Über die Zuckerbestimmung in Weizenkeimen und andern Mahlprodukten

Autor(en): **Hadorn, H.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **36 (1945)**

Heft 6

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-982836

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Literatur

[1]) *P. Karrer*, Helv. **20,** 424 (1937).
[2]) Analyse der Fette und Wachse, Bd. II, S. 27 (1929).
[3]) Z.U.L., **62,** 421 (1931).
[4]) Oil & Soap, **9,** 136 (1932).
[5]) Chemie und Gewinnung der Fette, Bd. I, S. 79 (1936).
[6]) Fette und Seifen, **46,** 499 (1939).
Seifen und Waschmittel, herausgegeben von der Schweiz. Ges. f. anal. u. angew. Chemie, Bern, 1944.
[7]) *R. Viollier*, «L'analyse rhodanométrique des matières grasses», diese Mitt. **36,** 167 (1945).
[8]) Z.U.L., **55,** 181 (1928); **59,** 523 (1930); **60,** 452 (1930.
[9]) Pharm. acta Helv. **7,** 48 (1932).
[10]) Fette und Seifen, **48,** 657 (1941).
[11]) M. **9,** 198 (1888).
Grün, Analyse der Fette und Wachse, Bd. I, S. 237 (1925).
[12]) Fette und Seifen, **46,** 569 (1939); **51,** 4 (1944).
[13]) *Iselin*, Rapsöl und Mohnöl, Pharm. acta Helv. **19,** 263 (1944).
[14]) Z. anal. Ch., **43,** 56 (1904); **47,** 518 (1908); **49,** 375 (1910).
[15]) Glasbläserei Gerber, Spiegelgasse 4, Zürich.

Über die Zuckerbestimmung in Weizenkeimen und andern Mahlprodukten

Von *H. Hadorn*

(Aus dem Laboratorium des Eidg. Gesundheitsamtes, Bern)

Weizenkeime und Keimlingsmehle sind ein wertvolles Nahrungsmittel, da sie reich an hochwertigen Eiweisstoffen, Lipoiden und Vitaminen sind. Ihre Gewinnung erfolgt durch das sog. «Spitzen» des gequollenen Weizens, einer Operation, bei der die Keimlinge maschinell aus dem Weizenkorn entfernt werden, wobei meistens auch grössere oder kleinere Anteile von Kleie und Mehl dazu gelangen. Ein Präparat ist um so wertvoller, je reiner es ist, da die Schutzstoffe fast ausschliesslich in den Keimen enthalten sind. Während der Mehlkörper zur Hauptsache aus Stärke besteht, enthält der Keimling viel Eiweiss, Fett und Zucker. Der Zuckergehalt eines Keimlingspräparates gibt denn auch einen Anhaltspunkt über seine Reinheit. Nach Angaben im «Handbuch der Lebensmittelchemie»[1]) findet man im Weizenkorn nur 0,1 bis 0,3 % direkt reduzierenden und etwa 1 % durch Hydrolyse mit schwacher Säure nachträglich gebildeten Zucker, während der Keimling 15 bis 18 %, davon mehr als 4/5 Saccharose enthält.

Die Analyse ist mit einigen Schwierigkeiten verbunden, weil im Keimling Fermente enthalten sind, welche während der Auflösung des Zuckers Veränderungen herrufen können. Es ist vor allem die Amylase, welche stört, indem sie einen Teil der vorhandenen Stärke zu Zucker abbaut. Bestimmt man den Zucker

in wässerigen Auszügen, die ohne besondere Vorsichtsmassnahmen gewonnen worden sind, so findet man stark schwankende Werte, je nachdem, ob das Keimlingsmehl mit warmem oder kaltem Wasser und ob es während längerer oder kürzerer Zeit digeriert worden ist. In einem Keimlingsmehl fand ich beispielsweise:

	Gesamtzucker ber. als Saccharose
Mit 50° warmem Wasser während 10 Minuten ausgezogen	= 8,34 %
Mit kaltem Wasser während 5 Minuten ausgezogen	= 6,32 %

Nach der endgültigen, am Schluss dieser Arbeit mitgeteilten Methode wurden 6,92 und 6,85 % gefunden.

