

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

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 67 (1976)

Heft: 3

Artikel: Vergleichende Zuckerbestimmungen an Kraftnährmitteln und Frühstücksgetränken

Autor: Zürcher, K. / Hadorn, H.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-982963>

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: 25.12.2024

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

Vergleichende Zuckerbestimmungen an Kraftnährmitteln und Frühstücksgetränken

K. Zürcher und H. Hadorn

Zentrallaboratorium der Coop Schweiz, Basel

Kraftnährmittel und Pulver zur Herstellung von Frühstücksgetränken können recht unterschiedlich zusammengesetzt sein. Die einfachsten Kompositionen, die kaltlöslichen Präparate (Instant-Präparate) bestehen in der Regel nur aus Zucker, Kakao und wenig Emulgator. Eigentliche diätetische Kraftnährmittel enthalten Malzextrakt, Vollmilch, Magermilch, Eier, Kakao, evtl. weitere Zuckerarten wie Glucose und Saccharose, oft auch noch Mineralsalze, Hefe und Vitamine.

Kraftnährmittel zeigen meistens ein recht kompliziertes Zuckerspektrum. Malzextrakt enthält folgende Zuckerarten: Glucose, Fructose (wenig), Saccharose (wenig), Maltose (viel) verschiedene andere Di- und Trisaccharide sowie Dextrine. Mit Voll- und Magermilchpulver gelangen meistens erhebliche Mengen Lactose ins Präparat. Oft werden auch noch Saccharose, Glucose oder auch Stärke-zucker mitverarbeitet.

Die Analyse derartig komplizierter Zuckergemische bot während Jahren recht große Schwierigkeiten. Um dieses Problem zu lösen, sind die verschiedenartigsten Methoden benutzt worden (1, 2).

Reduktometrische Methoden

Mit den früher üblichen reduktometrischen Methoden gelangt man nicht zum Ziel. Die Zuckerbestimmung vor Inversion liefert das Reduktionsvermögen aller direkt reduzierenden Zuckerarten. Bei der Hydrolyse mit Salzsäure wird die Saccharose quantitativ hydrolysiert, andere Di- und Oligosaccharide sollten praktisch nicht angegriffen werden. Aus der Differenz vor und nach Hydrolyse kann der Saccharosegehalt berechnet werden. Mit der reduktometrischen Methode von *Potterat* und *Eschmann* (3) fanden wir Saccharosewerte, die nicht besonders gut mit den nach anderen Methoden ermittelten Werten übereinstimmten (4). Da wir an der Richtigkeit dieser Werte zweifelten, haben wir zur Abklärung, ob unsere Reagenzien (Komplexon-Kupferlösung und Komplexon-Titrierlösung) in Ordnung seien, einige Modellversuche mit reinen Zuckermischungen durchgeführt. Diese ergaben einwandfreie Resultate. Reine Saccharoselösung zeigte kein Reduktionsvermögen. Bei der Hydrolyse nach der abgeänderten Zollvorschrift (5) wurde die Saccharose vollständig gespalten, die komplexometrische Methode ergab den

theoretischen Saccharosewert. Auch Glucose neben viel Saccharose ließ sich genau bestimmen.

Bei Nahrungsmitteln mit relativ geringem Saccharosegehalt liefert die Berechnung des Saccharosegehaltes aus der Differenz vor und nach Inversion ungenaue Resultate, weil andere Disaccharide und Oligosaccharide bei der Hydrolyse teilweise gespalten werden und zu hohe Saccharosewerte vortäuschen. Wir haben uns seinerzeit (2) so beholfen, daß wir nicht das gesamte Reduktionsvermögen, sondern den Fructosegehalt vor und nach Hydrolyse nach der spezifischen Methode von *Kolthoff-Kruisbeer* (6) bestimmten und aus der Differenz die Saccharose berechneten. Diese Methode lieferte — wie an Modellversuchen gezeigt wurde — genaue Resultate; sie beansprucht aber viel Zeit und verursacht große manuelle Arbeit.

