

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

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 82 (1991)

Heft: 2

Artikel: Über das Verhalten von zugesetzten Vitaminen während der Lagerung von UHT-Magermilch = Behaviour of supplemented vitamins during storage of UHT-skim milk

Autor: Dolfini, Luisita / Kueni, R.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-982415>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Über das Verhalten von zugesetzten Vitaminen während der Lagerung von UHT-Magermilch

Behaviour of Supplemented Vitamins during Storage of UHT-Skim Milk

Luisita Dolfini und *R. Kueni*
F. Hoffmann-La Roche, Basel

P. Eberhard, Doris Fuchs, P. U. Gallmann, W. Strahm und *R. Sieber*
Eidg. Forschungsanstalt für Milchwirtschaft, Liebefeld-Bern

Einleitung

Vitamine sind ein wichtiger Bestandteil unserer täglichen Nahrung und sind für den Menschen von grosser Bedeutung. In den landwirtschaftlichen Lebensmitteln schwanken die natürlichen Vitamingehalte recht bedeutend. Während ihrer Herstellung und Lagerung unterliegen sie weiteren Einflüssen. Dabei stellen neben Lagerungstemperatur und -dauer auch Licht und Sauerstoff wichtige Einflussgrößen dar. Damit ein bestimmter Vitamingehalt in einem Lebensmittel gesichert werden kann, besteht die Möglichkeit einer Vitaminierung oder einer Vitaminanreicherung.

Die Vitaminversorgung der schweizerischen Bevölkerung scheint zufriedenstellend zu sein (1). Doch weist der heutige Mensch eine verminderte körperliche Tätigkeit und damit auch einen geringeren Energiebedarf auf. Damit dürfte es relativ schwierig werden, den Bedarf an den verschiedenen Nährstoffen und damit auch an Vitaminen zufriedenstellend zu decken. Dadurch könnte die Gefahr einer Unterversorgung entstehen (2).

Auf dem Gebiete der Milch und Milchprodukte ist der Konsum fettreduzierter oder magerer Produkte im Steigen begriffen. Deshalb stellt sich die Frage, ob über eine Vitaminierung beispielsweise der Magermilch ein sinnvoller Beitrag zur Vitaminversorgung geleistet werden könnte. Bereits verschiedene Versuche zur Anreicherung der Milch und Milchprodukte mit Vitaminen wie auch Mineralsalzen wurden unternommen, beispielsweise mit Eisen und Kupfer (3) oder mit Calcium (4) bei der Milch, mit den Vitaminen A und C bei Joghurt (5) und beim Cottage cheese (6). In mehreren Ländern sind entrahmte Milch, insbesondere ultrahocherhitzte, Joghurt und Milchpulver, die mit verschiedenen Vitaminen angereichert wurden, bereits auf dem Markt erhältlich.

Über das Verhalten der Vitamine in gelagerter UHT-Milch liegen bereits verschiedene Untersuchungen vor (7). Diese sind vorwiegend vom natürlichen Vitamingehalt der Milch ausgegangen und umfassten meist Halbfett- oder Vollmilch. Dabei wurden bei verschiedenen Vitaminen lagerungsbedingte Verluste festgestellt.

Ziel dieser Arbeit war, das Verhalten und die Stabilität von einigen zugesetzten Vitaminen während der Lagerung von ultrahoherhitzter Magermilch abzuklären. Dazu wurde die Ausgangsmilch mit den verschiedenen Vitaminen in solchen Mengen angereichert, dass mit 500 ml Magermilch der Tagesbedarf erreicht werden kann. Dabei wurden erhitzungsbedingte Verluste berücksichtigt.

Material und Methoden

Vitaminierung

Magermilch wurde mit den in der Tabelle 1 angegebenen Vitaminmengen pro Liter angereichert. Dabei wurde der doppelte Tagesbedarf aus der schweizerischen Vitaminverordnung (9) verwendet. Zudem ist in diesen Zahlen bei verschiedenen Vitaminen eine Überdosierung eingeschlossen, womit Erhitzungsverluste ausgeglichen werden sollten. Die Zugabe erfolgte als Vitamin-A-Acetat (Typ 325 L), Cholecalciferol (Vit. D₃, Typ 100 CWS/A), dl- α -Tocopherylacetat (Vit. E,

