

# Unerwünschtes Lysinoalanin

**Lysinoalanin (LAL) ist in Lebensmitteln unerwünscht. In flüssigen Milchprodukten kann**

**LAL in geringen und in getrockneten Milchprodukten vereinzelt sogar in bedeutenden Konzentrationen vorkommen. Mit einer an ALP entwickelten Methode kann LAL in Milchprodukten quantitativ erfasst werden.**

**ROBERT SIEBER, BRITA REHBERGER, UELI BÜTIKOFER\***. Lysinoalanin ist eine basische Aminosäure, die bei der alkalischen Behandlung von Proteinen oder bei der Erhitzung von Lebensmitteln entstehen kann. LAL ist kein Dipeptid, da bei der Hydrolyse nicht zwei Aminosäuren entstehen. Stärker ins Bewusstsein der Wissenschaft gelangte das Vorkommen von LAL in Lebensmitteln, weil anfangs der 70er-Jahre Beobachtungen

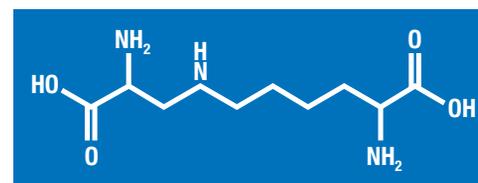
an Ratten nach Verfütterung von LAL aufgehört liessen. Dabei wurde alkalisch behandeltes Sojaprotein verfüttert, was zu krankhaften Veränderungen von Nierenzellen geführt hatte. Dadurch wurden Zellkern und Zytoplasma (Zellinhalt) vergrössert sowie die Herstellung der Erbsubstanz DNA und die Zellteilung beeinflusst. Dies konnte nur bei Ratten beobachtet werden, nicht aber bei anderen Versuchstieren. Verantwortlich dafür ist das Vorkommen von freiem LAL in Mengen von mehr als 100 mg/kg Lebensmittel. Proteingebundenes LAL zeigte erst ab 6000 mg/kg eine negative Wirkung.

In Lebensmitteln ist freies LAL aber nur in Spuren vorhanden und proteingebundenes LAL nicht in der für eine nienschädigende Wirkung erforderlichen Konzentration. Mit grosser Wahrscheinlichkeit sind proteinhaltige Lebensmittel mit einer geringen LAL-Konzentration für den Menschen als sicher einzustufen. Im Rahmen der

Qualitätssicherung sollte dennoch der LAL-Gehalt in Lebensmitteln so tief wie möglich gehalten werden.

## In flüssiger Milch kaum vorhanden

Bei der Verarbeitung von flüssigen Lebensmitteln ist die Bildung von LAL von den eingesetzten Zeit-/Temperatur-Bedingungen abhängig. So sind die Erhitzungsbedingungen bei der Pasteu-



Chemische Formel von Lysinoalanin.

Formule chimique de la lysinoalanine.

risation und Ultrahocherhitzung meist so schonend, dass nicht allzu grosse Mengen entstehen. In unseren Untersuchungen wurden 4 Milchdrinkproben, 1 Kondensmilch, 3 UHT-Vollrahm- und 4 UHT-Kaffeerahmproben einbezogen. Mit Ausnahme einer Kaffeerahmprobe konnte in diesen Produkten kein LAL nachgewiesen werden. In LAL-Untersuchungen der letzten 15 Jahre wurden in roher Milch bis zu 24, in pasteurisierter Milch bis zu 47 und in UHT-Milch bis zu 186 mg pro kg Protein gefunden, in sterilisierter Milch hingegen bis zu 653 und in sterilisiertem Kaffeerahm zwischen 130 und 1400 mg/kg Protein.

## Auch Käse ist davon im Grossen und Ganzen ausgenommen

Die normalen Bedingungen bei der Käsefabrikation führen zu keinen relevanten LAL-Konzentrationen, da bei der Herstellung keine für die LAL-Bildung relevante Erhitzung stattfindet. Dies bestätigte sich in unserer Untersuchung an je drei von vier Frischkäse- und Mozzarella-Proben sowie in einer Halbhart- und fünf Schmelzkäseproben. Einzig in einer Frischkäse- und in einer Mozzarella-Probe konnte LAL nachgewiesen wer-

## Résumé

### Lysinoalanine présent dans des poudres

Produit secondaire indésirable, la lysinoalanine (LAL) est un acide aminé basique qui est engendrée par le traitement alcalin des protéines ou le chauffage de denrées alimentaires contenant des protéines (ill.). L'apparition de LAL a fortement marqué les scientifiques, car, dans les années septante, elle a entraîné chez les rats – et seulement chez eux – des changements dans les cellules rénales.