Biochemische Methoden

Von *van Voorst* (7) wurden biochemische Methoden entwickelt, welche die Bestimmung von Lactose, Maltose und Dextrinen in komplizierten Zuckergemischen gestatteten. Die Methoden beruhen auf der selektiven Vergärung einzelner Zuckerarten mittels Reinkulturen bestimmter Hefen. Das Reduktionsvermögen der Lösungen vor und nach den Gärversuchen wird reduktometrisch bestimmt. Die biochemischen Methoden wurden seinerzeit in unserem Laboratorium an zahlreichen Modellversuchen mit Zuckergemischen bekannter Zusammensetzung sowie an Mischungen bestehend aus Malzextrakt, Milchpulver und Zucker überprüft (2, 8). Sie liefern zuverlässige Werte und sind zur Analyse von Nahrungsmitteln geeignet. Die biochemischen Methoden sind auch ins Schweizerische Lebensmittelbuch (9) aufgenommen worden. Leider sind sie recht aufwendig und benötigen stets frisch gezüchtete Reinkulturen von 2 Hefestämmen. In dieser Arbeit ist mit dieser Methode nicht mehr gearbeitet worden.

Gaschromatographische Methoden

In den letzten Jahren haben wir uns intensiv mit der gaschromatographischen Trennung verschiedener Zuckerarten beschäftigt. Am besten geeignet sind die Zucker-oxim-trimethylsilylderivate. An geeigneten Säulen (siehe Abb. 1 und 2) werden die meisten Zuckerarten von den Mono- bis zu den Trisacchariden sauber getrennt. Jede Zuckerart bildet nur einen einzigen Peak, was die Auswertung erleichtert. Unsere vereinfachte Methode (10) eignet sich bei Verwendung eines inneren Standards für quantitative Bestimmungen und liefert gut reproduzierbare Werte.

In dieser Arbeit wurde die gaschromatographische Methode für die quantitative Zuckerbestimmung in diätetischen Nahrungsmitteln angepaßt. Wir arbeiteten folgendermaßen:

ca. 2 g Nahrungsmittel wurden genau abgewogen, in einem Becherglas in ca. 20 ml siedendes Wasser eingetragen, 5 Minuten gekocht, abgekühlt und dann in einen 100-ml-Meßkolben übergespült. Mit je 2 ml Carrez-Lösung I und II wurde geklärt, dann 50 ml Me-

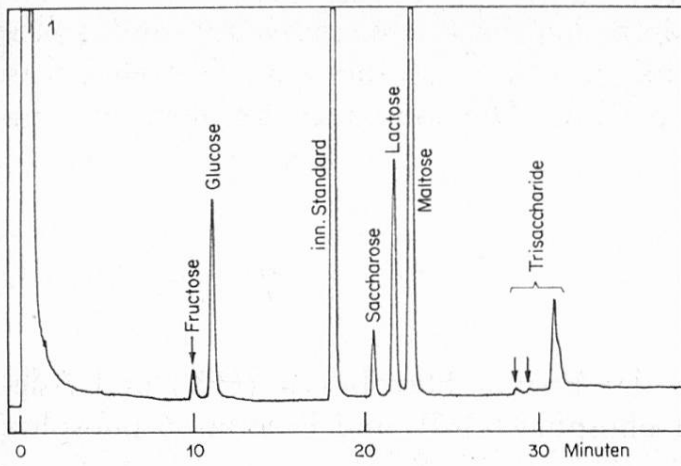


Abb. 1. Kraftnährmittel Nr. 1 bestehend aus Malzextrakt, Milch, Kakao und Eiern. GC der Zucker-oxim-silyl-derivate. Innerer Standard = Phenyl- β -D-glucopyranosid.

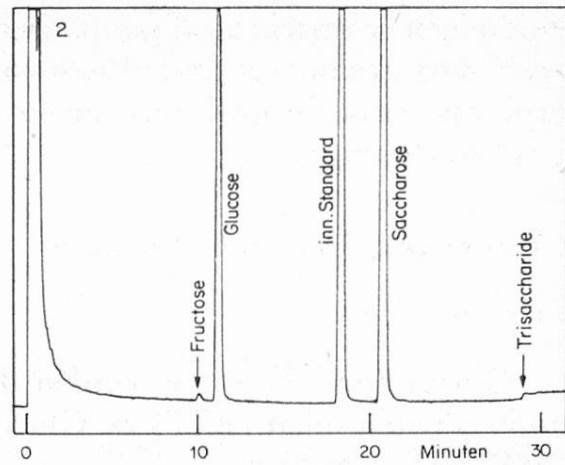


Abb. 2. Frühstückstrink Nr. 8 bestehend aus Rohrzucker, Traubenzucker und fettarmem Kakao. GC der Zucker-oxim-silyl-derivate.