Tabelle 1. Natürlicher Vitamingehalt der Vollmilch im Vergleich zum Bedarf und zur zugegebenen Menge

| Vitamin | Einheit | natürlicher Gehalt VM ^a pro l | Bedarf (RDA) pro Tag | Zugabe (2xRDA+%Üd ^b) pro l | |
|-------------------------|---------|--|----------------------|--|-------|
| Vitamin A | IU (mg) | (0,37) | 5000 | 15 000 | (50) |
| Vitamin D ₃ | IU (mg) | (0,0008) | 450 | 1 260 | (40) |
| α -Tocopherol | mg | 1,1 | 10 | 24 | (20) |
| Vitamin B ₁ | mg | 0,42 | 1,2 | 2,9 | (20) |
| Vitamin B ₂ | mg | 1,72 | 1,8 | 3,6 | – |
| Vitamin B ₆ | mg | 0,48 | 1,6 | 3,8 | (20) |
| Vitamin B ₁₂ | μ g | 4,5 | 2,0 | 2,0 | – |
| Nicotinsäure | mg | 0,92 | 15 | 30 | – |
| Ca-pantothenat | mg | 3,6 | 10 | 22 | (10) |
| Folsäure | μ g | 53 | 200 | 300 | (50) |
| Vitamin C | mg | 18 | 75 | 300 | (100) |

^a VM = Vollmilch, aus Renner (8)

^b Üd = Überdosierung in Prozent (Werte in Klammern)

Typ CWS), Thiaminmononitrat, Riboflavin, Pyridoxinhydrochlorid, Nicotinamid, Calciumpantothenat, Vitamin B₁₂ (0,1% WS), Folsäure und Natriumascorbat.

Erhitzungsverfahren

Die Magermilch wurde auf einer Pilot-UHT-Anlage der FAM (System Stork, Kundert Ing., Zürich) direkt und indirekt erhitzt. Die Milch wurde in einem aseptischen Raum aus einem Sterilbehälter mittels einer mit H₂O₂ desinfizierten Abfülleinrichtung in 250-ml-Brikpackungen abgefüllt und dann bei 5 °C sowie bei Raumtemperatur (RT) während 3 Monaten gelagert. Beim indirekten Verfahren wurden zwei Varianten unterschieden: bei der einen wurde ein Vitamin-C-Zusatz verwendet, bei der zweiten nicht.

Untersuchungsmethoden

Fett, Totalstickstoff (TN), Nicht-Casein-Stickstoff (NCN) und Wasser sowie der Gefrierpunkt wurden nach den Methoden des Schweizerischen Lebensmittelbuches (10), Sauerstoff polarographisch mit einer pO₂-Messelektrode nach Clark (Publikation in Vorbereitung) und Lactulose nach Geyer und Klostermeyer (11) bestimmt. Die Bestimmung der Vitamine erfolgte bei der Hoffmann-La Roche AG, Basel, nach ihren eigenen Vorschriften (12). Zusätzlich wurden die Vitamine A, E und B₂ in der FAM nach noch unveröffentlichten Methoden bestimmt. In beiden Laboratorien wurden bei den Vitaminen Doppelbestimmungen durchgeführt.

Magermilch wurde nach der Ultrahoherhitzung (frisch) sowie nach 3 Monaten Lagerung (Variante I: direktes UHT-Verfahren; Variante II: indirekt, mit Vitamin C; Variante III: indirekt; ohne Vitamin C) auf diese verschiedenen Parameter untersucht.

Resultate und Diskussion

Chemische Parameter

Aufgrund einer technischen Störung beim direkten UHT-Verfahren wurde zu wenig Wasserdampf entzogen, woraus eine Verdünnung (Anstieg des Wassergehaltes um 5 g/kg) resultierte. Auch der Gefrierpunkt bestätigte diese technische Verwässerung (Tabelle 2). Die Vitaminresultate der direkt erhitzten Milch wurden deshalb auf den gleichen Wassergehalt korrigiert.

