

# DIE BEDEUTUNG UND ROLLE DER SULFHIDRYLGRUPPEN IN DER WEIZENCHEMIE UND WEIZENVERARBEITUNG

Von

L. TELEGDY KOVÁTS und R. LÁSZTITY

Lehrstuhl für Lebensmittelchemie, Technische Universität  
Budapest

(Eingegangen am 17. Mai 1965)

Bei Beurteilung der Eignung des Weizenmehls für die Bäckerei spielen der Klebereiweißkomplex bzw. die rheologischen Eigenschaften des Teiges die wichtigste Rolle. Die physikalischen Eigenschaften des Teiges und ihre Veränderungen beeinflussen den gesamten Backprozeß, weshalb ihre Steuerung und ständige Kontrolle die Grundlage für die Ausarbeitung der automatisierten Technologien bilden.

Die rheologischen Eigenschaften des Kleberkomplexes werden letztlich durch seinen chemischen Aufbau bzw. seine Struktur bestimmt. Hierauf sind auch die Anstrengungen der Lebensmittelchemiker zurückzuführen, einen Zusammenhang zwischen der chemischen Struktur des Kleberkomplexes und den rheologischen Eigenschaften zu finden. Wie bei anderen Eiweißstoffen, fällt in der Ausgestaltung der physikalischen Eigenschaften den Bindungen zwischen den Peptidketten auch beim Kleber eine wichtige Rolle zu. Von diesem Gesichtspunkt aus kommt in erster Linie den Wasserstoffbindungen und Disulfidbrücken Bedeutung zu.

Die Rolle und Bedeutung der mit den Disulfidbrücken in enger Verbindung stehenden Sulfhydrylgruppen begann man im Zusammenhang mit den Mehlebleichungs- und Mehlerbesserungsmitteln zu untersuchen. Es ist eine alte Erfahrung, daß gewisse Oxydations- und Reduktionsmittel die rheologischen Eigenschaften des Weizenmehlteiges auch in sehr geringen Mengen recht wesentlich verändern. Dieser Effekt wurde von der Mehrheit der Forscher damit erklärt, daß die freien Sulfhydrylgruppen bei Zugabe dieser Mittel oxydiert werden und neue Disulfidbindungen zustande kommen, die die Struktur des Kleberkomplexes verstärken und dadurch auch die rheologischen Eigenschaften des Teiges verbessern. Die Reduktionsmittel üben eine entgegengesetzte Wirkung aus.

Spätere eingehendere Untersuchungen führten dann zu Erkenntnissen, die mit dem obigen theoretischen Wirkungsmechanismus nicht mehr erklärt werden konnten. Dieser Umstand und die inzwischen erreichte weitgehende Entwicklung der Eiweißuntersuchungsmethoden sowie die große theoretische und praktische Bedeutung des Problems haben dazu geführt, daß in letzter

Zeit dem Sulfhydryl-Disulfid-System der Weizenproteins seitens der Lebensmittelchemiker so große Aufmerksamkeit gewidmet wird. Es genügt wohl, wenn wir an dieser Stelle nur auf die Arbeiten der letzten zwei Jahre verweisen und die Veröffentlichungen von MECHAM [1, 9], TSEN [2, 3, 4, 6], HLYNKA [2, 7, 11], ANDERSON [3], SULLIVAN [5], LÁSZTITY [8], MEREDITH [11], MATSUMOTO und AXFORD [12] u. a. erwähnen. Die wichtigeren Probleme, die mit der auf die Bildung der Disulfidbrücke füzenden Theorie zusammenhängen, können wie folgt zusammengefaßt werden:

1. Die Menge der angewendeten Oxydationsmittel ist außerordentlich klein, wobei es eine Vorbedingung zum Zustandekommen der neuen Disulfidbindung zwischen den Peptidketten ist, daß sich die beiden oxydierten Sulfhydrylgruppen räumlich in günstiger Lage befinden. Die Zahl der so entstehenden neuen Disulfidbindungen dürfte außerordentlich gering sein.