Die Wirkung der Amylase

Um einen Anhaltspunkt über das Ausmass der Stärkeverzuckerung durch die Amylase zu erhalten, wurden Proben von Keimlingsmehl im 100 cm³-Messkolben mit je 50 cm³ 0,5 %iger Stärkelösung versetzt und während 30 Minuten im Thermostaten bei 37° aufbewahrt. Anschliessend wurden, wie bei allen folgenden Versuchen, die Verunreinigungen durch Zusatz von 5 cm³ 7 %iger Kupfersulfatlösung und 1 cm³ n-Natronlauge ausgefällt. Die Flüssigkeit wurde mit Wasser bis zur Marke aufgefüllt und filtriert. In einem aliquoten Teil des Filtrats wurde der direkt reduzierende Zucker nach der Methode *von Fellenberg*[2]) bestimmt. Es wurden gefunden:

1.	2,0 g	Keimlingsmehl	+	50 cm³	Stärkelösung	= 80,7 mg Glucose
2.	0,200 g	Keimlingsmehl	+	50 cm³	Stärkelösung	= 69,0 mg Glucose
3.	2,00 g	Keimlingsmehl	+	50 cm³	Wasser	= 33,8 mg Glucose
4.				50 cm³	Stärkelsg. allein	= Spur

Die Versuche zeigen die starke Amylasewirkung unseres Untersuchungsmaterials. In 2 g des verwendeten Keimlingsmehls sind, wie durch spätere Versuche ermittelt wurde, nur ca. 2 mg direkt reduzierende Zucker enthalten, während ein Vielfaches dieser Menge durch Verzuckerung von Stärke entstanden ist.

Inaktivierung der Fermente

Um bei der Zuckerbestimmung zuverlässige Werte zu erhalten, muss die störende Wirkung der Amylase ausgeschaltet werden. Dies wurde mit dem bereits erwähnten Keimlingsmehl auf 3 verschiedene Arten versucht:

1. Zerstörung durch Hitze.

Das abgewogene Keimlingsmehl wurde in ca. 50 cm³ siedenden Wassers gebracht und einige Minuten gekocht, wobei die Fermente sofort zerstört werden. Der Zucker wird dabei aus den Zellen herausgelöst. Die Masse quillt jedoch

stark auf, die Stärke wird verkleistert und die Lösung lässt sich nicht filtrieren. Durch Zentrifugieren gelingt es nun aber, eine klare Lösung zu erhalten und darin den Zucker zu bestimmen. Die Resultate sind befriedigend. Ein Nachteil der Methode besteht darin, dass das Keimlingsmehl in heissem Wasser leicht Klumpen bildet, die sich nur schwer verreiben lassen, wodurch das gleichmässige Herausdiffundieren des Zuckers erschwert wird. Es wurden auf diese Weise 6,88 % Gesamtzucker nach Inversion, berechnet als Saccharose, gefunden.

Die Zerstörung der Fermente durch trockenes Erhitzen des Untersuchungsmaterials im Trockenschrank wurde ebenfalls versucht. Die Amylase war aber nach 20 Minuten langem Erhitzen auf 90° noch voll wirksam, was aus den Versuchen 1 bis 4 in Tabelle 1 hervorgeht.

2. Lösen des Zuckers mit Alkohol.

1 g des bereits verwendeten Keimlingsmehls wurde 4 mal mit ca. 25 cm^3 60 %igem Alkohol aufgekocht und abzentrifugiert. Die vereinigten Alkoholauszüge wurden in einem 100 cm^3 Messkolben durch die Kupferhydroxydfällung von den Verunreinigungen befreit. 50 cm^3 des klaren Filtrats wurden auf dem Wasserbad eingeengt bis der Alkohol vertrieben war. Nach Inversion mit 1 cm^3 n-Salzsäure wurde der Zucker bestimmt. Die Resultate waren befriedigend. Es wurden 7,08 und 7,00 % Gesamtzucker gefunden. Die Methode wird durch das mehrfache Ausziehen mit Alkohol umständlich und zeitraubend. Das Vertreiben des Alkohols vor der Zuckerbestimmung ist unerlässlich, weil die Resultate sonst, wahrscheinlich infolge des niedrigeren Siedepunkts der Flüssigkeit, zu tief ausfallen. Bei unvollständiger Vertreibung des Alkohols wurden nur 6,62 und 6,64 % Zucker gefunden.