GC-Bedingungen: Stahlsäule $2,5\text{ m} \times \frac{1}{8}'' \phi$, Säulenfüllung 5% OV-17 auf Varoport-30, 80/100 mesh; Einspritzmenge $1\ \mu\text{l}$, Trägergas N_2 , 25 ml/min. Flammenionisationsdetektor, Empfindlichkeit 32×10^{-10} Amp. Temperaturprogramm: $130^\circ\text{C} + 6^\circ/\text{min}$ bis 300°C Endtemperatur. Injektor- und Detektortemperatur 310°C .

thanol zugefügt und mit Wasser bis zur Marke aufgefüllt und filtriert. 0,2 ml des Filtrates wurden in ein Serva-Röhrchen abpipettiert, am Rotationsverdampfer zur Trockne eingedampft und anschließend nach unserer vereinfachten Methode (10) die Zucker-oxim-silyl-derivate hergestellt und gaschromatographisch getrennt.

Da in einigen Nahrungsmitteln vorwiegend Saccharose neben wenig direkt reduzierenden Zuckern vorkommt, war noch zu prüfen, ob die gaschromatographische Methode auch bei extremen Mengenverhältnissen richtige Werte liefert. In einer Modellmischung bestehend aus 1 Teil Glucose neben 10 Teilen Saccharose fanden wir nach der oben beschriebenen Methode nahezu die theoretischen Werte (siehe Tabelle 1). Die über den inneren Standard (Phenyl- β -D-glucopyranosid) berechneten Korrekturfaktoren sind demnach über einen großen Konzentrationsbereich linear.

Tabelle 1. Modellversuch zur gaschromatographischen Zuckerbestimmung mit einer Glucose- und Saccharosemischung

Zuckerart	Einwaage g/100 ml Stammlösung	gefunden g/100 ml Stammlösung	in % des theoretischen Wertes
Glucose	0,0830	0,0856	103,1
Saccharose	0,8335	0,8536	102,4

Enzymatische Methoden

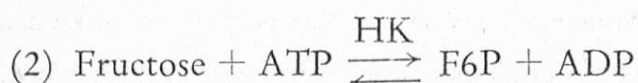
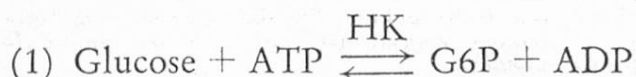
Von der Firma *Boehringer* (11) werden fertige Testkombinationen samt genauer Gebrauchsanweisung für die enzymatische Bestimmung zahlreicher Ver-

bindungen vertrieben. Enzymatische Methoden sind sehr spezifisch und sollen auch sehr genau sein. Wir bestimmten in zahlreichen Präparaten die Gehalte an Fructose, Glucose und Saccharose enzymatisch. Die Methoden beruhen auf folgendem Prinzip:

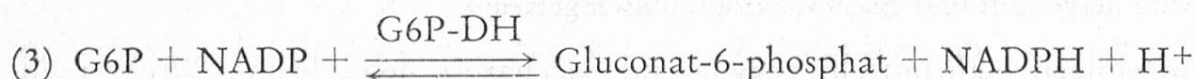
Glucose und Fructosebestimmung

Prinzip

Glucose und Fructose werden durch das Enzym Hexokinase (HK) und Adenosin-5'-triphosphat (ATP) zu Glucose-6-phosphat (G6P) und Fructose-6-phosphat (F6P) phosphoryliert.

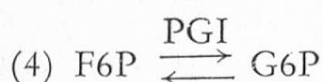


In Gegenwart des Enzyms Glucose-6-phosphat-Dehydrogenase (G6P-DH) wird G6P von Nicotinamid-adenin-dinucleotid-phosphat (NADP) zu Gluconat-6-phosphat oxidiert. Es entsteht reduziertes Nicotinamid-adenin-dinucleotid-phosphat (NADPH).



Die während der Reaktion gebildete NADPH-Menge ist der Glucosemenge äquivalent. NADPH ist Meßgröße und wird aufgrund seiner Absorption bei 334, 340 oder 365 nm bestimmt.

Nach Ablauf der Reaktion (3) wird F6P durch Phosphoglucose-Isomerase (PGI) in G6P überführt.



G6P reagiert wiederum mit NADP unter Bildung von Gluconat-6-phosphat und NADPH. Auch hier ist NADPH Meßgröße. Die nun gebildete NADPH-Menge ist der Fructosemenge äquivalent.