2. Obwohl die Abnahme der Zahl der Sulfhydrylgruppen analytisch eindeutig nachgewiesen werden kann, ist diese Abnahme in vielen Fällen sehr gering, wobei gleichzeitig keine klaren Angaben über die Vermehrung der Disulfidbindungen zur Verfügung stehen.

3. In dem für die Ausbildung der physikalischen Eigenschaften wichtigsten Kleberkomplex ist die Zahl der freien Sulfhydrylgruppen relativ kleiner als in der Albumin- und Globulinfraktion.

Der spezifische Disulfidgehalt ist in den löslichen Eiweißfraktionen gleichfalls wesentlich höher.

4. Die Zugabe von Reagenzien, die die Sulfhydrylgruppen blockieren, hat meist die gleiche Wirkung wie die Anwendung von Oxydationsmitteln.

5. In vielen Fällen spielt sich die Änderung der rheologischen Eigenschaften zeitlich langsam ab, was die unmittelbare Oxydation als unwahrscheinlich erscheinen läßt.

Obwohl die — teils auch experimentell gesicherten — Theorien, die eine Beteiligung der Lipide an den Oxydationsprozessen und eine Wechselwirkung zwischen den Sulfhydryl- und Disulfidgruppen annehmen, eine Erklärung für die in den letzten beiden Punkten aufgeworfenen Probleme zu geben versuchen, kann doch behauptet werden, daß sie beiweitem keine völlig zufriedenstellende Lösung darstellen.

Unsere Arbeiten galten der Untersuchung des Zusammenhanges zwischen dem Gehalt des Klebers an freien Sulfhydrylgruppen und seinen rheologischen Eigenschaften, den Einfluß der Mehlverbesserungs-, Oxydations- und Reduktionsmittel sowie der die Sulfhydrylgruppe blockierenden Reagenzien, um eine Antwort auf die offenen Fragen zu erhalten.

## I. Sulfhydrylgehalt und rheologische Eigenschaften des Kleberkomplexes

### Material und Methode

Es wurden 20 Weizenmehle untersucht. Alle Weizen stammten aus der Ernte 1962, die Mehle wurden nach einer Lagerung von ca. 6 Wochen untersucht. Die Auswahl erfolgte so, daß auch die in den letzten Jahren in den Vordergrund getretenen „intensiven“ Weizenarten entsprechend vertreten waren. Den zu untersuchenden Kleber stellten wir aus dem Mehl nach dem üblichen Verfahren [13] her. Den Sulfhydrylgehalt ermittelten wir nach der Methode der amperometrischen Titration von KOLTHOFF und Mitarb. (14) mit kleineren Abänderungen [8], den Kleber dispergierten wir mit Carbamidlösung, zum Titrieren wurde eine Hg(II)chlorid-Meßlösung verwendet. Die rheologische Untersuchung wurde mit dem Penetrometer (Labor 365) und dem Valorigraphen durchgeführt. Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse der Bestimmungen der Sulfhydrylgruppe.

Tabelle 1

Sulfhydrylgehalt des Klebers verschiedener Mehle

Mehlart	Sulfhydrylgehalt $\mu\text{Äqu/g}$ trockener Kleber	Mehlart	Sulfhydrylgehalt $\mu\text{Äqu/g}$ trockener Kleber
BL 112 I.*	3,42	Besostaja BL 55	3,51
BL 112 II.	3,76	Besostaja BL 112	3,48
BL 112 III.	4,20	Autonomia BL 55	2,90
BL 112 IV.	3,05	Autonomia BL 112	3,98
BL 112 V.	4,25	Skorospelka BL 55	3,20
BL 112 VI.	2,80	Skorospelka BL 112	3,70
BL 55 I.**	4,90	Produttore BL 55	3,70
BL 55 II.	3,51	San Pastore BL 55	4,40
BL 55 III.	5,06	San Pastore BL 112	5,35
BL 55 IV.	2,95	BFF 55 I.	3,50
BL 55 V.	3,49	BFF 55 II.	2,80
BL 55 VI.	3,80	BFF 55 III.	4,22