Das direkte und indirekte Verfahren der Ultrahoherhitzung erzeugte bei den chemischen Parametern in der Magermilch einige Unterschiede (Tabelle 2). Deutlich beeinträchtigt wurden durch das indirekte Verfahren der NCN, der als Mass

Tabelle 2. Zusammenstellung der verschiedenen Parameter in vitaminangereicherter UHT-Magermilch

| Parameter Variante | Einheit | Frisch | | | 3 Monate 5 °C | | 3 Monate Raumtemperatur | | |
|-----------------------|-------------|--------|-------|-------|---------------|-------|-------------------------|-------|-------|
| | | I | II | III | I | II | I | II | III |
| Wasser | g/kg | 912,3 | 907,3 | 909,0 | 910,9 | 907,2 | 912,1 | 907,6 | 907,8 |
| Fett | g/kg | 0,42 | 0,48 | 0,40 | 0,41 | 0,48 | 0,38 | 0,45 | 0,43 |
| Total-N | mol/kg | 0,37 | 0,39 | 0,39 | 0,37 | 0,39 | 0,37 | 0,39 | 0,39 |
| NCN | mmol/kg | 53 | 43 | 43 | 55 | 46 | 110 | 57 | 46 |
| Lactulose | mg/kg | 59,3 | 126,3 | 249,0 | 65,5 | 141,7 | 105,3 | 173,1 | 273,6 |
| Sauerstoff | %-Sättigung | 38 | 47 | 54 | 1 | 2 | nb | 69 | 68 |
| Gefrierpunkt | °C | 0,502 | 0,533 | 0,523 | nb | nb | nb | nb | nb |

Variante I: direktes UHT-Verfahren

Variante II: indirektes UHT-Verfahren mit Vitamin-C-Zusatz

Variante III: indirektes UHT-Verfahren ohne Vitamin-C-Zusatz

nb = nicht bestimmt

NCN = Nicht-Casein-Stickstoff

der Molkenproteindenaturierung herbeigezogen werden kann, da sich bei der Milcherhitzung ein β -Lactoglobulin- κ -Casein-Komplex bildet (13), und der Lactulosegehalt, was für letztere Substanz auch *Nangpal* und *Reuter* (14, 15) bestätigt haben. Dagegen war der Sauerstoffgehalt in den indirekt erhitzten Proben deutlich erhöht. Diese Werte müssen jedoch mit Vorsicht behandelt werden, da die Bestimmung des Sauerstoffs wegen des geringen Volumens der 250-ml-Packung erschwert war.

Im Laufe der Lagerung veränderten sich diese Parameter mit Ausnahme des NCN und der Lactulose praktisch nicht. Beim NCN konnte bei der indirekt erhitzten Milch mit Vitamin-C-Zusatz eine deutliche Zunahme festgestellt werden, was auf einen Zerfall des β -Lactoglobulin- κ -Casein-Komplexes hindeutet. Die Zunahme des Lactulosegehaltes in bei Raumtemperatur gelagerter Milch steht in Übereinstimmung mit den Befunden von *Nangpal* und *Reuter* (15).

Vitamine

Vitamine weisen bekanntlich in Abhängigkeit der Lagertemperatur und der eingesetzten Matrix eine unterschiedliche Stabilität auf. Diese Tatsache gilt ebenfalls für die in Lebensmitteln wie auch in UHT-Milch (7) vorhandenen Vitamine und wurde in diesen Versuchen für Magermilch bestätigt. Die entsprechenden Resultate über das Verhalten der Vitamine, die der Magermilch vor der Ultrahocherhitzung zugesetzt wurden, sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Tabelle 3. Verhalten verschiedener Vitamine in Magermilch im Verlaufe einer Lagerung bei 5 und 20 °C (Angaben pro kg)^a