La teneur en LAL de quatre boissons au lait, un lait condensé, trois crèmes entières UHT et quatre crèmes à café UHT prélevés dans le commerce a été déterminée. Les produits UHT analysés ne contenaient aucune trace de LAL, à l'exception d'une crème à café UHT qui avait une teneur élevée en LAL.

La fabrication de fromage n'a entraîné aucune formation notable de LAL, comme en attestent les échantillons de fromage frais, de mozzarella, de fromage à pâte mi-dure et de fromage fondu

analysés. La présence de 615 mg/kg de protéines dans la mozzarella a pu être attribuée à l'utilisation de protéines laitières en poudre.

Par contre, différentes sortes de lait en poudre de même que des aliments pour enfants en poudre possédaient parfois des teneurs élevées en LAL. Les laits en poudre avec des protéines du lait hydrolysé contenaient jusqu'à 2296 mg LAL/kg de protéines.

La lysinoalanine sert aussi d'indicateur dans l'assurance qualité. En effet, si la proportion de LAL est élevée dans un échantillon, cela signifie que le lait ou le produit laitier a été exposé lors du traitement thermique à des températures trop élevées ou a été chauffé trop longtemps. La grande fluctuation observée dans les teneurs en LAL dans le lait et les produits laitiers est due avant tout aux différentes charges thermiques et durées de chauffage. (ALP)

den. Der Gehalt von 615 mg/kg Protein in Mozzarella könnte auf die Verwendung von Milchproteinpulvern bei der Herstellung zurückgeführt werden. Denn in Untersuchungen einer italienischen Forschergruppe wurde in Imitations-Mozzarella eine LAL-Konzentration von 15 bis 329 mg/kg Protein im Vergleich zu Mozzarella mit 0,6 bis 3,8 mg/kg Protein gefunden.

Bild: ALP

### Anders bei Milchpulvern und Proteinkonzentraten

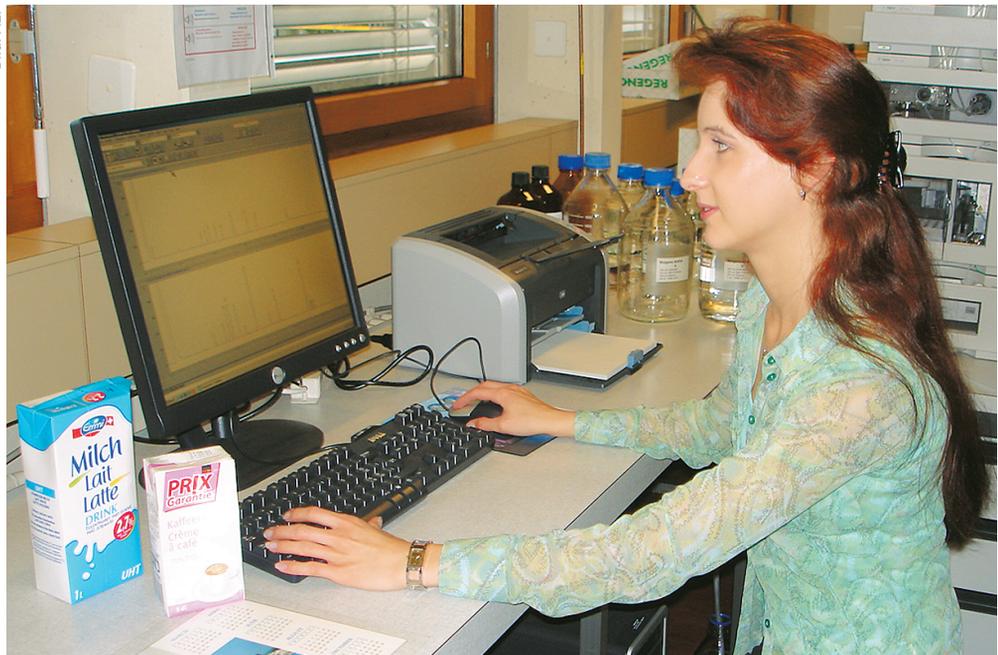
In getrockneten Milchprodukten, v.a. in getrockneten Proteinkonzentraten, muss wegen der angewendeten Bedingungen mit dem Auftreten von LAL gerechnet werden. In 8 von 13 Spezialmilchpulvern, in 6 von 9 Vollmilchpulvern, in zwei von zwei untersuchten Milchpulvern mit aufgeschlossenem Milchprotein sowie auch in 16 von 17 Kindernährmittelpulvern wurde an ALP eine erhöhte LAL-Konzentration gefunden (Tabelle). In den vier an ALP untersuchten Kaseinatproben sowie einer Magermilchpulverprobe war hingegen kein LAL nachzuweisen. Es ist daher davon auszugehen, dass diese Kaseinate durch eine vorsichtige stufenweise Zugabe von Natronlauge unter ständiger pH-Kontrolle hergestellt wurden. Die grosse Schwankungsbreite im LAL-Gehalt bei Milch und Milchprodukten und im Speziellen bei Milchpulvern ist in erster Linie auf unterschiedliche Temperaturbelastungen und Erhitzungszeiten während der Herstellung zurückzuführen.