Saccharose- und Glucosebestimmung

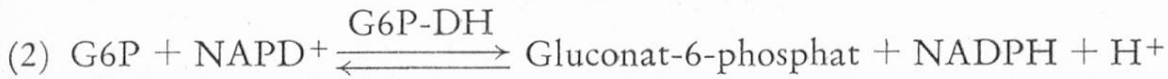
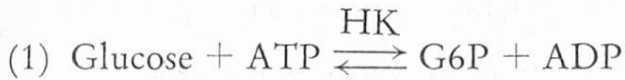
Prinzip

Es wird der Glucosegehalt vor und nach der enzymatischen Hydrolyse der Saccharose bestimmt.

Glucosebestimmung vor Inversion:

Das Enzym Hexokinase (HK) katalysiert bei pH 7,6 die Phosphorylierung von Glucose mit Adenosin-5'-triphosphat (ATP) (1). Das entstehende Glucose-6-phos-

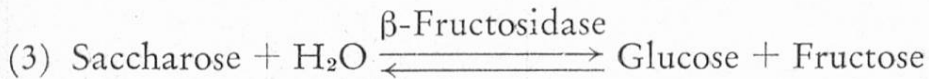
phat (G6P) wird von Nicotinamid-adenin-dinucleotid-phosphat (NADP) in Gegenwart von Glucose-6-phosphat-Dehydrogenase (G6P-DH) spezifisch zu Gluconat-6-phosphat oxidiert, wobei reduziertes Nicotinamid-adenin-dinucleotid-phosphat (NADPH) entsteht (2).



NADPH ist der Glucosemenge äquivalent und wird aufgrund seiner Absorption bei 334, 340 oder 365 nm bestimmt.

Enzymatische Inversion:

Saccharose wird durch das Enzym β -Fructosidase (Invertase) bei pH 4,6 zu Glucose und Fructose hydrolysiert.



Die Glucosebestimmung nach Inversion (Gesamtglucose) erfolgt in demselben Ansatz nach dem o. g. Prinzip.

Aus der Differenz der Glucosekonzentrationen vor und nach enzymatischer Inversion wird der Gehalt an Saccharose berechnet.

Bei der Durchführung der Enzymreaktionen hielten wir uns genau an die Gebrauchsanweisungen der Firma Boehringer. Kakao- und milchpulverhaltige Präparate geben stark trübe, schlecht filtrierbare Lösungen. Diese müssen vorerst geklärt werden. Wir verfahren folgendermaßen:

0,5 g Nahrungsmittel wurden in kochendem Wasser gelöst, kurze Zeit gekocht, um evtl. vorhandene Enzyme zu inaktivieren, die Lösung dann abgekühlt und in einen 100-ml-Meßkolben übergeführt. Mit je 1 ml Carrez-Lösung I + II wurde geklärt, zur Marke aufgefüllt und filtriert. 0,1 ml dieser Lösung dienten zur enzymatischen Zuckerbestimmung. Da anfänglich ziemlich stark streuende Resultate erhalten wurden, mußten einige Punkte näher abgeklärt werden.

Einfluß des Zinküberschusses

Die nach Carrez geklärte Lösung enthält stets geringe Mengen Zinkionen. Zink wirkt in vielen Fällen als Enzymgift. Zinkionen lassen sich aus der geklärten Lösung durch Zusatz einer Messerspitze voll kristallisiertem Dinatriumphosphat ausfällen und abfiltrieren. Enzymatische Glucose- und Fructosebestimmungen in einer geklärten Lösung vor und nach Entfernen der Zinkionen ergaben die gleichen Resultate. Bei Verwendung der Testkombination von Boehringer stören die nach der Carrez-Klärung in der Lösung verbliebenen Zinkionen nicht.

Reproduzierbarkeit

Um die Wiederholbarkeit der Methode zu überprüfen, wurden vom gleichen Nahrungsmittel 5 Proben (467—539 mg) abgewogen, wie oben beschrieben in Wasser gelöst und nach Carrez geklärt. In jeder Lösung wurden Fructose und Glucose enzymatisch bestimmt. Wir fanden die in der Tabelle 2 angegebenen Werte.