\* Weizenmehl Typ 1120

\*\* Weizenmehl Typ 550

Die Ergebnisse zeigen, daß im Sulfhydrylgehalt der einzelnen Kleber signifikante Unterschiede bestehen. Gleichzeitig kann aber auch festgestellt werden, daß der Sulfhydrylgehalt innerhalb eines verhältnismäßig kleinen Intervalls schwankt.

Parallel mit diesen Untersuchungen bestimmten wir auch einige rheologische Merkmale der aus den Mehlen zubereiteten Teige bzw. des Kleberkomplexes. So stellten wir die laborographische und valorigraphische (farinographische) Qualität der Mehle fest, untersuchten den feuchten Kleber mit Hilfe des Penetrometers und des Valorigraphen, bestimmten die Penetration sowie die Höhe der Valorigramme und die in 15 Minuten eingetretene Erweichung.

Beim Vergleich der Ergebnisse der rheologischen Untersuchungen mit dem Sulfhydrylgehalt erhielten wir sehr niedrige Korrelationskoeffizienten zwischen den einzelnen rheologischen Merkmalen und den Ergebnissen der chemischen Untersuchung. Auf dieser Grundlage kann festgestellt werden, daß zwischen den Sulfhydrylgehalt und den rheologischen Eigenschaften kein signifikanter Zusammenhang besteht.

Die Resultate veranschaulichen deutlich, daß der Gehalt des Klebers an freien Sulfhydrylgruppen keine entscheidende Rolle in der Ausgestaltung der rheologischen Eigenschaften spielt.

## II. Wirkung der Oxydations- und Reduktionsmittel sowie der sulfhydrylblockierenden Reagenzien auf den Kleberkomplex

### *Material und Methoden*

Zu den Untersuchungen wurden ebenfalls die in Tabelle 1 angeführten Mehle verwendet. Die verwendeten Chemikalien (N-Athylmaleinimid-NEMI,  $\text{KBrO}_3$ , Cystein) waren analytisch rein. Die Darstellung des Klebers erfolgte auf die übliche Weise [13] mit der Abweichung, daß bei der Zubereitung des Teiges auch die einzelnen Chemikalien (NEMI, Cystein,  $\text{KBrO}_3$ ) in Form wäßriger Lösungen verwendet wurden. Die Teige ließen wir längere Zeit (60 Minuten) ruhen, damit zum Ablauf eventueller Reaktionen mehr Zeit zur Verfügung stehe. Dem feuchten Kleber entnahmen wir Mengen von 5 g und untersuchten die Fließbarkeit (Abflachung) des Klebers in der Zeitspanne von 60 Minuten. Das Maß der Fließbarkeit wurde als Differenz zwischen dem Ausgangs- und dem Enddurchmesser in Prozenten angegeben:

$$S = \frac{D_{60} - D_0}{D_0} \cdot 100$$

worin  $D_0$  den Ausgangsdurchmesser der Kleberkugel und

$D_{60}$  den Durchmesser nach 60 Minuten dauerndem Ruhen bedeutet.

Nach der oben beschriebenen amperometrischen Titrationsmethode bestimmten wir auch den Gehalt des Klebers an freien Sulfhydrylgruppen. Die Untersuchungsergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengefaßt.

