Güte-Klasse sein (Tab. 1). Generell sollte sie bis zum ersten thermischen Prozess nicht älter als 48 Stunden alt werden (Eberhard und Gallmann 1988). Die Keimzahl darf keinesfalls über 500'000 kbE/ml ansteigen, da sonst geschmackliche Veränderungen aufgrund

der Wirkung bakterieller Enzyme nicht auszuschließen sind (Kessler 1987). Je länger die Haltbarkeit des ESL-Produktes, um so bedeutender wird auch die Rolle der nativen Enzyme in der Milch. Das heisst, dass nur Milch von gesunden Kühen für die Verarbeitung zu ESL-Milch geeignet ist.

Verarbeitung: Die gängigen ESL-Prozesse sind Hochpasteurisation, Baktofugation und Mikrofiltration. Die letzteren beiden Verfahren benötigen jedoch die Kombination mit herkömmlicher Pasteurisation für Milch mit einer positiven Lactoperoxidasereaktion. Bis heute wird bei allen ESL-Verfahren eine mindestens der Pasteurisation entsprechende Erhitzung vorausgesetzt (durch inaktivierte Phosphatase gewährleistet). Das mit Mikroorganismen angereicherte Baktofugat beziehungsweise das Retentat der Mikrofiltration wird in der Regel einer UHT-Behandlung unterzogen. Entwicklungen besonders der Mikrofiltrationstechnik zielen aber daraufhin, direkt Vollmilch zu filtrieren und die Hocherhitzung des Rahmes und Retentates zu umgehen, indem man mit so kleinem Retentat arbeitet, dass ein Rückführen überflüssig wird.

Bei pasteurisierter Milch ist eine hohe Erwartung bezüglich schonender Behandlung vorhanden. Das geht so weit, dass der Gesetzgeber in einzelnen Ländern die Hitzebelastung nach oben begrenzt, in der Regel mittels Forderung einer positiven Lactoperoxidasereaktion. Die Hitzebelastung der gängigen Milcharten und der ESL-Varianten ist in Tabelle 2 dargestellt. Dabei ist die traditionelle pasteurisierte Milch naturgemäss am wenigsten belastet, gefolgt von baktofugierter ESL-Milch. Dies gilt besonders dann, wenn das Baktofugat nicht zum Pro-

dukt rückgeführt, sondern verworfen wird. Allerdings ist damit auch mit einem Proteinverlust in der Grössenordnung von 1 bis 3 %, bezogen auf den Gesamtproteingehalt der Milch, zu rechnen. Bezüglich der Hitzebelastung ist der HTT-Prozess nahe der UHT-Behandlung einzuordnen (Tab. 2). Gemäss Dyck (1999) sind heute mit optimierten ESL-Prozessen die Richtwerte von Lactulose < 30 mg/L, Furosin < 120 mg/kg Protein und β -Lactoglobulin > 1'800 mg/L erreichbar. Unter «Minimal Processing» sind bei der Verarbeitung auch andere Parameter zu berücksichtigen, wie beispielsweise der Homogenisationsdruck. Während bei der pasteurisierten Milch für eine Haltbarkeit von 5 bis 7 Tagen 100 bar für das Verhindern der Aufrahmung ausreichen, müssen die minimalen Bedingungen für die ESL-Lagerdauer neu definiert werden.

Schon bei der pasteurisierten Milch ist die Rekontamination das grösste Haltbarkeitsrisiko. Umso wichtiger ist bei ESL-Techniken das absolute Vermeiden von Rekontamination, sei es bei der thermischen Behandlung in den Kühleinheiten (Langeveld *et al.* 1995) oder bei der Abfüllung und Lagerung. Das heisst, dass in der Regel nicht auf aseptisches Abfüllen beziehungsweise «Ultra Clean Filling» verzichtet werden kann.

