



Problemzucker Laktose

Tiefe Laktosegehalte konnten in Produkten wie Frischkäse und Joghurt bisher nicht genau bestimmt werden. Die Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux hat eine Methode entwickelt, die dies nun ermöglicht.

Andreas Bosshart, Doreen Gille und Lotti Egger.* Laktose (Milchzucker) ist ein Zweifachzucker, welcher in der Milch aller Säugetiere vorkommt und aus den Einfachzuckern Glukose und Galaktose besteht. Dieser Inhaltsstoff ist eine der Hauptenergiequellen, um den Säugling mit Energie zu versorgen. Um diese Energiequelle nutzen zu können, wird die Laktose während der Verdauung in ihre Bestandteile gespalten. Diese erfolgt im

Menschen durch das körpereigene Enzym Laktase. Da zu Beginn neuen Lebens die Milch das einzige verzehrte Nahrungsmittel ist, weist ein Säugling die höchste Konzentration dieses Enzyms auf.

Sinkende Laktaseproduktion

Mit steigendem Alter kann die Menge an Laktase im Darm sinken, was zu einer Laktoseintoleranz im Erwachsenenalter führt. Bei

diesem Erscheinungsbild gelangen hohe Mengen an Laktose ungespalten in den unteren Teil des Dünndarms, in den wegen des erhöhten osmotischen Drucks Wasser einströmt. Im Dickdarm wird der Milchzucker schliesslich von den dort lebenden Mikroorganismen anaerob verstoffwechselt, wobei unter anderem die Gase Kohlendioxid, Methan und Wasserstoff entstehen. Diese Substanzen sowie der hohe Wassereinstrom verursachen schliesslich typische Symptome wie Blähungen, Bauchkrämpfe und Durchfall.

Da ein Grossteil der Weltbevölkerung (70%) von Laktoseintoleranz betroffen ist (schweizweit weniger als 20%), etabliert die Lebensmittelindustrie kontinuierlich neue, laktosefreie Milchprodukte auf dem Markt.

Tiefe Laktosegehalte kaum nachweisbar

Es existieren verschiedene enzymatische, chromatographische und fermentative Verfahren, um den Laktosegehalt der Kuhmilch von 50 g/kg zu reduzieren bzw. vollständig laktosefreie Produkte herzustellen.

Entsprechend dem Schweizer Gesetz gilt ein Lebensmittel als laktosearm, wenn der Laktosegehalt im Vergleich zum entsprechenden Normalerzeugnis mindestens um die Hälfte herabgesetzt ist und höchstens 20 g/kg Trockenmasse beträgt. Als laktosefrei dürfen nur Lebensmittel deklariert werden, deren Laktosekonzentration einen Wert von 1 g/kg beziehungsweise 1 g/l nicht überschreitet. Doch genau da liegt die Herausforderung, denn die bestehenden Analysemethoden können diese tiefen Gehalte in komplexen Matrices wie Frischkäse, Joghurt oder anderen Milchprodukten nicht genau bestimmen.

Die Organisation «Association of Official Analytical Chemists (AOAC)», welche offizielle ISO-Methoden zur Bestimmung verschiedenster Lebensmittelinhaltsstoffe publiziert, aktualisiert auch Verfahren, mit denen man Laktosegehalte in Milch und Milchprodukten quantifizieren kann. Neben enzymatischen und chromatographischen Messungen, welche die bevorzugten Methoden der Anwender darstellen, ist es auch möglich, polarimetrische, gravimetrische und spektrometrische Analysen anzuwenden. Die neue, von der Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux

(ALP) entwickelte Methode zur Bestimmung der Laktose in Milch und Milchprodukten, beruht auf einer enzymatischen Analyse.