### Bestimmung des Lysinoalanins

LAL analytisch zu bestimmen, erfordert wegen des gleichzeitigen Vorkommens einer Vielzahl verschiedener Aminosäuren ausgeklügelte Methoden. Heute wird mehrheitlich die Hochleistungs-Flüssigkeits-Chromatographie herbeigezogen, bei der die hydrolysierte Probe derivatisiert und anschliessend in einem Analysengerät aufgetrennt wird.

Um Resultate miteinander vergleichen zu können, werden in der Wissenschaft die LAL-Konzentrationen auf das Protein bezogen. Dies ist jedoch für die Beurteilung zu beachten, da in der Ernährung nicht Proteine, sondern Lebensmittel verzehrt werden.

In der Qualitätssicherung kann der LAL-Gehalt als Hinweis auf die Verarbeitungsmethoden die-



Auswertung der untersuchten Proben im Labor am Agroscope Liebefeld-Posieux.

Mise en valeur des échantillons analysés.

nen. Schonende Verarbeitungsschritte halten die LAL-Konzentration im Endprodukt auf einem tiefen Niveau. Unter den verschiedenen Milchprodukten sind vor allem getrocknete Spezialproteinkonzentrate bezüglich eines hohen LAL-Gehaltes gefährdet. Dabei sind für eine LAL-Bil-

dung die angewendeten Bedingungen der Temperaturbehandlung sowie der eingesetzte pH-Wert bei der Gewinnung von Milchproteinen ausschlaggebend.

\*Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 3003 Bern-Liebefeld.

Produkt/Produit	n	Positive Proben/ Echantillon positif	LAL-Gehalt in positiven Proben in mg/kg Produkt Teneur en LAL dans les échantil- lons positifs en mg/kg de produit
Magermilchpulver/Poudre de lait écrémé	1	0	nn
Vollmilchpulver (sprühetrocknet)/ Poudre de lait entier (Séchée par atomisation)	3	2	9-15
Vollmilchpulver (walzengetrocknet)/Poudre de lait entier (Séchée sur cylindre)	6	4	9-252
Milchproteinpulver (Spezialmilchpulver)/ Poudre de protéines lactiques (poudre de lait spéciale)	8	4	105-368
Molkenproteinpulver (Spezialmilchpulver)/ Poudre de protéines de petit-lait (poudre de lait spéciale)	5	4	68-712
Milchpulver mit aufgeschlossenem Milchprotein/ Poudre de lait avec protéines lactiques hydrolysées	2	2	531-1949
Kaseinat (Na-, Ca-, K-)/Caséinate (Na-, Ca-, K-)	4	0	nn
Kindernährmittel (in Pulverform)/Aliment pour enfants (en poudre)	17	16	9-334

Vorkommen von LAL in diversen Milchpulvern und Kindernährmitteln (Zahlen aus Untersuchungen von ALP). n = Anzahl Proben; nn = nicht nachweisbar (Nachweisgrenze: 10 mg/kg Produkt).

Présence de LAL dans diverses poudres de lait et poudres infantiles (analyses d'ALP). n = nombre d'échantillons; nn = non détectable (limite de détection: 10 mg/kg protéines).