| Vitamin | Einheit | Zugabe | frisch | | | 3 Monate 5 °C | | 3 Monate 20 °C | | |
|---|---------|--------|----------------|------|------|---------------|------|----------------|-------|-------|
| | | | I ^a | II | III | I | II | I | II | III |
| Vitamin A | IU | 15000 | 9150 | 9000 | 7300 | 4420 | 4000 | <1000 | <1000 | <1000 |
| Vitamin A FAM ^b | IU | 15000 | 10900 | 8780 | 7870 | 5650 | 5210 | 2870 | 1550 | 590 |
| Vitamin D ₃ | IU | 1260 | 780 | 790 | 1100 | 1050 | 1400 | 740 | 1000 | 900 |
| α-Tocopherol | mg | 24 | 28 | 30 | 30 | 25 | 30 | 29 | 31 | 28 |
| Vitamin E FAM ^b | mg | 24 | 32 | 32 | 32 | 39 | 35 | 36 | 35 | 34 |
| Vitamin B ₁ | mg | 2,9 | 3,2 | 3,0 | 3,1 | 3,3 | 3,5 | 3,5 | 3,6 | 3,5 |
| Vitamin B ₂ | mg | 3,6 | 4,9 | 4,8 | 4,7 | 4,9 | 4,7 | 4,8 | 4,7 | 4,7 |
| Vitamin B ₂ FAM ^b | mg | 3,6 | 4,9 | 4,9 | 4,7 | 4,7 | 4,7 | 4,5 | 4,6 | 4,6 |
| Vitamin B ₆ | mg | 3,8 | 2,7 | 3,1 | 3,1 | 3,9 | 3,9 | 4,0 | 3,7 | 3,8 |
| Vitamin B ₁₂ | µg | 2,0 | 3,7 | 2,9 | 4,1 | 2,9 | 2,9 | 2,4 | 2,7 | 3,2 |
| Nicotinsäure | mg | 30 | 29 | 31 | 32 | 24 | 27 | 32 | 25 | 24 |
| Ca-Pantothenat | mg | 22 | 25 | 25 | 26 | 24 | 25 | 24 | 24 | 25 |
| Folsäure | µg | 300 | 325 | 310 | 310 | 315 | 320 | 315 | 320 | 270 |
| Vitamin C | mg | 300 | 285 | 295 | nb | 210 | 200 | nn | 180 | nb |

Für die Beschreibung der Varianten siehe Legende der Tabelle 2

^a korrigiert auf den gleichen Wassergehalt

^b Diese Messungen wurden in der FAM mit einer anderen Methode durchgeführt.

nn = nicht nachweisbar

nb = nicht bestimmt

Vitamin A

Die Vitamin-A-Resultate der beiden beteiligten Laboratorien unterscheiden sich teilweise voneinander, was wahrscheinlich methodenbedingt ist, da sich die beiden Methoden durch die Erfassungsgrenze (1000 gegenüber ungefähr 500 IU) unterscheiden (Tabelle 3). Zudem ist im Konzentrationsbereich von 1000–5000 IU mit einer Fehlergrenze von $\pm 50\%$ zu rechnen (12). In der Tendenz deuten die Resultate darauf hin, dass dieses Vitamin bereits durch die Ultrahocherhitzung teilweise zerstört wird und während der Lagerung relativ instabil ist. Eine Lagerung bei Raumtemperatur verursachte grössere Verluste als eine solche bei 5 °C. Mit Verlusten von 80 bis über 95% liegen diese Befunde deutlich über den in der Literatur mitgeteilten Resultaten für fetthaltige Milch (7).

Dass der Fettgehalt der UHT-Milch die Stabilität des Vitamins A beeinflussen kann, haben bereits die Untersuchungen von *Lau et al.* (16) gezeigt. So fiel dessen Gehalt in UHT-Milch mit 0,15% Fett nach dreiwöchiger Lagerung bei 26 °C um 90% ab. Erklärt wird diese Beobachtung mit der Tatsache, dass das natürliche Vitamin A in den Fettkügelchen lokalisiert ist und damit gegenüber Sauerstoff geschützt ist, während zugesetztes Vitamin-A-Acetat in der wässrigen Phase dispergiert ist und damit eher oxidiert werden kann. Auch in den hier vorliegenden Untersuchungen musste für die Lagerung bei Raumtemperatur die gleiche Feststellung gemacht werden. Eine Lagerung bei niedrigen Temperaturen verzögerte jedoch den Abbau des Vitamins A und betrug etwa 40%.

Vitamin D₃

Obwohl Vitamin D in teilentrahmter UHT-Milch häufig supplementiert wird, sind über dessen Stabilität in der Literatur keine Angaben vorhanden (7). Die Resultate schwankten relativ stark (Tabelle 3). Aufgrund der vorliegenden Resultate lässt sich einzig die Aussage machen, dass der Gehalt an diesem Vitamin in der frischen wie auch in der gelagerten Magermilch gegenüber dem deklarierten Gehalt mit einer Ausnahme abgenommen hat. Für eindeutige Aussagen müssten eingehendere Untersuchungen durchgeführt werden.

Vitamin E

Vitamin E ist in ultrahocherhitzter Magermilch relativ stabil. Das zeigt sich auch darin, dass die Resultate der Untersuchungen in den beiden Laboratorien relativ gut übereinstimmen (Tabelle 3). Sie stimmen mit den Untersuchungen von *Ford et al.* (17) überein, die nach einer Lagerung über 90 Tage bei 15–19 °C praktisch keine oder nur geringfügige Verluste in unsupplementierter direkt und indirekt erhitzter Milch feststellen mussten.

