

# **Das Altbackenwerden der Brotkrume vom physiologisch-chemischen Standpunkt betrachtet.**

## **III. Mitteilung.**

Von

**J. R. Katz**, prakt. Arzt in Amsterdam.

(Aus dem chemischen Laboratorium der Universität Amsterdam, Abteil. Prof. A. Smits.)  
(Der Redaktion zugegangen am 11. August 1915.)

### **8. Das Altbackenwerden ist eine Erscheinung, die bei allen Stärkearten vorkommt.**

Wie wir gesehen haben, beruht das Altbackenwerden der Brotkrume auf einer Änderung in der durch das Backen geänderten Weizen- oder Roggenstärke. Die Menge löslicher Amylose wird kleiner, das Quellungsvermögen nimmt ab, und die Stärke wird härter. Die Änderungen der Stärke beim Backen beruhen auf einer Art Verkleisterung, die ein Gleichgewichtsprozeß ist; die Änderungen beim Altbackenwerden können dann aufgefaßt werden als eine Umkehrung der Gleichgewichtsreaktion, daher als ein teilweiser Zurückgang in den ursprünglichen rohen Zustand. Durch die Backveränderung wird die Stärke weniger hart, bekommt sie ein größeres wasserbindendes Vermögen und wird sie zum Teil in Wasser löslich. Beim Altbackenwerden wird sie wieder härter, weniger wasserbindend und zu einem kleineren Prozentsatz in Wasser löslich.

Ich habe nun gefunden, daß diese charakteristische Änderung in der Stärke gar nicht allein bei Weizen und Roggen vorkommt, daß sie vielmehr überall dort angetroffen wird, wo Stärke der einen oder der anderen Pflanzenart mit wenig Wasser erhitzt wird und nachher bei niedrigerer Temperatur (0—20° C.) aufbewahrt wird.

Ich machte die folgenden Versuche:

Reismehl, Kartoffelstärke, Marantastärke, Linsenmehl, Gerstenmehl, Maizena, Sago und Hafermehl wurden untersucht. Von jeder einzelnen Mehlarart wurden 25 g lufttrockenes Mehl in einem Porzellanmörser mit 45% Wasser (11 $\frac{1}{4}$  g) zu einer möglichst homogenen Masse gemischt. In 4 ausgedampften Reagenzröhren wird eine Menge dieses Gemisches abgewogen,

die in jeder Röhre 5 g lufttrockenem Mehl entsprach. Die Röhren wurden zugeschmolzen und 24 Stunden lang im Eisschrank aufbewahrt, damit der Inhalt sich gleichmäßig imbibieren konnte. Dann wurden sie in ein Wasserbad von 45° C. gebracht und die Temperatur dieses Wasserbades wurde in 15 Minuten auf 100° C. gebracht;<sup>1)</sup> die Röhren wurden dann eine Stunde auf 100° C. gehalten. Die Hälfte wurde sofort analysiert, die andere Hälfte, nachdem sie 24 Stunden lang im Eisschrank aufbewahrt war. Die Analyse bestand wiederum darin, daß der Inhalt der Röhren mit Hilfe von Wasser durch ein Siebtuch von feiner seidenen Müllergaze gerieben wurde (80 bis 100 Löcher auf die Länge eines Zentimeters) und in einen Meßzylinder mit Wasser auf ein Volumen von 250 ccm gebracht wurde. Nach Zufügung von etwas Toluol als Antiseptikum ließ ich den Niederschlag sich absetzen. Das Quellungsvermögen wurde gemessen durch das Volumen des Bodensatzes nach 24 Stunden (Durchschnitt von zwei aufeinander folgenden Ablesungen). Nach der ersten Ablesung wurden 125 ccm der obenstehenden Flüssigkeit recht vorsichtig abgehebert und klar filtriert (indem das Filtrat jedesmal auf das gleiche Filter zurückgegossen wurde). Der Zylinder wurde mit Wasser auf 250 ccm aufgefüllt und nach 24 stündigem Stehen von neuem abgelesen. Die Menge löslicher Amylose im klaren Filtrat wurde bestimmt durch Eindampfen von 100 ccm zu einem Volumen von 5 ccm, Fällung durch Zusatz von 100 ccm 96%igem Alkohol. Der Niederschlag wurde nach 24 Stunden auf einem gewogenen Filter gesammelt, mit Alkohol ausgewaschen, getrocknet und gewogen. In dieser Art bekommt man das Bruttogewicht des Dextrins. Es besteht nämlich aus dem Gewicht der löslichen Amylose und aus dem Gewicht von einer gewissen Menge Eiweißkörper, die durch das Eindampfen unlöslich geworden oder durch den Alkohol nieder-