Tabelle 2. Reproduzierbarkeit der enzymatischen Glucose- und Fructosebestimmung

	Glucose %	Fructose %
Einzelwerte	7,95 7,98 7,90 7,98 7,97 7,97	1,50 1,53 1,52 1,52 1,53 1,48
Mittelwert	7,96	1,51
Standardabweichung	± 0,032	± 0,020
Streubereich (P = 95%)	± 0,082	± 0,051
relat. Streubereich in %	± 1,0	± 3,4

Bei einiger Übung ist die enzymatische Methode sehr gut reproduzierbar. Die früher beobachteten Schwankungen waren zum Teil auf ungenaues Abpipettieren der Lösungen, evtl. auch auf kleine Luftblasen in der Küvette zurückzuführen. Gut bewährt haben sich Oxford-Pipetten mit Plasticspitzen. Die Verwendung von Einweg-Küvetten aus Plastic ist fast unerlässlich. Glasküvetten sind nach kurzer Zeit verschmutzt, sie verfälschen die Extinktionswerte im UV und lassen sich nur schwer reinigen. Spuren von Reinigungsmittelrückständen wirken als Enzymgift.

Vergleich der verschiedenen Methoden

In einer früheren Arbeit (4) haben wir reduktometrische, enzymatische und gaschromatographische Methoden an zuckerreichen Lebensmitteln wie Sirupen, Stärkezucker und Fondantmassen ausprobiert. Die enzymatische und die gaschromatographische Methode gaben gute übereinstimmende und reproduzierbare Werte. Der Wiederholstreubereich berechnet auf 6 Analysen betrug bei der enzymatischen Methode 1—4%, bei der gaschromatographischen Methode 1,2—5% relativ.

In dieser Arbeit sind die genannten Methoden auf Kraftnahrungsmittel und Frühstückstränke übertragen worden. Wir haben in der Regel Doppelbestimmungen durchgeführt, welche meist gut übereinstimmende Werte ergaben. Auf die Berechnung des Streubereichs wurde hier verzichtet. Die Resultate sind in den Tabellen 3 und 4 zusammengestellt. Die enzymatische und gaschromatographische Methode lieferten für Fructose, Glucose und Saccharose fast durchwegs gut übereinstimmende Resultate.

Tabelle 3. Zuckerbestimmungen in Kraftnährmitteln nach verschiedenen Methoden

(Resultate in %)o

	Nr. 1. Zusammensetzung: Malzextrakt, entrahmte Milch, fett- armer Kakao, Frischmilch, Eier			Nr. 2. Zusammensetzung: Malzextrakt, Milch, Kakao, Eier, Traubenzucker, Honig			Nr. 3. Zusammensetzung: Glykose, Malzextrakt, Rohrzucker, fettarmer Kakao, entrahmte Milch		
	Potterat	enzymat.	g. c.	Potterat	enzymat.	g. c.	Potterat	enzymat.	g. c.
Fructose	—	0,8	0,7		1,7	1,7	—	0,6	0,6
Glucose	—	5,3	5,2		8,2	8,4	—	8,1	8,5
Summe Fructose u. Glucose	—	6,1	5,9		9,9	10,1	—	8,7	9,1
Zucker vor Inversion	44,8		—	47,7		—	40,6		—
Zucker nach Inversion	49,1		—	52,1		—	60,9		—
Saccharose	4,1	2,6	2,3	4,2	2,1	1,7	19,3	18,3	19,1
Lactose	—		9,0			7,5	—		6,1
Maltose	—		27,5			29,9	—		16,6
Trisaccharide (Summe)	—		9,4			7,4	—		8,5

Erläuterungen zu Tabellen 3 und 4:

Potterat: Reduktometrische Methode von Potterat und Eschmann (3)

enzymatisch nach Boehringer (11)

g. c.: gaschromatographische Bestimmung der Zucker über die Zucker-oxim-trimethyl-derivate (10)

Zucker vor und nach Inversion berechnet als Invertzucker

Tabelle 4. Zuckerbestimmungen nach verschiedenen Methoden
(Resultate in %)

