

OriginAlp Methoden

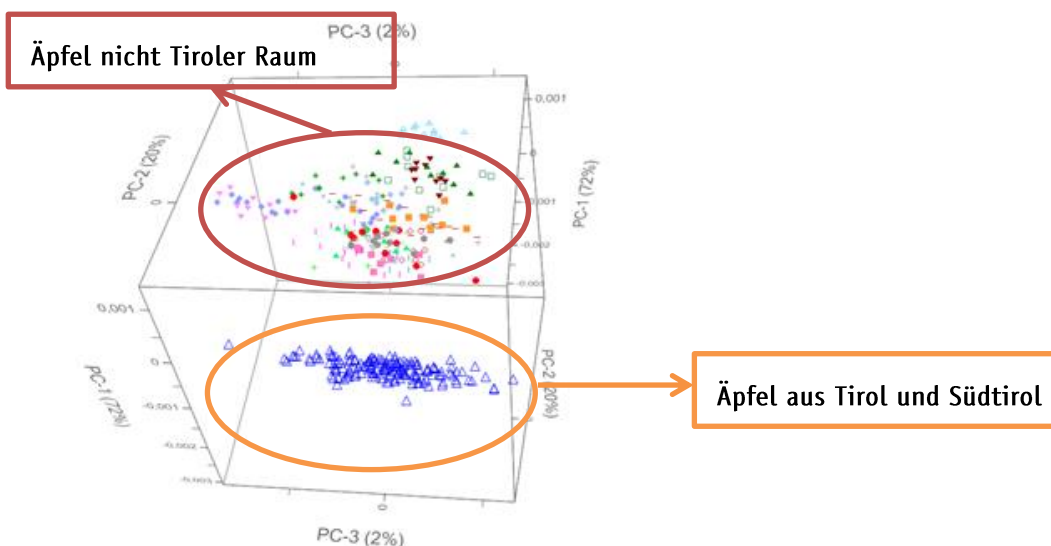
Nah-Infrarot Spektroskopie

NIR steht für Nah-Infrarot und bedeutet, dass bei der Messung ausschließlich Licht der Wellenlängen von 3 μm bis 780 nm verwendet wird. Eine Messung die auf Infrarotlicht basiert ist extrem schnell, zerstörungsfrei und ungefährlich. Diese moderne Form der Analytik macht sich die physikalische Gegebenheit zu Nutze, dass Licht und Materie miteinander wechselwirken. NIR-Licht führt in Molekülen zu Schwingungen der chemischen Bindungen. Diese Schwingungsanregungen sind für jede Probe, die mittels NIR Spektroskopie untersucht wird, charakteristisch wie ein Fingerabdruck und werden in einem „Spektrum“ dargestellt. Dabei spielen nicht nur chemische Gegebenheiten eine Rolle sondern auch die physikalischen Zustände der Teilchen, aus denen sich die Probe zusammensetzt.

Prinzipiell können jegliche chemische und auch physikalische Parameter mit der NIR Spektroskopie bestimmt werden. Allerdings muss der Zusammenhang zwischen dem Spektrum und der zu bestimmenden Größe (wie z.B. der Zuckergehalt eines Apfels oder dessen Säurewert) gefunden werden. Diesen Zusammenhang zu finden stellt die größte Herausforderung dar. Mit Hilfe moderner, computergestützter Datenanalyseverfahren stehen heute die nötigen Werkzeuge zur Verfügung.

Ortsunabhängige Green Science

Die NIR Spektroskopie ermöglicht die simultane Bestimmung mehrerer Parameter durch eine einzelne Messung. Man spricht hier von echter „green science“ da der Energieaufwand bei einer NIR Messung gering ist, keine Lösungsmittel oder Chemikalien verbraucht werden und die Probe nicht zerstört wird. Wird beispielsweise eine Zwetschke analysiert, kann sie danach ohne Bedenken verzehrt werden, schließlich wurde sie nur für Sekunden unschädlichem Infrarotlicht ausgesetzt. Seit einigen Jahren stehen akkubetriebene NIR Handgeräte zur Verfügung, die sowohl die Messung als auch die Auswertung vor Ort bewerkstelligen. Damit ist es dem Benutzer möglich ortsunabhängig, auf einfachste Weise und ohne Vorkenntnisse alle Vorteile dieser Analytik zu nutzen.