Tabelle 2

Wirkung der Oxydations- und Reduktionsmittel sowie der SH-blockierenden Reagenzien auf den Kleberkomplex

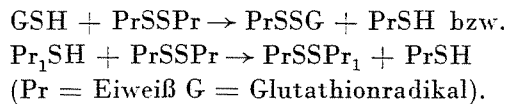
Kleberart	Reagenz (8 mg%)	Kleberabflachung $\frac{D_{63}-D_0}{D_0} \cdot 100$	Feuchtkleber %	SH $\mu\text{Äqu/g}$ im trockenem Kleber
BL 112 VI.	—	22	32,1	2,80
BL 112 I.	—	44	29,5	3,42
BL 112 V.	—	18	37,9	4,25
Besostaja BL 112	—	12	38,3	3,48
San Pastore BL 112	—	38	39,6	5,35
Autonomia BL 112	—	46	31,7	3,98
BL 112 VI.	NEMI*	12	30,6	1,25
BL 112 I.	NEMI	28	29,8	2,04
BL 112 V.	NEMI	9	34,5	2,70
Besostaja BL 112	NEMI	6	36,0	1,95
San Pastore BL 112	NEMI	25	38,8	2,04
Autonomia BL 112	NEMI	30	31,5	2,20
BL 112 VI.	KBrO <sub>3</sub>	15	31,2	2,75
BL 112 I.	KBrO <sub>3</sub>	28	29,4	3,41
BL 112 V.	KBrO <sub>3</sub>	12	34,8	4,09
Besostaja BL 112	KBrO <sub>3</sub>	8	37,1	3,42
San Pastore BL 112	KBrO <sub>3</sub>	23	37,9	5,01
Autonomia BL 112	KBrO <sub>3</sub>	34	32,5	3,95
BL 112 VI.	Cy**	48	33,9	2,78
BL 112 I.	Cy	105	29,8	3,56
BL 112 V.	Cy	40	40,3	4,30
Besostaja BL 112	Cy	30	42,5	3,51
San Pastore BL 112	Cy	110	41,0	5,30
Autonomia BL 112	Cy	135	31,8	3,99

\* N-Äthylmaleinimid

\*\* Cystein

Aus der Tabelle geht in erster Linie hervor, daß alle drei Reagenzien (Oxydations-, Reduktionsmittel und SH-Blocker) die physikalischen Eigenschaften des Kleberkomplexes wesentlich beeinflussen. Während unter der Einwirkung von NEMI und KBrO<sub>3</sub> die Zähigkeit des Klebers erhöht wird, tritt beim Cystein das gerade Gegenteil, eine starke Erweichung ein. Auch in der Menge des auswaschbaren Feuchtklebers ist eine Änderung zu beobachten. Aus dem unter Zugabe von KBrO<sub>3</sub> und NEMI bereiteten Teig kann weniger, aus dem Teig mit Cystein hingegen mehr feuchter Kleber gewonnen werden. Auf den Trockensubstanzgehalt des Klebers bezogen, ist die Abweichung nur gering, die Unterschiede ergeben sich hauptsächlich aus dem abweichenden Maß der Hydratation. Recht interessant sind die Ergebnisse der Sulfhydryl-

Bestimmungen. Auffallend ist, daß der Kleber aus dem mit  $\text{KBrO}_3$  bereiteten Teig nur etwas weniger Sulfhydrylgruppen enthält als die Kontrolle, nur bei zwei Proben konnte eine signifikantere, aber gleichfalls nur geringe Abnahme der freien SH-Gruppe beobachtet werden. Unter der Einwirkung von NEMI binden sich die SH-Gruppen zu ungefähr 50%, können also durch amperometrische Titration nicht bestimmt werden. Wenn man dieses Ergebnis mit der Veränderung der physikalischen Eigenschaften vergleicht, erkennt man leicht, daß die Wirkung des  $\text{KBrO}_3$  und NEMI von diesem Gesichtspunkt aus nahezu die gleiche ist. Schließlich zeigt also der Kleber ein und desselben Weizens bei unterschiedlichem Sulfhydrylgruppengehalt annähernd die gleichen physikalischen Eigenschaften. Diese Tatsache weist darauf hin, daß die Änderung des Sulfhydrylgehaltes unter den die Veränderung der physikalischen Eigenschaften herbeiführenden Faktoren keine ausschließliche Rolle spielen kann. Beim Vergleich mit der Kontrolle gelangt man auch in bezug auf die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Klebers des mit Cysteinuzusatz bereiteten Teiges zu ähnlichen Folgerungen. Diese Resultate sprechen bis zu einem gewissen Grade auch gegen die Theorie von der Wechselwirkung zwischen Sulfhydryl und Disulfid. Nach dieser können die Sulfhydrylgruppen der wasserlöslichen Verbindungen bzw. des Eiweißes auf Grund des folgenden Schemas in eine Austauschreaktion mit den Disulfidgruppen treten:



In beiden Fällen tritt an die Stelle der ursprünglichen PrSSPr-Bindung eine weniger stabile Bindung (PrSSG bzw. PrSSPr<sub>1</sub>), was eine Schwächung der Struktur nach sich zieht. Der SH-Gehalt des Klebers aus dem nach Zugabe von NEMI und  $\text{KBrO}_3$  bereiteten Teig ist verschieden. Somit müßte die strukturschwächende Sulfhydryl-Disulfid-Wechselwirkung beim bromathaltigen Kleber mit höherem SH-Gehalt besser zur Geltung gelangen.

Was die möglichen sonstigen Erklärungen anbelangt, können hier zwei Hypothesen akzeptiert werden. Nach der einen sind die in den physikalischen Eigenschaften eintretenden Änderungen nicht unbedingt in der Umwandlung der feinen chemischen Struktur zu suchen, vielmehr kann hier auch die Änderung der Kolloidalenstruktur des komplizierten Kleberkomplexes die Ursache sein. Besonders bei oberflächenaktiven Stoffen läßt sich oft die Beobachtung machen, daß in den Eigenschaften des kolloidalen Systems bereits unter der Einwirkung ganz geringer Mengen eine starke Veränderung eintritt. Dies wird auch durch die Wahrnehmung gestützt, daß z. B. die physikalischen Eigenschaften des Teiges durch die aliphatischen Kohlenwasserstoffe gleichfalls wesentlich beeinflusst werden [15]. Die andere mögliche Erklärung ist die im Wasserstoffbrückensystem des Kleberproteins eintretende Änderung, die vtl.

auch mit den Sulfhydryl- bzw. Disulfidgruppen in Zusammenhang stehen kann. Eine Antwort auf die aufgeworfenen Probleme kann die weitere eingehende Untersuchung der chemischen Struktur der Klebereiweiße liefern. (Die klassische Enzyminhibitionstheorie von Jörgensen kann ebenfalls nicht entschieden abgelehnt werden.)

### III. Untersuchung der Wirkung der Ascorbinsäure auf die rheologischen Eigenschaften des Teiges

Die Verwendung von Ascorbinsäure als Mehlerbesserungsmittel ist ziemlich verbreitet, es ist also verständlich, daß man am Wirkungsmechanismus überaus interessiert ist. Es dürfte daher genügen, hier nur auf einige neuere Mitteilungen [16, 17, 18, 19 und 20] zu verweisen. Diese Untersuchungen sind eng mit der Frage der Sulfhydrylgruppen verknüpft.

#### Material und Methode

Zu unseren Untersuchungen verwendeten wir die in Tabelle 1 angeführten Mehle. Die Ascorbinsäure war analytisch rein. Die Veränderungen der rheologischen Eigenschaften des Teiges verfolgten wir durch Messung der „Strukturrelaxation“. Eine Beschreibung der Methode haben wir bereits in einer früheren Arbeit [18] gegeben. Die Messung des Sulfhydrylgehaltes des Teiges führten wir mit der oben beschriebenen amperometrischen Titration durch, während zur Bestimmung des Vitamins C die Methode von ROE (Osazonbildung) diente.