Lagerung: Generell stellt ESL höhere Anforderungen an alle Schutzmassnahmen im Bereich Licht, Rekontamination, Sauerstoff und Kühlkette. Beispielsweise ist lichtinduzierter Qualitätsverlust bei der pasteurisierten Milch sehr gut untersucht. Viele Nährstoffe in Lebensmitteln und speziell in Milch wie beispielsweise Vitamin A, β -Carotin, Vitamin B₂, B₆, B₁₂, D und K, Folsäure, Tocopherol, Tryptophan und ungesättigte Fettsäuren

Tab. 1. Grundanforderungen an den Rohstoff für die Herstellung von pasteurisierter Milch (NN 1999)

Faktor	Anforderung
pH-Wert	> 6,5
Gesamtkeimzahl	$\leq 300'000$ kbE / ml
	$\leq 100'000$ kbE / ml vor der 2. Wärmebehandlung
Zellzahl	$\leq 400'000$ / ml
Geschmack u. Aussehen	Rein, natürlich
Kein Wasserzusatz	Gefrierpunkt = -0,520 °C

Tab. 2. Durchschnittliche Hitzebelastung der gängigen Konsummilcharten

Indikator	Einheit	pasteurisiert	BF	MF	HTT	UHT direkt	UHT indirekt
Furosin	mg/kg Protein	35	40	100	200	400	1'200
Lactulose	mg/kg	< 10	< 10	10	20	150	300
Lösliches β -Lactoglobulin	mg/l	3'100	2'700	2'500	1'600	700	150

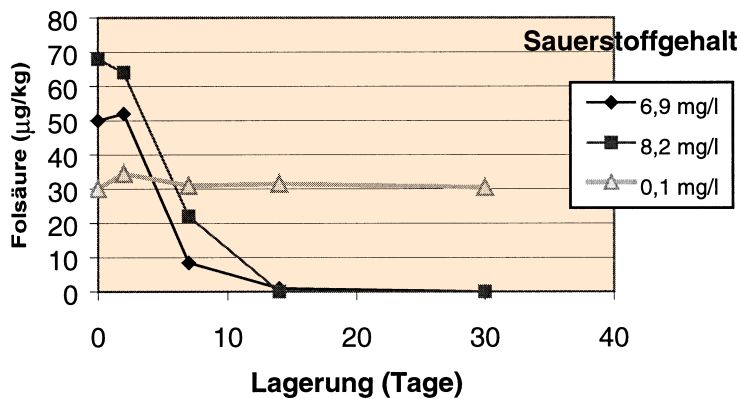
BF = Baktofugation; MF = Mikrofiltration, HTT = Hoherhitzung

ren sind lichtempfindlich (Bosset *et al.* 1995). Eine ähnliche Situation ergibt sich in Bezug auf Sauerstoff. Während pasteurisierte Milch für die kurze Haltbarkeit ohne Sauerstoffschutz auskommt, liegt die Lagerung von ESL-Milch in einem Bereich, in dem je nach Art und Anwendung das Vorhandensein von Sauerstoff wichtig werden kann. Beispielhaft kann man die Situation und die Abhängigkeit vom Verfahren an der Oxidation von Folsäure darstellen. In Anwesenheit von Sauerstoff wird Folsäure in Milch bei einer Lagerung bei Raumtemperatur (15 bis 19 °C) in den ersten 20 Tagen vollständig abgebaut. In entgaseter Milch zum Beispiel nach Verdampfungskühlung bei direkter UHT-Erhitzung bleibt der Gehalt jedoch konstant (Ford *et al.* 1969) (Abb. 5). Übertragen auf die pasteurisierte beziehungsweise ESL-Milch ist zu folgern, dass am Ende der Verbrauchsfrist der pasteurisierten

Milch noch mit einem etwa 50 %igen Anteil der ursprünglichen Folsäure zu rechnen wäre, während ESL-Produkte dann je nach Verfahren eventuell keine oder nur wenig Folsäure aufweisen würden. Die Frage der Vitaminstabilität bedarf deshalb noch weiterer Abklärungen.

Bis heute sind ESL-Produkte genauso wie pasteurisierte Milch in einer ununterbrochenen Kühlkette zu verteilen. Wenn dies nicht der Fall ist, kann die Anzahl verdorbener Proben erhöht sein, wobei diese nicht mit den gemessenen Produkttemperaturen im Kühlregal korrelierte (Hoffmann und Buchheim 2000). Zur Frage der ununterbrochenen Kühlkette gibt es zwei gegensätzliche Tendenzen. Einerseits wird an der Technologie gearbeitet, besonders soll das Filtrationsverfahren so verbessert werden, dass auf eine Kühlung verzichtet werden kann. Andererseits ist die Ver-

Abb. 5. Verhalten der Folsäure während der Lagerung von UHT-Milch bei Raumtemperatur in Abhängigkeit des Sauerstoffgehaltes (Ford *et al.* 1969).



marktung in weiten Teilen der Welt auf Frischprodukte ausgerichtet, was nur im Zusammenhang mit dem Vorhandensein einer Kühlkette glaubhaft wirkt.