	Nr. 4. Zusammensetzung: Saccharose, Malzextrakt, fettarmer Kakao, entrahmtes Milhpulver, Milchzucker, Pflanzenfett, Weizen- keime, Traubenzucker			Nr. 5. Zusammensetzung: Rohrzucker, Malzextrakt, fettarmer Kakao, Milchbestandteile, Traubenzucker			Nr. 6. Zusammensetzung: Zucker, fettarmer Kakao, Trauben- zucker, Milchbestandteile, Malzextrakt		
	Potterat	enzymat.	g. c.	Potterat	enzymat.	g. c.	Potterat	enzymat.	g. c.
Fructose	—	1,0	0,8	—	0	0,3	—	0	0,1
Glucose	—	4,1	4,2	—	5,0	4,9	—	14,0	14,6
Summe Glucose u. Fructose	—	5,1	5,0	—	5,0	5,2	—	14,0	14,7
Zucker vor Inversion	21,9	—	—	30,9	—	—	15,9	—	—
Zucker nach Inversion	68,4	—	—	62,3	—	—	76,2	—	—
Saccharose	44,2	42,1	43,5	29,9	29,1	30,4	57,4	56,3	56,7
Lactose	—	—	6,4	—	—	11,3	—	—	3,7
Maltose	—	—	10,7	—	—	11,2	—	—	0,3
Trisaccharide (Summe)	—	—	5,1	—	—	6,8	—	—	0,8
	Nr. 7. Zusammensetzung: Zucker, fettarmer Kakao, Trauben- zucker, Milchbestandteile			Nr. 8. Zusammensetzung: Zucker und Traubenzucker, fettarmer Kakao			Nr. 9. Zusammensetzung: Zucker, fettarmer Kakao		
	Potterat	enzymat.	g. c.	Potterat	enzymat.	g. c.	Potterat	enzymat.	g. c.
Fructose	—	0	0,1	—	0	0,3	—	0	0,1
Glucose	—	5,3	5,7	—	11,0	11,8	—	0	0,2
Summe Fructose u. Glucose	—	5,3	5,8	—	11,0	12,1	—	0	0,3
Zucker vor Inversion	8,4	—	—	11,1	—	—	0	—	—
Zucker nach Inversion	71,9	—	—	78,1	—	—	83,9	—	—
Saccharose	60,4	57,8	56,1	63,6	60,6	60,5	79,7	78,2	76,2
Lactose	—	—	4,9	—	—	0	—	—	0,3
Maltose	—	—	0	—	—	0	—	—	0,3
Trisaccharide (Summe)	—	—	(1,3)	—	—	(1,0)	—	—	(1,4)

Ganz geringe Fructosegehalte (0,1—0,3%), welche gaschromatographisch bestimmbar waren, wurden enzymatisch nicht mehr erfaßt, weil unsere Lösungen zu stark verdünnt waren.

Die Abbildung 1 zeigt das Zucker-Gaschromatogramm eines Nahrungsmittels (Nr. 1), welches Malzextrakt, Milchpulver, Kakao und Eier enthält. Mit Ausnahme der Lactose dürften alle Zucker aus dem Malzextrakt stammen. Charakteristisch sind vor allem der Maltose-Peak sowie mehrere Peaks von Trisacchariden. In Abbildung 2 ist das Gaschromatogramm eines Frühstückgetränks (Nr. 8) wiedergegeben, das nur aus Saccharose, Glucose und Kakao besteht. Die Peaks der Glucose und Saccharose sind stark ausgebildet. Fructose findet man nur in Spuren, Lactose und Maltose fehlen.

Die reduktometrische Methode nach Potterat und Eschmann ergab weniger zufriedenstellende Resultate. Mit dem Zuckergehalt vor Inversion läßt sich nicht viel anfangen, da sich dieser Wert aus der Summe aller reduzierenden Zucker zusammensetzt. Die aus der Differenz des Reduktionsvermögens vor und nach Hydrolyse berechneten Saccharosewerte stimmen bei Präparaten, welche praktisch nur aus Saccharose und Kakao bestehen, befriedigend mit den nach andern Methoden gefundenen überein. Als Beispiele sind die Präparate Nr. 8 und 9 in der Tabelle 4 zu nennen. Bei der reduktometrischen Methode besteht die Tendenz, meistens etwas zu hohe Saccharosewerte zu liefern. In Präparaten mit viel Malzextrakt und Milchpulver, aber wenig Saccharose (ca. 2%) wie etwa in den Präparaten Nr. 1 und 2 (Tabelle 3) liefert die reduktometrische Methode viel zu hohe Saccharosegehalte. Der Fehler beträgt ca. 100%. Dies ist darauf zurückzuführen, daß bei der Hydrolyse nicht nur Saccharose gespalten, sondern auch andere Di- und Oligosaccharide teilweise hydrolysiert werden, wodurch das Reduktionsvermögen erhöht wird. Die reduktometrische Methode liefert, gemessen am Arbeitsaufwand recht wenig und nicht sehr zuverlässige Informationen.