Zur Untersuchung der Wirkung der Ascorbinsäure führten wir bei unterschiedlichen Reaktionszeiten und Ascorbinsäuregehalten mit verschiedenen Mehlen Messungen durch. Einige charakteristische strukturelle Relaxationsdiagramme sind in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt. Aus den Diagrammen geht deutlich hervor, daß die Wirkung der Ascorbinsäure um so deutlicher wahrnehmbar ist, je länger die zwischen dem Kneten und der Verpressung

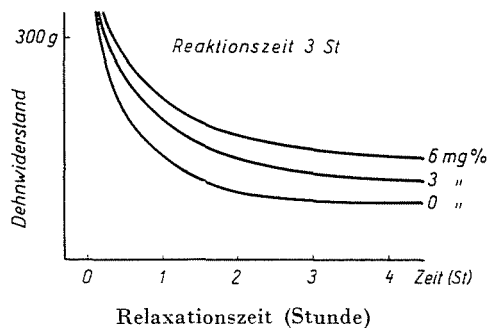


Abb. 1. Strukturelle Relaxation von Teigen mit verschiedenem Ascorbinsäuregehalt

der Teigform verstrichene „Reaktionszeit“ und je stärker die Ascorbinsäurekonzentration war.

Die Tatsache, daß zur Erreichung einer bedeutenderen strukturellen Relaxationsverminderung eine längere Reaktionszeit notwendig ist, weist darauf hin, daß sich die Reaktionen der Ascorbinsäure, welche die rheologischen Eigenschaften des Teiges bzw. der Weizenproteine verändern, innerhalb längerer Zeit abspielen. Die Reaktionsgeschwindigkeit bzw. die Geschwindigkeit der langsamsten Reaktionsstufe — wenn von mehreren Reaktionen, d. h. von einer Reaktionsserie die Rede ist —, ist gering.

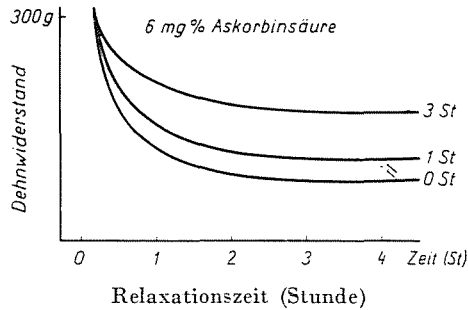


Abb. 2. Strukturelle Relaxation von Teigen bei verschiedener „Reaktionszeit“

Mehrere Forscher haben darauf hingewiesen, daß die Beschleunigung der Oxydation der Ascorbinsäure zu Dehydroascorbinsäure gleichzeitig auch den gesamten die rheologischen Eigenschaften des Teiges verbessernden Prozeß beschleunigt. Theoretisch übt nämlich die Dehydroascorbinsäure die mehlerbessernde Wirkung durch Oxydation der Sulfhydrylgruppen zu Disulfidbrücken unmittelbar aus. Diese Theorie stützt sich auf die Beobachtung, daß die auf den Teig ausgeübte Wirkung der Ascorbinsäure in einzelnen Fällen durch Zugabe von Enzympräparaten (Ascorbinsäureoxydase, Glycoseoxydase) erhöht wurde. Gleichzeitig kann eine so günstige Wirkung aber in vielen Fällen nicht wahrgenommen werden, verursacht doch selbst die Zugabe von reiner Dehydroascorbinsäure keine erhebliche Veränderung der rheologischen Eigenschaften des Teiges. Nach unseren Untersuchungen spielt sich die Oxydation der Ascorbinsäure im Teig schnell ab, und nach 30 Minuten ist praktisch keine Ascorbinsäure mehr nachweisbar (Abbildung 3). Ein ähnliches Ergebnis erhielten auch KUNINORI und MATSUMOTO [19]. Demnach kann also festgestellt werden, daß der Prozeß der Ascorbinsäureoxydation die Geschwindigkeit des gesamten Mehl- bzw. mehlerbessernden Prozesses nicht wesentlich beeinflußt.