Produkt: Über den Geschmack von ESL-Produkten wurden schon einige Vergleiche angestellt. Man kann davon ausgehen, dass die Produkte beeinflusst durch eine allfällige Entgasung und durch die Hitzeeinwirkung auch sensorisch irgendwo zwischen UHT- und pasteurisierter Milch anzusiedeln sind. Die geschmacklichen

Differenzen zwischen diesen Produkten sind in der Regel gering und die Mehrheit der Konsumentinnen und Konsumenten dürfte kaum in der Lage sein, diese wirklich zu unterscheiden. Dort wo sie dies aber tun, ordnen sie dieselben in entsprechender Reihenfolge ein wie dies in Tabelle 3 dargestellt ist. Dieses Resultat wurde aufgrund von Beliebtheitstests mit der HTT-ESL-Milch an 387 Personen gewonnen (Lavanchy *et al.* 1995) und deckt sich mit ähnlichen Befunden von Blake *et al.* (1995).

Tab. 3. Sensorische Beurteilung von pasteurisierter, ESL- und UHT-Milch (n=387), > bedeutet «Bevorzugung» (Lavanchy *et al.* 1995)

Pasteurisierte Milch	>	ESL (HTT) -Milch
ESL (HTT) -Milch	>	UHT-Milch
Pasteurisierte Milch	>	UHT-Milch

Tab. 4. Vor- und Nachteile von ESL-Technologien

Nachteile	Vorteile
Relativ komplexe Kombination von einzelnen Verfahrensschritten	Convenience
Aseptische bzw. «Ultraclean»-Verfahren und Abfüllung	Logistik
Verschärfte Schutzmassnahmen bei der Lagerung	
Lebensmittelrechtliche Beurteilung z.T. noch unklar	
Ökologische Vorteile?	
Physiologische Vor- oder Nachteile?	
Sensorische Vorzüge oder Nachteile?	

Beurteilung der ESL-Verfahren

Die verlängerte Haltbarkeit der ESL-Milch wird mittels technologischem Mehraufwand erzeugt und erfordert auch Mehraufwand bei den Schutzmassnahmen. Zudem ist der legale Status einzelner ESL-Verfahren ungeklärt. Besonders die Deklaration von gemischten Produkten aus hochoverhitzten Anteilen mit nur gerade pasteurisierten ist in einigen Ländern ungelöst. In Tabelle 4 werden Argumente für oder gegen ESL-Technologien einander gegenübergestellt.

Selbstverständlich werden die Faktoren in Abhängigkeit der Betrachtungsweise unterschiedlich gewichtet. Beispielsweise wird das ESL-Verfahren wegen der komplexen Verarbeitung von der massgeblichen Bio-Organisation in der Schweiz als Overprocessing gewertet und für die Verarbeitung von biologischen Lebensmitteln nicht zugelassen. Sensorische, physiologische und ökologische Aspekte sind sehr stark vom jeweiligen Verfahren abhängig und können nicht generell beurteilt werden. Allerdings könnte das ESL-Verfahren ökologisch bedeutende Vorteile buchen, wenn es gelingt, ein Verfahren zu entwickeln, das die Kühlung überflüssig machen würde.

Literatur

- Blake M.R., Weimer B.C., McMahon D.J. and Savello P.A., 1995. Sensory and microbial quality of milk processed for extended shelf life by direct steam injection. *J. Food Protect.* **58**, 1007-1013.
- Bosset J.O., Sieber R. and Gallmann P.U., 1995. Light transmittance: Influence on the shelf life of milk and milk products. *IDF Bulletin* **300**, 19-39.
- Dyck B., 1999. ESL-Milch - Herstellung und Chancen. *Dt. Milchwirt.* **50**, 638-639.