Vitamin B₁

Vitamin B₁ ist zu den hitzeempfindlichen Vitaminen zu zählen. Nach den vorliegenden Resultaten (Tabelle 3) vermindert die Lagerung bei tiefer wie auch bei Raumtemperatur den Vitamin-B₁-Gehalt von UHT-Magermilch nicht. Es ist dabei zu beachten, dass die Nachweismethode eine Schwankungsbreite von $\pm 15\%$ aufweist (12). Dagegen haben *Görner* und *Uherova* (18) sowie *Kneifel* und *Sommer* (19) in Abhängigkeit von der Lagerung und der Temperatur Verluste festgestellt, die nach 8 Wochen bei über 10% lagen. Nach den Untersuchungen und Berechnungen von *Fink* und *Kessler* (20) sollten bei diesem Vitamin die Verluste weniger als 10% betragen.

Vitamin B₂

Milch ist eine bedeutende Quelle an Vitamin B₂. Auch dieses Vitamin ist gegenüber einer Lagerung relativ stabil, wenn die Milch vor Lichtzutritt geschützt wird, was hier der Fall war durch Verwendung von lichtundurchlässigem Packmaterial und durch Aufbewahrung im Dunkeln. Die Verluste bewegen sich unterhalb von 10% (Tabelle 3), was mit verschiedenen, in der Literatur vorhandenen Resultaten für Halbfett- und Vollmilch übereinstimmt (18, 19, 21). Andere haben dagegen während der Lagerung von UHT-Milch keine Riboflavinverluste beobachtet (17, 22).

Vitamin B₆

Die untersuchten Proben zeigten nach 3 Monaten, unabhängig vom Erhitzungsverfahren und von der Lagerungstemperatur, praktisch die gleichen Gehalte auf, wie sie deklariert wurden (Tabelle 3). Direkt nach der Erhitzung mussten jedoch deutlich tiefere Werte festgestellt werden. Auch *Kneifel* und *Sommer* (19) wiesen nach 10 Wochen Lagerung praktisch keinen Rückgang des Vitamin-B₆-Gehaltes (Verminderung von 0,11 auf 0,10 mg/l) nach. Demgegenüber werden in anderen Untersuchungen Verluste angegeben, die bei einer Lagerungsdauer von mehr als 10 Wochen bedeutend höher liegen. Nach *Görner* und *Uherova* (18) betragen die Verluste nach dieser Zeitspanne 40 (Temperatur 6 °C) und 45% (bei RT), nach *Ford* et al. (17) nach 90 Tagen zwischen 34 und 38% und nach *Oamen* et al. (22) nach 84 Tagen bei 24 °C 86%.

Nicotinamid

Die Verluste an Nicotinamid liegen nach einer 3monatigen Lagerung bei 5 °C und bei Raumtemperatur in der Grössenordnung von 10 bis 20% (Tabelle 3). *Görner* und *Uherova* (18) stellten nach 8wöchiger Lagerung bei Raumtemperatur

mit 20 bis 30% stärkere Verluste fest. Demgegenüber fanden jedoch *Kneifel* und *Sommer* (19) keine Verluste, weder in kühl- noch bei 20 °C gelagerten Milchproben.

Calciumpantothenat

Beim Calciumpantothenat liessen sich praktisch keine Verluste feststellen (Tabelle 3). Diese Befunde stehen in Übereinstimmung mit *Ford et al.* (17). Dagegen wiesen *Görner* und *Uherova* (18) nach 10 Wochen noch stärkere Verluste als bei der Nicotinsäure nach. In den Untersuchungen von *Kneifel* und *Sommer* (19) war die Pantothensäure in den ersten 12 Wochen relativ stabil, und nach 20 Wochen lagen die Verluste zwischen 15 und 20%, wobei geringe Unterschiede zwischen den bei 5 und 20 °C gelagerten Milchproben auftraten.