<sup>1)</sup> Dieses Vorwärmen von 45°—100° C. macht, daß sich der Inhalt der Röhren gleichmäßig verändert. Im Anfang der Untersuchung unterließ ich diese Vorbehandlung und begegnete damals vielen Schwierigkeiten, weil die äußeren Lagen sich zuerst änderten und durch Wasserentziehung die Umsetzung der inneren Lagen behinderten. Bei der beschriebenen Vorbehandlung gelang es, diese Störung zu vermeiden.

geschlagen sind. Es ist hier durchaus notwendig, diese Menge Eiweißkörper zu bestimmen und von der Brutto-Amylose abzuziehen, denn nicht selten ändern sich die Ergebnisse dadurch so bedeutend, daß man etwas ganz anderes gefolgert haben würde, falls man diese Korrektur nicht angebracht haben würde. Die Menge Eiweiß wurde durch Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl festgestellt.

Die Untersuchung mit Hilfe dieser beiden Methoden führte zu den folgenden Zahlen:

Quellungsvermögen (in ccm).

	Sago	Reis	Kar- toffeln	Gerste	Mais	Hafer	Linsen	Maranta
Roh	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> } 7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> 7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> }	15 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> } 15 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> 15 }	8 } 8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> 8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> }	18 } 17 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> 17 }	8 } 8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> 9 }	13 } 12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> 12 }	15 } 15 15 }	8 } 8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> 9 }
Erhitzt (frisch)	36 } 36 36 }	31 } 32 32 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> }	40 } 39 38 }	23 } 23 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> 24 }	34 } 34 34 }	18 } 18 18 }	30 } 30 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> 31 }	30 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> } 30 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> 30 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> }
Erhitzt (altbacken)	20 } 20 20 }	21 } 21 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> 22 }	26 } 25 24 }	21 } 20 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> 20 }	24 } 24 24 }	17 } 17 17 }	24 } 24 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> 25 }	18 } 18 18 }
Rückgang di- vidiert durch Zunahme bei der Erhitzung	56 %	64 %	46 %	50 %	39 %	18 %	39 %	63 %

Menge löslicher Amylose (in % des lufttrockenen Mehles).

	Sago	Reis	Kar- toffeln	Gerste	Mais	Hafer	Linsen	Maranta
Roh	—	0,66 } 0,69 0,72 }	0,64 } 0,65 0,66 }	—	0,38 } 0,37 0,35 }	0,73 } 0,73 0,73 }	0,55 } 0,49 0,43 }	0,94 } 0,94 0,94 }
Erhitzt (frisch)	0,71	2,99 } 2,98 2,96 }	2,84 } 2,84 2,83 }	4,71 } 4,80 4,88 }	1,77 } 1,77 1,77 }	2,10 } 2,09 2,08 }	2,26 } 2,25 2,24 }	2,64 } 2,66 2,67 }
Erhitzt (altbacken)	0,31	1,62 } 1,63 1,63 }	1,55 } 1,54 1,52 }	1,37 } 1,29 1,20 }	1,57 } 1,57 1,57 }	1,78 } 1,78 1,78 }	0,98 } 1,09 1,19 }	2,14 } 2,14 2,14 }
Rückgang dividiert durch Zunahme bei Erhitzung	—	59 %	59 %	—	14 %	23 %	66 %	30 %

Bei einem zweiten Versuch aus denselben Mustern Mehl habe ich ähnliche Resultate erhalten. Die Werte für «roh» sind der vorigen Tabelle entnommen.

