

# Aminosäuren – unentbehrliche Bausteine des Lebens

## Strukturelle Vielfalt und Bedeutung

■ Von Hans Brückner

**Aminosäuren sind Bausteine von Proteinen (Eiweißstoffen), die neben den Kohlenhydraten, Nucleinsäuren und Fetten wichtige Grundlagen aller Lebensprozesse darstellen. Sie stehen deshalb seit Jahrzehnten im Mittelpunkt intensiver chemischer, biochemischer und ernährungswissenschaftlicher Untersuchungen. Bedingt durch die Entwicklung verbesserter und hochempfindlicher Methoden zum Nachweis und zur Strukturaufklärung ist es zu einem sprunghaften Anstieg der Neuentdeckungen von Aminosäuren in der belebten Natur gekommen.**

**W**ährend sich Proteine praktisch ausschließlich aus 20 Aminosäuren aufbauen (diese genetisch codierten Aminosäuren werden deshalb als proteinogene Aminosäuren bezeichnet), sind heute weit über 500 Aminosäuren bekannt, die im wesentlichen aus dem Sekundärstoffwechsel von Pflanzen und aus Mikroorganismen stammen. Vor einigen Jahren hat man sogar Aminosäuren die auf der Erde nicht oder selten vorkommen in Meteoriten gefunden, die vermutlich durch nicht-biologische (abiotische) Synthese im Weltraum entstanden sind. Nicht-proteinogene Aminosäuren sind z. B. auch in Obst und Gemüse enthalten und oftmals für bestimmte ernäh-

rungsphysiologische und sensorische Eigenschaften verantwortlich. Einige sind Neurotransmitter oder sogar für Mensch und Tier toxisch. Aminosäuren, die der menschliche Körper nicht selbst synthetisieren kann, müssen mit der Nahrung aufgenommen werden und werden deshalb als unentbehrliche oder essentielle Aminosäuren bezeichnet. Fehlen diese essentiellen Aminosäuren in der Nahrung, kommt es zu ernsthaften Mangelerscheinungen und Stoffwechselstörungen, da lebensnotwendige Proteine und Enzyme nicht aufgebaut werden können.

### Breite Anwendung

Verschiedene Aminosäuren finden eine umfangreiche Anwendung im täglichen Leben und werden als Bestandteile von Arzneimitteln, Infusionslösungen, diätetischen Erzeugnissen, als Kosmetika, als Aroma- und Geschmacksstoffe, Lebensmittelzusatzstoffe und als Futtermitteladditive in der Tierernährung eingesetzt. Die braune Farbe des Brotes und das Aroma des Kaffees werden durch chemische Reaktion von Aminosäuren mit Zuckern verursacht.

### Moderne Nachweismethoden

Aus dem oben gesagten geht hervor, daß Aminosäuren selbst und auch die daraus durch Polykondensation hervorgehenden Oligopeptide (bestehend aus bis zu 10 Aminosäuren), Polypeptide (bis zu 100 Aminosäuren) und

Proteine (mehr als 100 Aminosäuren) mit die wichtigsten Stoffe biologischer Systeme darstellen. Daraus ergibt sich, daß analytische Methoden zur raschen und genauen Bestimmung von in freier Form vorkommenden oder durch geeignete Spaltung aus Proteinen erhaltenen Aminosäuren vorhanden sein müssen.

Moderne Methoden, deren Entwicklung und Anwendung einer unserer Forschungsschwerpunkte darstellt, sind Verfahren der hochauflösenden Flüssigkeitschromatographie (HPLC) und der Kapillargaschromatographie. Bei der ersteren Methode werden Aminosäuren, die selbst farblose und schlecht detektierbare Verbindungen darstellen, durch Umsetzen mit farbigen oder fluoreszierenden Verbindungen „sichtbar“ gemacht. Diese Aminosäurederivate können dann zwischen speziellen Materialien mit riesigen Oberflächen (sogenannten festen bzw. stationären Phasen) und einer bewegten Flüssigkeit (sog. mobile Phase) verteilt und dadurch getrennt werden.

Bei der Gaschromatographie werden Aminosäuren in flüchtige, gasförmige Verbindungen übergeführt, die zwischen zähflüssigen Silikonölen und einer gasförmigen (= mobilen) Phase verteilt und dadurch getrennt werden.

### Bild und Spiegelbild

Von vielen organischen Molekülen sind Formen bekannt, die

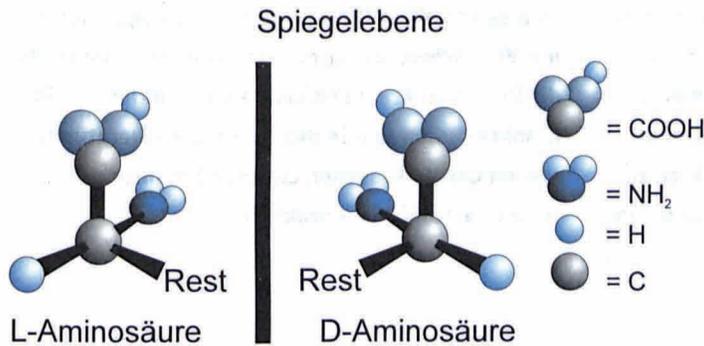


Abbildung 1: Bild und Spiegelbild (L- und D-Form) von Aminosäuren; der Rest ist charakteristisch für jede individuelle Aminosäure (z. B. Rest =  $\text{CH}_3$  bei Alanin).

sich wie Bild und Spiegelbild verhalten. Bei Aminosäuren bezeichnet man Bild und Spiegelbild als L- und D-Form, abgeleitet aus dem Lateinischen laevus = links und dexter = rechts, da sie sich wie linke und rechte Hand verhalten (Abbildung 1). Diese deshalb als links- und rechtshändig bezeichneten Moleküle können zwar gespiegelt aber nicht zur Deckung gebracht werden. Sie werden auch als optische Antipoden bezeichnet. Bei biochemischen Prozessen wird jedoch in der Regel nur eine Form synthetisiert. In Lebewesen bestehen die Aminosäuren fast ausschließlich aus den linkshändigen L-Formen.