Folsäure

Nach verschiedenen Autoren weist die Folsäure ein unterschiedliches Verhalten während der Lagerung von UHT-Milch auf, wobei der Sauerstoffgehalt eine wichtige Rolle spielt (7). So war nach den Untersuchungen von *Thomas et al.* (21) in einer Milch mit einem Sauerstoffgehalt von 1,0 mg/kg nach 62 Tagen noch über 60% der ursprünglichen Folsäure vorhanden, während in einer Milch mit einem Sauerstoffgehalt von 8,4 mg/kg weniger als 10% vorkam. Aber auch die Lagerungstemperatur beeinflusst die Stabilität entscheidend. Nach *Kneifel* und *Sommer* (19) betrugen die Verluste nach einer Lagerung von 140 Tagen bei 5 °C nur 25%, bei 20 °C dagegen 85%. In den vorliegenden Untersuchungen veränderte sich der Folsäuregehalt während der Lagerung nur geringfügig (Tabelle 3). Auch die Lagerungstemperatur hatte keinen Einfluss. Dagegen scheint das Vitamin C eine schützende Wirkung auf die Folsäure auszuüben, wie aus dem Resultat der indirekt erhitzten UHT-Milch ohne einen Vitamin-C-Zusatz zu schliessen ist. Auf diese Tatsache hatten bereits *Ford et al.* (23) in direkt erhitzter UHT-Milch, der sie 60 mg Ascorbinsäure/l hinzugefügt hatten und während 60 Tagen bei Raumtemperatur lagerten, hingewiesen.

Vitamin C

Über das Verhalten des Vitamins C in gelagerter UHT-Milch existieren bereits verschiedene Arbeiten (7). Dabei zeigte sich deutlich ein Einfluss des in der Milch vorhandenen Sauerstoffs, wobei ein hoher Sauerstoffgehalt zu einem relativ raschen Abfall der Vitamin-C-Konzentration führte. In den hier vorliegenden Untersuchungen bestätigte sich, dass der Gehalt an Vitamin C im Laufe der Lagerung abnimmt (Tabelle 3). Bei einer Lagerung bei 5 °C unterschieden sich die Erhitzungsverfahren nicht voneinander, dagegen aber bei einer solchen bei Raumtemperatur. Bei letzterer war in indirekt erhitzter Milch noch mehr als die Hälfte der zugesetzten Menge vorhanden, während in direkt erhitzter Milch kein Vitamin C

mehr nachgewiesen wurde. In weiteren Untersuchungen müsste dieses Resultat verifiziert werden.

Der Vitamin-C-Gehalt der indirekt erhitzten Milch wurde durch die beiden verwendeten Lagerungstemperaturen nicht allzu stark beeinflusst. Aufgrund der Gleichung von *Fink* und *Kessler* (24), mit der die Ascorbinsäureverluste in indirekt erhitzter, nicht entgaster UHT-Milch während der Lagerung berechnet werden könne, ergäben sich Verluste von 20 bzw. 50%. Die hier festgestellten Verluste liegen mit 30 und 40% innerhalb dieser berechneten Werte.

Einfluss eines Vitamin-C-Zusatzes auf den Vitamingehalt von gelagerter, indirekt erhitzter Magermilch

Vitamin C kann als Redoxsystem die Wirkung des Sauerstoffs entschärfen und zur Stabilität der übrigen Vitamine beitragen. Es wurde deshalb untersucht, welchen Einfluss ein Zusatz in indirekt erhitzter Milch ausüben kann.

Der Vitamin-C-Zusatz in der indirekt erhitzten Magermilch beeinflusste den Gehalt der anderen Vitamine während der Lagerung mit wenigen Ausnahmen nicht. Beim Vitamin A und bei der Folsäure scheint das Vitamin C eine Schutzwirkung aufzuweisen. Beim Vitamin D₃ und beim α -Tocopherolacetat waren zwischen den beiden Milchen geringfügige Unterschiede zu verzeichnen.

Schlussfolgerung

Vitamine lassen sich der Magermilch vor der Ultrahoherhitzung zufügen. Vitaminsupplementierte Milch kann als Vehikel zu einer verbesserten Vitaminversorgung bei bestimmten Personengruppen herbeigezogen werden. Mit Ausnahme des Vitamins A konnte das Ziel, mit 500 ml UHT-Magermilch auch nach 3 Monaten Lagerung bei 5 °C oder bei Raumtemperatur den Tagesbedarf zu decken, erreicht werden. Weitere Untersuchungen müssten darüber Aufschluss geben, wie die Verluste beim Vitamin A vermieden werden könnten.