- Eberhard P. und Gallmann P.U., 1988. Haltbarkeit und Qualität von pasteurisierter Milch. *Landwirtschaft Schweiz* **1**, 85-88.
- Eberhard P. und Gallmann P.U., 1998. ESL-Milch: Was ist das? *Schweiz. Milchztg.* **124**, (10) 7.
- Eberhard P. und Strahm W., 2000. Einsatz der Mikrofiltration zur Haltbarkeitsverbesserung von Konsummilch. Tätigkeitsbericht Eidgenössische Forschungsanstalt für Milchwirtschaft 1998/1999, 72-73.
- Ford J.E., Porter J.W.G., Thompson S.Y., Toothill J. and Edwards-Webb J., 1969. Effects of ultra high temperature (UHT) processing and of subsequent storage on the vitamin content of milk. *J. Dairy Res.* **36**, 447-454.
- Hoffmann W. und Buchheim W., 2000. Haltbarkeit von hochehitzter pasteurisierter Konsummilch. *Dt. Milchwirt.* **51**, 1036-1038.
- Kessler H.G., 1987. Pasteurisieren und Thermisieren von Milch - eine kritische Analyse der Erhitzungsbedingungen. *Dt. Molkereiztg.* **108**, 146-153.
- Langeveld L.P.M., van Montfort-Quasig R.M.G.E., Weerkamp A.H., Waalewijn R. and Wever J.S., 1995. Adherence, growth and release of bacteria in a tube heat exchanger for milk. *Neth. Milk Dairy J.* **49**, 207-220.
- Lavanchy P., Eberhard P. et Bühler U., 1995. Les consommateurs perçoivent-ils les différences de traitement thermique du lait? *Schweiz. Milchw. Forsch.* **24**, 35-37.
- NN, 1999. Verordnung vom 13. April 1999 über die Qualitätssicherung bei der Milchproduktion. SR 916.351.021.1 (<http://www.bk.admin.ch:8080/chp/sr.pl>)
- NN, 2000. Milchstatistik der Schweiz, 1999. Statistische Schriften des Schweiz. Bauernverbandes, Brugg (und frühere Ausgaben).

RÉSUMÉ

Avantages et désavantages du lait ESL (Extended Shelf Life)

La production et la distribution de lait dont la durée de conservation est plus longue, également appelé lait ESL, représentent un compromis entre pureté et disposition pour être prêt à l'emploi. En tant que produit, ce lait se situe entre le lait pasteurisé et les produits UHT. Le lait ESL divise le monde laitier en deux camps. Dans les pays utilisant une grande part de lait pasteurisé tels que les Etats-Unis et le Japon, c'est avant tout le lait ESL chauffé à haute température qui est important. Les produits frais à longue durée de conservation désignés par le terme de «pure filtered» y entrent souvent en concurrence avec les produits UHT. Dans les pays où les produits UHT sont bien établis, en Europe et partiellement en Asie, on trouve le lait de type ESL proche du lait pasteurisé. Il s'agit en la matière de lait du type pasteurisé conservable ou que l'on peut mieux contrôler et à peroxydase positive. La qualité des produits ESL en général, et ainsi leur succès futur, dépend de quelques facteurs importants que l'on connaît déjà de la fabrication du lait pasteurisé: qualité du lait cru, pilotage du processus (hygiène et exempt de recontamination), emballage et chaîne du froid sans failles.

SUMMARY

Advantages and disadvantages of the Extended Shelf Life milk

The production and the handling of milk with an extended shelf life (ESL milk) are a compromise between purity and convenience. As a product, this milk lies between pasteurized and UHT milk. ESL milk splits the milk world in two. In countries that mainly consume pasteurized milk such as the USA and Japan, it is especially the ultra high heated ESL milk which is of importance. Here the fresh products with long preserving time wearing the mention «pure filtered» get often in competition with the UHT products. In the countries where UHT products are well established such as Europe and parts of Asia, one finds ESL milk similar to pasteurized milk. It involves a preserved or better controllable pasteurized milk with positive peroxidase. The quality of ESL products in general and therefore their success in the future depends on important factors similar to those of pasteurized milk: raw milk quality, process control (hygiene and absence of recontamination), packaging and without breaks in the cold chain.

Key words: ESL milk, quality, storage