Entfernung der freien Glukose

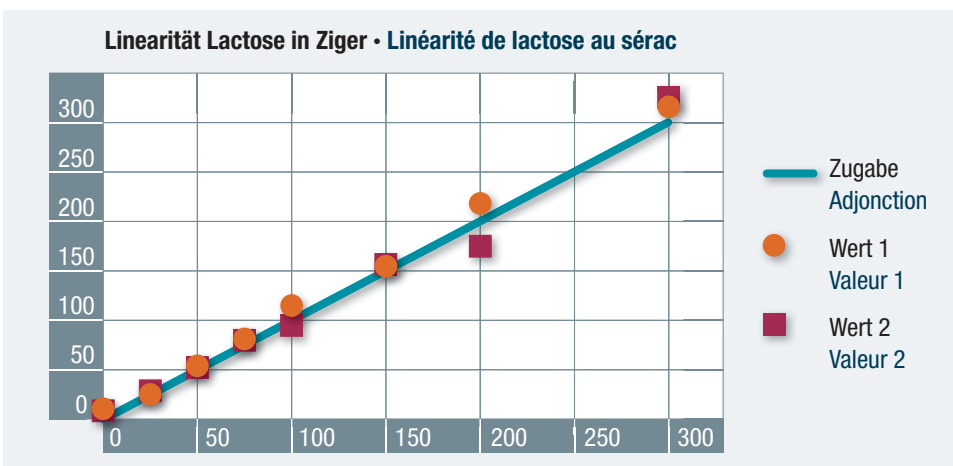
Die klassische enzymatische Methode zur Bestimmung von Laktose beruht auf deren Spaltung und dem anschliessenden Nachweis der freigesetzten Glukose beziehungsweise Galaktose. Bei laktosearmen oder -freien Milchprodukten stösst diese Methode an ihre Grenzen, da diese Produkte aufgrund der technologischen Laktosespaltung während des Herstellungsprozesses sehr hohe Gehalte an Glukose und Galaktose enthalten. Bei der neuen an ALP entwickelten Methode wird deshalb vor der eigentlichen Analyse die freie Glukose aus der Probe entfernt. Anschliessend wird wie bisher die Restlaktose enzymatisch in ihre Bestandteile Glukose und Galaktose gespalten und die freigewordene Glukose in einer Absorptionsmessung quantifiziert.

Validierung der Analysenmethode

Um die Methode zu validieren, wurde ein völlig laktosefreies Milchprodukt mit hohem Gehalt an freier Glukose benötigt, worin mittels definierter Laktosezugaben die Wiederfindungsrate und die Linearität der Analyse bestimmt werden konnte. Ziger mit einer Glukosezugabe erwies sich als geeignete Matrix, um ein laktosefreies Milchprodukt zu simulieren. Weiter wurde untersucht, ob Haushaltszucker (Saccharose) die Messung beeinflusst, indem verschiedene Laktosezugaben zu laktosefreier Vanillemilch getestet wurden. Mit einer Wiederfindungsrate von 90–105% in den verschiedenen Matrices erwies sich die Methode als präzise und robust. Die Nachweisgrenze von 0,025 g/kg und die Wiederholbarkeit r von 0,04 g/kg wurde mit Mehrfach- und Doppelbestimmungen ermittelt. Die Linearität der Analyse im Bereich von 0,025–0,3 g/kg konnte durch Laktosezugaben im Ziger gezeigt werden.

Wiederfindungsrate in Milchprodukten

Zur Berechnung der Wiederfindungsrate wurden verschiedene laktosefreie Milchprodukte mit und ohne Zugabe bestimmter Mengen einer Laktoselösung analysiert (siehe



Linearität der Analyse im Konzentrationsbereich von 25 bis 300 mg/kg Laktosezugabe zu laktosefreiem Ziger. • Linéarité de l'analyse dans le domaine de concentration de 25 à 300 mg/kg d'adjonction de lactose au sérac sans lactose.