Für die Anwendung einer generellen Anreicherung der Magermilch mit den verschiedenen Vitaminen liegen zur Zeit noch keine eindeutigen Befunde vor. Dazu müssten jedoch weitere epidemiologische Studien durchgeführt werden, die über den Vitaminstatus von gefährdeten Personengruppen Aufschluss gäben.

Zusammenfassung

Magermilch wurde mit dem Tagesbedarf an folgenden Vitaminen: A, D₃, α -Tocopherol, B₁, B₂, B₆, B₁₂, C sowie Nicotinsäure, Calciumpantothenat und Folsäure angereichert. Sie wurde darauf dem direkten sowie dem indirekten Verfahren der Ultrahoherhitzung unterworfen. Dabei wurde beim indirekten Verfahren unterschieden zwischen Proben mit und ohne Vitamin-C-Zusatz. Diese ultrahoherhitzten Milchproben wurden bei 5 °C und bei Raumtemperatur während 3 Monaten gelagert. Die Erhitzungsverfahren beeinflussten den

Vitamingehalt der gelagerten Magermilch. In Abhängigkeit der Lagerung mussten nur beim Vitamin A und C bedeutende Verluste verzeichnet werden. Beim Vitamin A waren sie bei einer Lagerung bei Raumtemperatur grösser als bei Kühlschranktemperaturen. In direkt erhitzter Magermilch war nach drei Monaten kein Vitamin C mehr nachweisbar, in geringem Masse traten auch in der indirekt erhitzten Milch lagerungsbedingte Verluste auf.

Résumé

Afin d'obtenir des concentrations équivalant aux besoins humains journaliers, des échantillons de lait écrémé ont été additionnés des vitamines suivantes: vitamines A et D₃, α -tocophérol, vitamines B₁, B₂, B₆, B₁₂ et C, acide nicotinique, pantothénate de calcium et acide folique. Ces échantillons ont ensuite été soumis aux traitements thermiques UHT direct et indirect. Pour mieux étudier la réaction de la vitamine C, le traitement indirect a été appliqué à des échantillons avec et sans adjonction de cette vitamine. Les laits écrémés ainsi traités ont été stockés pendant 3 mois à 5 °C et à température ambiante. Les teneurs en vitamines des échantillons stockés variaient selon le traitement thermique appliqué. Les concentrations des vitamines A et C diminuaient considérablement au cours du stockage. Les pertes en vitamine A étaient plus élevées après l'entreposage à température ambiante. La vitamine C n'était plus décelable dans le lait écrémé traité par le système UHT direct et stocké pendant 3 mois; des pertes moins importantes se sont produites pendant le stockage dans le lait soumis au traitement UHT indirect.

Summary

Skim milk samples were supplemented with the following vitamins to reach human daily requirements: vitamin A and D₃, α -tocopherol, vitamin B₁, B₂, B₆, B₁₂, C, nicotinic acid, calcium pantothenate, and folic acid. The samples were submitted to ultra-high direct and indirect heat treatments. The UHT indirect treatment was applied to samples with and without vitamin C supplements. The ultra-high heat treated milk samples were stored during 3 months at 5 °C and at ambient temperature. The vitamin contents of the stored skim milk varied according to the heat treatment applied. The storage decreased considerably the vitamin A and C contents. Storage at ambient temperature produced higher vitamin A losses than cold storage. In direct UHT treated skim milk no vitamin C could be detected after 3 months; in indirect UHT treated milk the respective losses during storage were lower.

Literatur

1. *Rufer-Meineke, R.*: Versorgung mit Vitaminen. In: Stähelin, H. B., Lüthy, J., Casabianca, A., Monnier, N., Müller, H. R., Schutz, Y. und Sieber, R. Dritter Schweizerischer Ernährungsbericht (im Druck).
2. *Mareschi, J. P., Cousin, F., Villeon, B. de la et Brubacher, G. B.*: Valeur calorique de l'alimentation et couverture des apports nutritionnels conseillés en vitamines de l'homme adulte. *Ann. Nutr. Metab.* **28**, 11–23 (1984).