3. Inaktivierung der Fermente durch Fermentgifte.

Die Zuckerbestimmung gestaltet sich einfacher, wenn die Fermente durch ein Fermentgift unwirksam gemacht werden. Es wurde versucht, die Amylase durch Kupfersulfat oder Sublimat zu inaktivieren.

Je 1 g Keimlingsmehl wurde in einem 100 cm^3-Messkolben mit 50 cm^3 0,5 %iger Stärkelösung und wechselnden Mengen des Fermentgiftes versetzt und während 1 Stunde im Thermostaten unter mehrmaligem Schütteln aufbewahrt. Das zugesetzte Quecksilber wurde durch einen geringen Überschuss von Natriumsulfid gefällt, die Flüssigkeit durch die Kupferhydroxydfällung von kolloid gelösten Verunreinigungen befreit und der Kolben bis zur Marke aufgefüllt. In einem aliquoten Teil des Filtrats wurde der direkt reduzierende Zucker bestimmt. Die Tabelle 1 gibt die gefundenen Werte wieder (Versuche 2 u. 5—18).

Tabelle 1

Nr.	Versuch	direkt red. Zucker (ber. als mg Glucose)	Bemerkungen
1	Stärke allein	0,21	
2	Keimmehl A + Stärke	73,0	
	Trockenes Erhitzen des Keimmehls A		
3	10 Min. auf 90° erhitztes Keimmehl + Stärke	70,1	keine Inaktivierung
4	20 Min. auf 90° erhitztes Keimmehl + Stärke	69,3	keine Inaktivierung
	Kupfersulfatzusatz		
5	Keimmehl A + Stärke + 1,4 % $CuSO_4$	85,2	Aktivierung
6	Keimmehl A + Stärke + 14 % $CuSO_4$	54,9	geringe Hemmung
	Sublimatzusatz		
7	Keimmehl A + Stärke + 0,01% $HgCl_2$	71,8	keine Inaktivierung
8	Keimmehl A + Stärke + 0,1 % $HgCl_2$	9,43	Hemmung
9	Keimmehl A + Stärke + 0,5 % $HgCl_2$	4,48	Inaktivierung
10	Keimmehl A + Stärke + 1 % $HgCl_2$	4,19	Inaktivierung
11	Keimmehl A + Stärke + 2 % $HgCl_2$	4,23	Inaktivierung
	Versuche mit einem andern Keimmehl B		
12	Keimmehl B + Stärke	107,4	
13	Keimmehl B + Stärke + 0,01% $HgCl_2$	104,0	keine Inaktivierung
14	Keimmehl B + Stärke + 0,1 % $HgCl_2$	93,0	geringe Hemmung
15	Keimmehl B + Stärke + 0,5 % $HgCl_2$	62,4	Hemmung
16	Keimmehl B + Stärke + 1 % $HgCl_2$	10,9	Hemmung
17	Keimmehl B + Stärke + 2 % $HgCl_2$	3,94	Inaktivierung
18	Keimmehl B + Stärke + 4 % $HgCl_2$	3,87	Inaktivierung

Aus den Zahlen geht hervor, dass Kupfersulfat zur Inaktivierung der Amylase ungeeignet ist. Grössere Zusätze hemmen nur wenig, kleinere wirken sogar aktivierend. Sublimat ist dagegen ein wirksames Fermentgift. Beim Keimmehl A genügten 0,5 bis 1 % Sublimat vom Gewicht des Keimmehls, um die Amylase zu inaktivieren. Beim Keimmehl B, das eine andere Zusammensetzung und eine höhere Fermentaktivität aufweist, waren 2 % Sublimat erforderlich. Die zur

Inaktivierung notwendige Sublimatmenge hängt demnach von der Natur des Untersuchungsmaterials ab. Wahrscheinlich spielt auch sein Gehalt an Proteinen, die Quecksilber binden, eine Rolle. In der endgültigen Vorschrift werden 4 % Sublimat vorgeschrieben, eine Menge, die in allen Fällen genügen dürfte.