Nasschemische Methoden

Gaschromatographische Bestimmung der Fettsäureprofile von Milch- und Käseproben

Dabei wird das gesamte Fett der Milch bzw. Käseproben mit einem organischen Lösungsmittel zunächst extrahiert und anschließend in leichter flüchtige Substanzen umgewandelt. Die auf diesem Weg erhaltenen Fettsäurelösungen (Fettsäure-Methylester) werden in einem Gaschromatographen mittels Flammenionisation (GC-FID) gemessen. Dabei wird die Lösung verdampft und der Dampf durch eine dünne Glaskapillare geleitet. Sobald eine bestimmte Komponente (hier Fettsäure) den Detektor passiert, zeichnet er eine Spitze auf. Anhand der Dauer, welche die Komponente für die Querung der Röhre braucht, kann man diese identifizieren und mittels der Fläche unter der Spitze die Komponente quantifizieren.

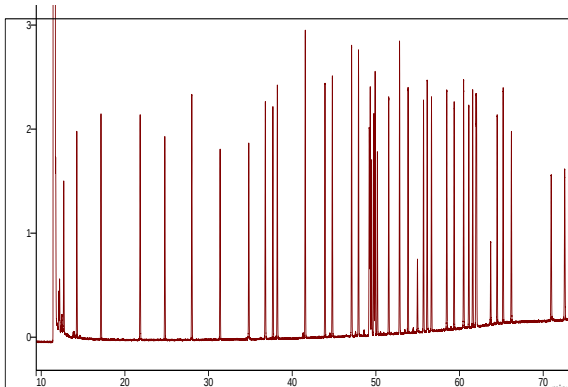


Abb. Chromatogramm eines Fettsäure-Standards: die X-Achse gibt die Zeit in Minuten an, die Y-Achse die Intensität der Komponenten, die eine Quantifizierung der Fettsäuren ermöglicht.

Bestimmung der Mineralstoffe im Fleisch mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP)

Die Mineralstoffe werden mit der ICP-Methode bestimmt. Das Fleisch wird faschiert und danach mit konzentrierter Säure aufgeschlossen, damit sich alle Mineralstoffe lösen. Die in hoher Konzentration vorkommenden Mineralstoffe (z.B. Natrium und Kalium) werden mit einem optischen Emissionsspektrometer (ICP-OES) und die Spurenelemente (z.B. Selen und Kobalt) mit einem Massenspektrometer (ICP-MS) analysiert.

Das Plasma entsteht durch die Erhitzung der Lösung unter Edelgasatmosphäre auf über 5000 °C, wobei sich ein Gemisch aus teilweise oder vollständig geladenen Teilchen (Ionen und Elektronen) bildet. Diese geladenen Teilchen werden durch ein elektrisches Feld beschleunigt. Mittels eines Detektors können daraus die einzelnen Mineralstoffe und Spurenelemente bestimmt werden.

Bestimmung des Gesamtzuckers bei Äpfeln

Aus den Äpfeln wird Apfelsaft gewonnen, der dann an einem **Refraktometer** gemessen wird. Dabei nutzt man die Eigenschaft des Lichtes. Das Licht wird je nach Beschaffenheit des Saftes unterschiedlich gebrochen. Aus dem so erhaltenen Brechungsindex wird der Gesamtzuckergehalt berechnet.

Bestimmung der Gesamtsäure:

Die Gesamtsäure wird mit einer **Titration** bestimmt. Der gewonnene Saft aus den Äpfeln wird mit verdünnter Natronlauge bis zu einem definierten pH-Umschlagspunkt versetzt. Das ist jener Punkt, an dem die eingesetzte Menge an Lauge die Säure des Saftes neutralisiert hat. Aus dem eingesetzten Volumen der Lauge kann anschließend die Menge an vorhandener Gesamtsäure im eingesetzten Apfelsaft berechnet werden.