Wiederfindungsrate in Milchprodukten • Taux de récupération dans les produits laitiers

Probe • Echantillon	Zumischlösung (Lak) Solution ajoutée (Lac) (mg/kg)	n	Mittelwert Valeur moyenne (mg/kg)	Wiederfindung • Mise en évidence (mg/kg)	Wiederfindungsrate Taux de mise en évidence (%)
Ziger • Sérac		2	3,8		
Ziger + Lak • Sérac + Lac	25	2	26,7	23,0	91,9
Ziger + Lak • Sérac + Lac	50	2	53,0	49,3	98,6
Ziger + Lak • Sérac + Lac	75	2	80,4	76,7	102,2
Ziger + Lak • Sérac + Lac	150	2	155,6	151,8	101,2
Ziger • Sérac		4	15,1		
Ziger + Lak • Sérac + Lac	100	2	105,0	89,9	89,9
Ziger + Lak • Sérac + Lac	300	2	320,7	305,7	101,9
Ziger + Lak • Sérac + Lac	400	2	411,9	396,8	99,2
Ziger + Lak • Sérac + Lac	500	2	516,6	501,5	100,3
Vanillemilch laktosefrei • Lait vanille sans lactose		2	659,3		
Vanillemilch laktosefrei + Lac • Lait vanille sans lactose + Lac	150	2	807,4	148,1	98,8
Vanillemilch laktosefrei + Lac • Lait vanille sans lactose + Lac	200	2	862,2	202,9	101,4
Milch laktosefrei • Lait vanille sans lactose		2	391,3		
Milch laktosefrei + Lac • Lait vanille sans lactose + Lac	50	2	441,7	50,4	100,8
Milch laktosefrei + Lac • Lait vanille sans lactose + Lac	100	2	493,9	102,6	102,6
Milch laktosefrei + Lac • Lait vanille sans lactose + Lac	250	2	646,7	255,4	102,2
Milch laktosefrei + Lac • Lait vanille sans lactose + Lac	500	2	917,0	525,7	105,1
Durchschnittliche Wiederfindungsrate • Mise en évidence moyenne					99,7

Zur Berechnung der Wiederfindungsrate wurden verschiedene laktosefreie Milchprodukte mit und ohne Zugabe bestimmter Mengen einer Laktoselösung analysiert.

Afin de calculer le taux de mise en évidence du lactose ajouté, différents produits laitiers sans lactose ont été analysés avec et sans ajout de différentes quantités de solution de lactose.

Grafik). Zusammenfassend gesagt, wird mit dieser Methode eine Nachweisgrenze für Laktose in verschiedenen Milchprodukten (Milch, Joghurt, Käse, Rahm, Quark und Butter) von 0,025 g/kg (0,0025%) mit einer Wiederholbar-

keit von $r = 0,04$ g/kg (0,004%) erreicht. Die Methode gewährleistet eine hohe Präzision, um den in der Schweiz festgelegten Grenzwert von 1 g/kg für laktosefreie Produkte zu garantieren. (Weiter auf Seite 26)

Lactose

Méthode enzymatique d'analyse fine

Le lactose est un disaccharide présent dans le lait de tous les mammifères. C'est la principale source d'énergie à disposition de l'animal nouveau-né. Le sucre de lait, autre nom du lactose, doit tout d'abord être découpé dans ses éléments de base, le glucose et le galactose, au moyen d'une lactase, avant de pouvoir être digéré dans l'intestin.

Avec l'âge, l'organisme produit de moins en moins de l'enzyme en question, ce qui induit une intolérance au lactose, comme on la connaît à l'âge adulte. Celle-ci se traduit par l'apparition de symptômes tels que ballonnements, crampes abdominales et diarrhée. 70% de la population mondiale en étant touchée, l'industrie alimentaire recherche continuellement à développer des produits sans lactose. Il existe différentes méthodes permettant de réduire la teneur en lactose du lait de vache, voire de fabriquer des produits sans lactose.

A ce jour, les méthodes d'analyses courantes ne permettaient pas de mesurer précisément les faibles teneurs en lactose contenues dans les produits à la matrice complexe tels que le fromage frais, le yoghourt ou d'autres produits laitiers. Cependant, les législations suisse et européenne posent des limites précises pour ce qui est de la dénomination sans lactose ou pauvre en lactose. On connaît différents types de méthodes d'analyse du lactose. La station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux a pour sa part développé une nouvelle méthode précise et sûre, qui fonctionne sur une base enzymatique, pour mettre en évidence le lactose dans le lait et les produits laitiers. Le lactose devant pour cela être découpé en ses éléments glucose et galactose en cours d'analyse, il convient tout d'abord de retirer le glucose contenu dans le produit avant le processus, afin de ne mesurer ensuite que le glucose effectivement produit par réaction enzymatique à partir du lactose encore présent dans le produit. *Andreas Bosshart, Doreen Gille et Lotti Egger, ALP*