### Quellungsvermögen.

	Sago	Reis	Kar- toffeln	Gerste	Mais	Hafer	Linsen	Ma- ranta
Roh	7 $\frac{1}{2}$	15 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{2}$	17 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{2}$	15	8 $\frac{1}{2}$
Erhitzt (frisch)	32	30	35 $\frac{1}{2}$	28 $\frac{1}{2}$	30	18	30	32 $\frac{1}{2}$
Erhitzt (altbacken)	18	24 $\frac{1}{2}$	26 $\frac{1}{2}$	20	19 $\frac{1}{2}$	17	23 $\frac{1}{2}$	17
Rückgang	57 %	59 %	33 %	77 %	49 %	18 %	43 %	65 %

### Menge löslicher Stärke.

	Sago	Reis	Kar- toffeln	Gerste	Mais	Hafer	Linsen	Maranta
Roh	0,28 0,32 } 0,30	0,69	0,65	—	0,37	0,73	0,49	0,94
Erhitzt (frisch)	2,37 2,22 } 2,30	3,10 3,10 } 3,10	2,98 2,98 } 2,98	2,02 2,02 } 2,02	1,75 1,78 } 1,77	2,23 2,23 } 2,23	2,58 2,63 } 2,61	2,74 2,74 } 2,74
Erhitzt (altback.)	0,93 0,93 } 0,93	1,82 1,73 } 1,78	1,72 1,72 } 1,72	0,83 0,83 } 0,83	1,58 1,69 } 1,64	1,92 1,80 } 1,86	1,15 1,33 } 1,24	2,24 2,24 } 2,24
Rückgang	69 %	54 %	54 %	—	9 %	25 %	65 %	28 %

Wir sehen also, daß die Änderung beim Erhitzen und ihr Rückgang, das Altbackenwerden, bei allen Stärkearten prinzipiell den gleichen Gesetzen folgt. Nur bei Weizen und Roggenstärke hat man das Altbackenwerden bemerkt, da es zufällig dort zu bedeutenden Folgen führt. Bei Brot aus anderen Mehlartern würde die Erscheinung gleichfalls auftreten, aber sie werden nicht zum Brotbacken benutzt.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Nach Abschluß dieser Arbeit erhielt diese Ansicht eine Bestätigung durch die Versuche, die verschiedene Berliner Firmen angestellt haben, um Brot aus anderen Stärkearten als Weizen und Roggen zu

Daß die beim Erhitzen entstandenen Veränderungen bei allen Stärkearten nach dem Abkühlen des Reaktionsproduktes in der Richtung des rohen Zustandes zurückkehren, führt uns — im Zusammenhang mit den in der II. Mitteilung veröffentlichten Tatsachen — zu der Folgerung: die Verkleisterung bei Anwesenheit von wenig Wasser ist bei allen Stärkearten ein Gleichgewichtsprozeß.

Der Rückgang im Quellungsvermögen und der Rückgang in der Menge löslicher Amylose sind zwar bei allen Stärkearten zu beobachten, aber bei Linsen ist der Rückgang in der löslichen Amylose stärker, bei Maizena und Maranta viel schwächer als der Rückgang im Quellungsvermögen.

Folgende Tabelle gibt den Rückgang in Prozenten:

	Sago	Reis	Kar- toffeln	Gerste	Mais	Hafer	Linsen	Ma- ranta
Imbibitions- vermögen	57	62	40	64	44	18	41	64
Lösliche Stärke	69	57	57	—	12	24	66	29

Diese Zahlen weisen darauf hin, daß die Stärke von verschiedenen Pflanzenarten verwandt, aber nicht identisch ist. Beim Untersuchen der Verkleisterungstemperatur und anderer Eigenschaften hat man ähnliche Unterschiede aufgefunden. Vielleicht können die hier beschriebenen Tatsachen dazu beitragen, den Unterschied zwischen den verschiedenen Stärkearten näher zu präzisieren und zu studieren.

backen, sogen. «Brot ohne Brotmarke». Dieses angeblich aus Reis-, Kartoffel-, Tapiocamehl (unter Zufügung eines Bindemittels als Ersatz des Glutens) gebackene Brot wird ebensogut wie Weizen- und Roggenbrot altbacken.