Bestimmung der Fruchtfleischfestigkeit:

Die Fruchtfleischfestigkeit wird mit einem **Texturanalysator** bestimmt. Ein Stempel trifft auf die Oberfläche des Apfels und man misst die maximale Kraft, die notwendig ist, damit der Stempel in das Fruchtfleisch eindringt. Die Fruchtfleischfestigkeit ist ein wichtiger Indikator für die Qualität der Früchte bei der Ernte und nach der Lagerung.

Messung des pH-Wertes der Äpfel:

Der pH-Wert wird einem pH-Meter bestimmt. Dabei wird der gewonnene Saft aus den Äpfeln mit einer Elektrode vermessen, wobei die Spannung zwischen einer bekannten Referenzlösung und dem Apfelsaft bestimmt wird. Aus dieser Spannung kann die Wasserstoffionenkonzentration berechnet werden, welche als pH-Wert angegeben wird.

Bestimmung der Einzelzucker mit Ionenchromatographie:

Die Einzelzucker werden mit dem Ionenchromatographie-Messverfahren analysiert. Zunächst wird der Saft aus den Äpfeln gewonnen, welcher anschließend mit Wasser verdünnt wird. Diese Messlösung wird mit einem Ionenchromatographen analysiert. Dabei wird der Elektrolysestrom in der Messlösung gemessen, welcher direkt proportional zur Konzentration des umgesetzten Stoffes (Einzelzuckers) ist. Es entsteht ein Chromatogramm mit Spitzen, wobei jede Spitze einen bestimmten Einzelzucker darstellt. So erhält man ein Profil der Einzelzucker der untersuchten Äpfel.

Messgerät / Methode	Zur Messung von	Eingesetzt bei
GC-FID	Fettsäurenprofile	Milch und Käse
induktiv gekoppeltem Plasma (ICP)	Mineralstoffe	Fleisch
Refraktometer	Gesamtzucker	Äpfel
Titration	Gesamtsäure	Äpfel
Texturanalysator	Fruchtfleischfestigkeit	Äpfel
pH-Meter	pH-Wert	Äpfel
Ionenchromatographie	Einzelzucker	Äpfel

Isotopenanalyse

Die stabile Isotopenanalyse wird verwendet, um die geografische und biologische Herkunft von Lebensmitteln zu bestimmen. Isotope sind Atome desselben chemischen Elements, welche in den jeweiligen Kernen, die gleiche Anzahl von Protonen und Elektronen, aber eine unterschiedliche Anzahl von Neutronen enthalten. Dadurch sind unterschiedliche Isotope eines gleichen Elements chemisch identisch, aber physikalisch verschieden, da sie eine unterschiedliche Masse haben. Jedes Element hat eine natürliche Isotopenverteilung, beispielsweise für Kohlenstoff ^{12}C ist sie 98.89% und Kohlenstoff ^{13}C 1.11%. Faktoren wie Klima und biochemische Prozesse beeinflussen diese natürliche Isotopenverteilung, die dadurch charakteristisch für einen bestimmten geographischen Bereich verändert wird. Die Analyse dieser Werte ist daher für Studien der geografischen Identifizierung verschiedener Nahrungsmittel sehr nützlich.

Eine der am häufigsten verwendeten Techniken für die Isotopenanalyse ist die Isotopenverhältnis-Massenspektrometrie (IRMS). Die Verwendung dieser Analysetechnik in der Lebensmittelbranche ist nicht nur für die Charakterisierung der geographischen Herkunft von Lebensmitteln besonders nützlich, sondern auch um Informationen über Anbauverfahren, Verwendung verschiedener Düngemittel usw. zu erhalten. Die Isotopenverhältnis-Massenspektrometrie beruht auf der Bestimmung des Isotopenverhältnisses von stabilen Isotopen wie Wasserstoff ($^2\text{H}/^1\text{H}$), Kohlenstoff ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$), Stickstoff ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$), Sauerstoff ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) und Schwefel ($^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$).

Um die Isotopenverhältnisse einer Probe zu bestimmen, wird diese einer Totalverbrennung (Pyrolyse) unterzogen. Anschließend erfolgt die Bestimmung des Isotopenverhältnisses der nun gasförmigen Probe (NO_x , CO_2 , SO_2 , H_2 und CO) im Isotopenverhältnis-Massenspektrometer (IRMS).