Die störende Wirkung des Quecksilbers

Quecksilberionen stören die Zuckerbestimmung und müssen deshalb vorher entfernt werden. Das bei der Reduktion gebildete Kupferoxydul ist bei Gegenwart von Quecksilberionen braunschwarz gefärbt. Bei der titrimetrischen Bestimmung erhält man zu niedrige Resultate. In je 20 cm^3 Lösung, enthaltend 3,68 mg Invertzucker, wurden gefunden:

Zuckerlösung allein	=	100 %
bei Zusatz von 1 mg $HgCl_2$	=	96,4 %
bei Zusatz von 5 mg $HgCl_2$	=	80,7 %

Die quantitative Entfernung des Quecksilbers erfolgt am besten durch einen geringen Überschuss an Natriumsulfid. Dieser Überschuss wird anschliessend durch Kupfersulfat entfernt, wobei gleichzeitig die aus dem Untersuchungsmaterial stammenden löslichen Eiweisstoffe gefällt werden. In einem Kontrollversuch wurden 85 mg Glucose, gelöst in 50 cm^3 Wasser, mit 4 cm^3 1%iger Sublimatlösung versetzt. Nacheinander wurden 4 cm^3 2%ige Natriumsulfidlösung, 5 cm^3 Fehlingsche Kupferlösung und 1 cm^3 n-Natronlauge hinzugefügt und auf 100 cm^3 aufgefüllt. Die Zuckerbestimmung im Filtrat ergab 100,5 % der vorhandenen Menge.

Das Herauslösen des Zuckers aus den Zellen

Da der Zucker im Untersuchungsmaterial zum grossen Teil in den Zellen eingeschlossen ist, musste noch abgeklärt werden, unter welchen Bedingungen der Zucker quantitativ gelöst wird und durch die Zellmembran hindurchdiffundiert.

Beim Kochen mit Wasser oder Alkohol ist dies sicher der Fall, weil durch die Hitze die Zellen weitgehend geöffnet werden. Um das Verkleistern der Stärke zu verhindern, sollte ein Aufkochen der Flüssigkeit nach Möglichkeit vermieden werden. In 2 Keimlingspräparaten und 2 Mehlen wurde nun nach Zusatz von je 4 % Sublimat in der Kälte und in der Wärme verschieden lange digeriert. Die Bestimmung des Zuckers erfolgte nach der am Schluss dieser Arbeit angegebenen Vorschrift. Die Resultate sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2

Herauslösen des Zuckers unter verschiedenen Bedingungen (Fermente durch 4 % Sublimat inaktiviert)

Produkt	„Ekra"-Weizenkeime		Keimlingsmehl 745		Backmehl (ca. 90 % Ausmahl.)		Inlandweizen (Vollmehl)	
	vor Inv. %	nach Inv. %	vor Inv. %	nach Inv. %	vor Inv. %	nach Inv. %	vor Inv. %	nach Inv. %
Lösen in der Kälte								
15 Min. bei 15°	0	17,58	0,18	8,10	0,14	2,38	0,11	2,62
30 Min. bei 15°	—	17,95	—	8,07	—	2,48	—	—
2 Stunden	—	—	—	8,06	—	2,51	—	—
Lösen in der Wärme								
15 Min. bei 50—70°	—	—	0,17	8,14	—	2,50	—	—
30 Min. bei 40°	Spur	17,89	0,18	8,08	0,11	2,46	0,11	2,73
30 Min. bei 50—70°	0,05	17,93	0,18	8,15	0,15	2,42	0,08	2,72
1 Stunde bei 60°	Spur	18,08	—	—	—	—	—	—

Zucker vor Inversion berechnet als Invertzucker.
Zucker nach Inversion berechnet als Saccharose.