3. *Rivera, R., Ruiz, R., Hegenauer, J., Saltman, P. and Green, R.*: Bioavailability of iron- and copper-supplemented milk for Mexican school children. *Am. J. Clin. Nutr.* **36**, 1162–1169 (1982).
4. *NN*: Kalziumangereicherte Milch in England. *Dtsch. Milchwirtsch.* **39**, 424–425 (1988).
5. *Ilic, D. B. and Ashoor, S. H.*: Stability of vitamins A and C in fortified yogurt. *J. Dairy Sci.* **71**, 1492–1498 (1988).
6. *Sweeney, M. A. and Ashoor, S. H.*: Fortification of Cottage cheese with vitamins A and C. *J. Dairy Sci.* **71**, 587–590 (1989).
7. *Sieber, R.*: Verhalten der Vitamine während der Lagerung von UHT-Milch. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **80**, 467–489 (1989).
8. *Renner, E.*: Milch und Milchprodukte in der Ernährung des Menschen. Volkswirtschaftlicher Verlag, München 1982.
9. *NN*: Verfügung des Eidgenössischen Departements des Innern über Zusatz und Anpreisung von Vitaminen bei Lebensmitteln (vom 7. März 1957) (Stand 1. April 1984).
10. *NN*: Schweizerisches Lebensmittelbuch, Band 2, Kapitel 1. Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern 1987.
11. *Geier, H. und Klostermeyer, H.*: Enzymatische Bestimmung von Lactulose. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* **171**, 443–445 (1980).
12. *Keller, H. E.*: Analytical methods for vitamins and carotenoids in feed. Hoffmann-La Roche, Basel 1988.
13. *Hill, A. R.*: The beta-lactoglobulin-kappa-casein complex. *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.* **22**, 120–123 (1989).
14. *Nangpal, A. and Reuter, H.*: Formation of lactulose during UHT treatment of milk – comparison between direct and indirect heating. *Kieler Milchwirtsch. Forschungsber.* **42**, 31–41 (1990).
15. *Nangpal, A. and Reuter, H.*: Reference diagram for lactulose content in UHT milk. *Kieler Milchwirtsch. Forschungsber.* **42**, 65–76 (1990).
16. *Lau, B. L. T., Kakuda, Y. and Arnott, D. R.*: Effect of milk fat on the stability of vitamin A in ultra-high temperature milk. *J. Dairy Sci.* **69**, 2052–2059 (1986).
17. *Ford, J. E., Porter, J. W. G., Thompson, S. Y., Toothill, J. and Edwards-Webb, J.*: Effect of ultra-high-temperature (UHT) processing and of subsequent storage on the vitamin content of milk. *J. Dairy Res.* **36**, 447–454 (1969).
18. *Görner, F. und Uherova, R.*: Vitaminveränderungen der H-Milch während der Lagerung. *Nahrung* **24**, 373–379 (1980).
19. *Kneifel, W. und Sommer, R.*: Zum lagerungsbedingten Abbau einiger wasserlöslicher Vitamine in Haltbarmilch. *Oest. Milchwirtsch.* **41** (WB10), 79–87 (1986).
20. *Fink, R. and Kessler, H. G.*: Reaction kinetics study of thiamine losses in stored UHT milk. *Milchwissenschaft* **40**, 709–712 (1985).
21. *Thomas, E. L., Burton, H., Ford, J. E. and Perkin, A. G.*: The effect of oxygen content on flavour and chemical changes during aseptic storage of whole milk after ultra-high-temperature processing. *J. Dairy Res.* **42**, 285–295 (1975).
22. *Oamen, E. E., Hansen, A. P. and Swartzel, K. R.*: Effect of ultra-high temperature steam injection processing and aseptic storage on labile water-soluble vitamins in milk. *J. Dairy Sci.* **72**, 614–619 (1989).
23. *Ford, J. E., Porter, J. W. G. and Thompson, S. Y.*: Der Einfluss einer Ascorbinsäurezugabe auf die Stabilität von Folinsäure und Vitamin B₁₂ in Milch während der UHT-Sterilisierung und nachfolgender Lagerung. *XIX. Int. Milchwirt. Kongr.* **ID**, 617–619 (1974).

24. *Fink, R. and Kessler, H. G.*: Reaction kinetics evaluation of the oxidative changes in stored UHT milk. *Milchwissenschaft* **41**, 90-94 (1986).

Luisita Dolfini
R. Kueni
Hoffmann-La Roche AG
CH-4002 Basel

Dr. P. Eberhard
Eidg. Forschungsanstalt
für Milchwirtschaft
CH-3097 Liebefeld-Bern