Grenzwerte im EU-Raum

Aktuell wird in der European Dairy Association (EDA) über die Harmonisierung der Grenzwerte für laktosefreie Produkte und solche mit einem niedrigen Laktosegehalt diskutiert. In Italien beispielsweise ist der Grenzwert für laktosefreie Produkte bei 0,1 g/kg festgelegt. Sollten in Zukunft in der EU auch diese Werte gelten, ist eine präzise Methode für die Laktose-Bestimmung wichtig für den Export laktosefreier Produkte. Weiter besteht

die Möglichkeit, dass die Schweiz ihre Regulierung in Zukunft auch den EU-Bedingungen anpassen wird und deshalb sowohl Produzenten als auch Regulatoren auf sensitivere Methoden zur Bestimmung der Restlaktose in laktosefreien Produkten angewiesen sein werden. Mit der an der ALP neu entwickelten Methode wird man den zukünftigen Anforderungen gerecht werden.

**Die Autoren arbeiten an der Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, Bern.*

Wenn Milch Bauchschmerzen verursacht

Laktoseintoleranz ist eine durch genetische Faktoren oder eine Schädigung der Darmschleimhaut verursachte Unverträglichkeit gegenüber Milchzucker. Die Therapie besteht in der individuellen Anpassung der Laktoseaufnahme.

Judith Pommerenke.* Laktose ist Milchzucker, eine Zuckerart, die in ihre Bestandteile zerlegt werden muss, bevor sie aus dem Darm aufgenommen werden kann. Milchzucker ist in Milch und Milchprodukten nahezu aller Säugetiere enthalten. Die Aufspaltung erfolgt durch das Verdauungsenzym Laktase. Die Bildung von Laktase ist genetisch reguliert. Sie erfordert eine gesunde Dünndarmschleimhaut. Liegt ein Enzymmangel vor, gelangt Laktose nicht oder unzureichend abgebaut in den Dickdarm. Hier wird Laktose durch Bakterien unter anderem zu Wasserstoff abgebaut. Dabei tritt im Darm ein Druckanstieg auf, welcher mit dem Einstrom von Wasser und der Verstärkung der Darmbewegungen verbunden ist. Charakteristische Symptome sind Darmkrämpfe, Blähungen, Blähbauch, Durchfälle und teilweise sehr schnelle Stuhlentleerungen. Darüber hinaus zeigen sich häufig unspezifische Beschwerden wie zum Beispiel Müdigkeit, Kopfschmerzen, Schwindelgefühl und morgendliche Übelkeit. Die Symptome treten in der Regel 30 Minuten bis etwa

2 Stunden nach der Aufnahme laktosehaltiger Lebensmittel auf. Ihre Ausprägung wird mitbestimmt durch die aufgenommene Laktosemenge und die noch vorhandene Laktaseaktivität. Die Kombination aus Enzymmangel und den beschriebenen Symptomen wird als Laktoseintoleranz bezeichnet. Man unterscheidet zwischen primärem und sekundärem sowie dem sehr selten auftretenden angeborenen Laktasemangel.

70% der Weltbevölkerung sind betroffen

Etwa 70% der erwachsenen Bevölkerung sind weltweit vom primären Laktasemangel betroffen. Abhängig von ihrer ethnischen Zugehörigkeit und den Ernährungsgewohnheiten treten grosse Unterschiede hinsichtlich der Häufigkeit des Laktasemangels auf. In vielen asiatischen Bevölkerungsgruppen beträgt diese Häufigkeit fast 100%. In Europa zeigt sich ein Nord-Süd-Gefälle. Für Skandinavien liegt die Häufigkeit um 2%, für Sizilien wird sie mit bis zu 70% angegeben. Die Aktivität der Laktase verringert sich nach dem Stillen.