Eine Behandlung während 15 Minuten bei Zimmertemperatur genügt nicht in allen Fällen zur vollständigen Lösung des Zuckers, wohl aber genügt diese Zeit bei 50—70°. Ein noch längeres Ausziehen ist unnötig, schadet aber nichts, da die Fermente durch die Behandlung mit Sublimat unwirksam gemacht worden sind.

Im Folgenden sei die Arbeitsvorschrift genau angegeben:

Vorschrift

Erforderliche Lösungen:

Fehlingsche Lösungen nach LB IV S. 165,
1 %ige Quecksilberchloridlösung,
2 %ige Natriumsulfidlösung (2 g Na_2S + 9 H_2O in 100 cm³ Wasser),
n-Natronlauge.

Man wägt ca. 1 g fein gemahlenes Material ab und versetzt es in einem 100 cm³ Messkolben mit 4 cm³ Sublimatlösung und ca. 80 cm³ Wasser. Man erwärmt das Kölbchen unter gelegentlichem Umschütteln während mindestens 15 Minuten auf einem Wasserbad auf 50 bis 70°. Nach dem Abkühlen gibt man nacheinander unter Umschwenken des Kölbchens 4 cm³ Natriumsulfidlösung, 5 cm³ Fehlingsche Kupferlösung und 1 cm³ n-Natronlauge zu, füllt bis zur Marke auf und filtriert nach dem Absitzen des Niederschlags durch ein Faltenfilter.

In 20 cm³ des Filtrats wird der direkt reduzierende Zucker bestimmt. Zur Bestimmung des Gesamtzuckers werden 50 cm³ Filtrat in einem 100 cm³ Messkolben mit 1 cm³ n-Salzsäure während 30 Minuten im Wasserbad invertiert. Man kühlt ab, füllt bis zur Marke auf und verwendet je nach dem zu erwartenden Zuckergehalt 5 bis 20 cm³ Lösung zur Zuckerbestimmung nach der Methode von *Fellenberg*[2]), wie in der vorhergehenden Arbeit beschrieben wurde.

Analysenresultate

Bei der Untersuchung einiger Mahlprodukte wurden folgende Werte gefunden:

	direkt red. Zucker (ber. als Invertzucker)	Gesamtzucker nach Inv. (ber. als Sacch.)
«Ekra» Weizenkeime (rein)	Spur	18,08 %
Inlandweizen (Vollmehl)	0,11 %	2,73 %
Backmehl ca. 90 % Ausmahlung	0,15 %	2,42 %
Keimlingsmehl Nr. 745	0,18 %	8,10 %
Keimlingsmehl Nr. 1132 (stark mehlhaltig)	—	6,92 %
Keimlingsmehl Nr. 743 (stark mehlhaltig)	0,11 %	3,51 %
Weizenkeimlinge Nr. 772 (mit Kleie verunreinigt)	—	6,72 %
Weizenkeimlinge grob Nr. 774	—	10,01 %

Zusammenfassung

Bei der Zuckerbestimmung in Weizenkeimlingen und andern Mahlprodukten wirken die im Keimling enthaltenen Fermente störend, indem sie Stärke verzuckern und Saccharose invertieren. Es wird eine Methode beschrieben, die durch Zusatz von Quecksilberchlorid die Fermenttätigkeit ausschaltet und die genaue Bestimmung des Zuckers vor und nach Inversion ermöglicht.

Résumé

Lors du dosage du sucre dans les préparations de germes de blé, les ferments contenus dans ces derniers ont une action gênante, en ceci qu'ils saccharifient l'amidon et invertissent le saccharose. On décrit une méthode qui, par addition de chlorure mercurique, élimine l'action des ferments et permet un dosage exact du sucre avant et après inversion.

Literatur

[1]) Handbuch der Lebensmittelchemie Band V S. 17.
[2]) *Th. von Fellenberg:* Diese Mitt. **28,** 139 (1937).
H. Hadorn und *Th. von Fellenberg:* Diese Mitt. **36,** 359 (1945).