Die Anwesenheit der „unnatürlichen“ D-Aminosäuren in Lebensmitteln kann als Maß für die Authentizität derselben oder als Anzeichen für unerwünschte technologische Beeinflussung verwendet werden.

Drastisches Erhitzen und Alkalibehandlung von Lebensmittelproteinen führt zu einer teilweisen Umwandlung der L- in die D-Formen der Aminosäuren und vermindert deshalb die biologische Wertigkeit dieser Nahrungsproteine. Eine bemerkenswerte Ausnahme der obigen Regeln sind Bakterien, die in ihrer Zellwand D-Aminosäuren enthalten, die durch spezielle Enzyme synthetisiert werden. In allen fermentierten Lebensmitteln, d.h. solchen, die mit der Hilfe von Mikroorganismen hergestellt werden, wie zum Beispiel Joghurt

und Käse, wandeln sich unter der Einwirkung dieser Mikroorganismen ein Teil der L-Aminosäuren in die D-Aminosäuren um. Die Anwesenheit der D-Form ist damit geradezu ein Beweis, daß diese Lebensmittel tatsächlich durch mikrobielle Fermentation entstanden sind. Damit lassen sich solche Produkte von anderweitig hergestellten, sog. Imitaten, unterscheiden.

Zur Bestimmung der optischen Antipoden wurden von uns neue Reagenzien und Methoden zur Trennung derselben mittels Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie (HPLC) und Gaschromatographie (GC) gekoppelt mit Massenspektrometrie entwickelt.

Beispielhaft sei hier die Trennung der optischen Antipoden eines natürlich gereiften Käses dargestellt (Abbildung 2).

### Biogene Amine und Lebensmittel

Durch die Einwirkung von Mikroorganismen wird aus Aminosäuren Kohlendioxid abgespalten und es entstehen basische Amine, die aufgrund ihrer biotischen Herkunft und biologischen Wirkung als biogene Amine bezeichnet werden. Biogene Amine stellen unter anderem wichtige Indikatoren für den mikrobiellen Verderb von Lebensmitteln und damit für deren Qualität dar. Sie sind aber auch natürliche vorkommende Bestandteile in Lebensmitteln und können zum Geschmack beitragen. Bekannt und

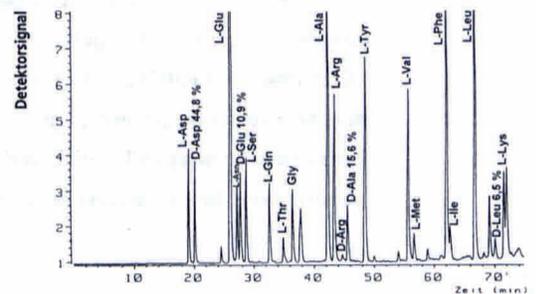


Abbildung 2: HPLC der D- und L-Aminosäuren in einem natürlich gereiften Romadur-Käse. Zur Derivatisierung der Aminosäuren wurden die Reagenzien ortho-Phthaldialdehyd und N-Isobutyryl-L-Cystein verwendet. Folgende D-Aminosäuren wurden gefunden: Asparaginsäure (Asp), Glutaminsäure (Glu), Arginin (Arg), Alanin (Ala) und Leucin (Leu).

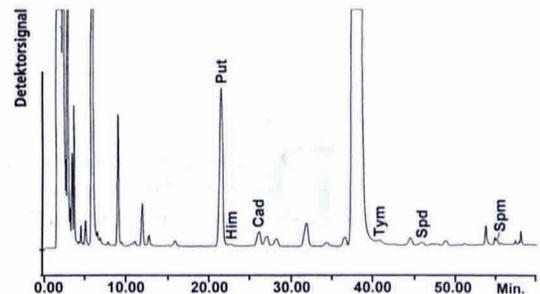


Abbildung 3: HPLC eines Orangensaftes nach Reaktion der bio-genen Amine mit 2-Naphthylloxycarbonylchlorid. Folgende Amine kommen vor: Putrescin (Put), Histamin (Him), Cadaverin (Cad), Tyramin (Tym), Spermidin (Spd) und Spermin (Spm).

gefürchtet ist zum Beispiel die gefäßerweiternde und allergene Wirkung von Histamin.

Auch hier besteht ein Bedarf an schnellen und empfindlichen Nachweismethoden. Als Beispiel sei die Bestimmung biogener Amine im Orangensaft mittels HPLC vorgestellt (Abbildung 3).

JUSTUS-LIEBIG-

UNIVERSITÄT  
GIESSEN

Prof. Dr. Hans Brückner  
Dr. Jochen Kirschbaum  
Dr. Klaus-Jürgen Moch

Institut für Ernährungswissenschaft  
Südanlage 6  
35390 Gießen  
Telefon (0641) 99-39140