Zusammenfassung

1. An 9 Kraftnahrungsmitteln und Frühstücksgetränken wurden die verschiedenen Zuckerarten nach reduktometrischen, enzymatischen und gaschromatographischen Methoden bestimmt.
2. Die enzymatischen und die gaschromatographischen Werte stimmten für Fructose, Glucose und Saccharose gut überein. Die reduktometrische Methode von Potterat und Eschmann liefert unzuverlässige, zum Teil viel zu hohe Werte für Invertzucker und Saccharose, weil andere Zuckerarten und Oligosaccharide stören.
3. Die gaschromatographische Methode liefert die beste und vollständigste Information über das Zuckerspektrum, weil von den Monosacchariden bis zu den Trisacchariden die Zuckerarten gut getrennt werden.

Résumé

1. On a effectué le dosage des différents sucres de 9 aliments fortifiants et boissons instantanées d'après les méthodes réductométriques, enzymatiques et de chromatographie en phase gazeuse.

2. Pour le fructose, le glucose et le saccharose, les résultats enzymatiques et chromatographiques sont pratiquement identiques. Avec la méthode réductométrique de Potterat et Eschmann on obtient des résultats inexacts, en partie trop élevés pour le sucre inverti et le saccharose, à cause des autres sucres et des oligosaccharides.
3. Avec la méthode de chromatographie en phase gazeuse on obtient la meilleure et la plus complète information sur le spectre des sucres, car des monosaccharides jusqu'aux trisaccharides, tous les sucres sont bien séparés.

Literatur

1. *Hadorn, H. und Jungkunz, R.*: Zur Untersuchung und Beurteilung diätetischer Nahrungsmittel. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **40**, 416—469 (1949).
2. *Hadorn, H.*: Zur Untersuchung und Beurteilung diätetischer Nahrungsmittel. 3. Mitt. Trennung der Zuckerarten mittels biochemischer Methoden. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **42**, 23—36 (1951).
3. *Potterat, M. et Eschmann, H.*: Application des complexones au dosage des sucres. Trav. chim. aliment. hyg. **45**, 312—329 et 329—331 (1954). Siehe auch Schweiz. Lebensmittelbuch, 1. Band, S. 562.
4. *Zürcher, K. und Hadorn, H.*: Vergleichende Zuckerbestimmungen mit gaschromatographischen, enzymatischen und reductometrischen Methoden. Deut. Lebensm. Rundschau **72**, 197—202 (1976).
5. Inversion nach der abgeänderten Deutschen Zollvorschrift siehe Schweiz. Lebensmittelbuch, 5. Aufl., 1. Band, S. 561. Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern 1964.
6. *Kruisheer, C. I.*: Die Bestimmung von Stärkesirup und Stärkezucker neben Saccharose und Invertzucker. Z. Untersuch. Lebensm. **58**, 261—281 (1929).
7. *Van Voorst, F. Th.*: Biochemische suikerbepalingen, Chem. Weekblad **35**, 338 (1938) ebenda **35**, 677 (1938) ebenda **36**, 253 (1939). Siehe auch *Van Voorst, F. Th.*: A reductometric and biochemical system for analysis of sugar mixtures. Internat. Congress on analytical Chemistry at Utrecht (Netherlands) June 1—3 1948 Section V, vgl. Anal. chim. Acta **2**, 813 (1948).
8. *Hadorn, H.*: Biochemische Bestimmung von Maltose und Dextrin in Malzextrakt. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **42**, 151—157 (1951).
9. Bestimmung von Lactose, Maltose und Dextrinen. Schweiz. Lebensmittelbuch, 5. Aufl., 2. Band, Diätetische Lebensmittel, Methode 22 C/16. Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern 1967.
10. *Zürcher, K., Hadorn, H. und Strack, Ch.*: Vereinfachte Methode zur Herstellung der Zucker-oxim-silylderivate für die gaschromatographische Analyse. Deut. Lebensm. Rundschau **71**, 393—399 (1975).
11. *Boehringer*: Methoden der enzymatischen Lebensmittelanalytik 1975/76. Boehringer, Mannheim GmbH., Biochemica, Werk Trutzing.

K. Zürcher
Dr. H. Hadorn
Zentrallaboratorium der Coop Schweiz
CH-4002 Basel