Wir untersuchten auch die Änderung des SH-Gehaltes des mit Zugabe von Ascorbinsäure bereiteten Teiges in Abhängigkeit von der Ruhezeit (Abbildung 4). Dabei stellten wir fest, daß die Verringerung des Sulfhydrylgehaltes



langsam und geringgradig ist, insgesamt nur 10–15% ausmacht. Nach 3stündigen Ruhen nahmen wir eine Gehaltsabnahme von höchstens 40% wahr.

Diese Erfahrungen weisen darauf hin, daß die Ascorbinsäure nach der Zugabe schnell zu Dehydroascorbinsäure oxydiert. Dies ermöglicht zwar die Bildung von Disulfidbrücken auf oxydativem Wege, doch läßt es die geringe Veränderung der Zahl der Sulfhydrylgruppen und der langsame Ablauf der Reaktion als zweifelhaft erscheinen, daß die mehlverbessernde Wirkung aus-

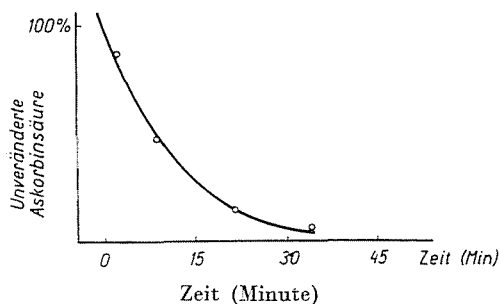


Abb. 3. Oxydation der Ascorbinsäure im Teig

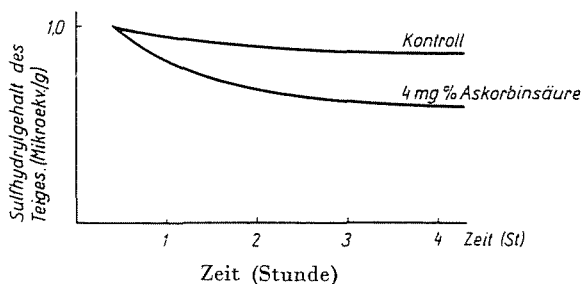


Abb. 4. Änderung des Sulfhydrylgehaltes im Teig

schließlich auf die Entstehung solcher Bindungen zurückzuführen wäre. Überhaupt können Disulfidbrücken nur dort entstehen, wo das auch die durch die Primärstruktur (Aminosäuresequenz) bedingte Faltung der Peptide ermöglicht und eine sterische Hinderung sich nicht ungünstig auswirkt. Nach neuzeitlichen Beobachtungen konnte das auch experimentell bestätigt werden. Wahrscheinlich ist deshalb, daß die tatsächliche Änderung der Kleberqualität einen komplexen Charakter trägt, wobei auch andere mögliche Bindungen eine Rolle spielen. In erster Linie muß man an die vielen Wasserstoffbindungs-möglichkeiten ( $-\text{NH} \dots \text{OC}$ ;  $-\text{OH} \dots \text{OC}$ ) sowie an die salzartige Bindung der freien Amino- und Carboxylgruppen denken. Zudem ist auch noch die in den sekundären Bindungen eintretende Veränderung zu berücksichtigen, die sich oft auf die sekundäre oder tertiäre Struktur des gesamten Moleküls auswirkt. Unsere Arbeiten in dieser Richtung sind im Gange.

## Zusammenfassung

Wie bei den anderen Proteinen so spielen auch in der Bestimmung der physikalischen Eigenschaften der Kleberproteine die zwischen den Polypeptidketten zustandekommenden Brückenbindungen eine wesentliche Rolle. Von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet, sind die Wasserstoffbrücken und die kovalenten Disulfidbindungen von größter Wichtigkeit.

Auf die Bedeutung der mit den Disulfidbrücken in engem Zusammenhang stehenden Sulfhydrylgruppen wurde man erst bei der Anwendung von Mehlverbesserungsmitteln aufmerksam. Die Mehrzahl der Theorien über den Wirkungsmechanismus führt die mehlverbessernde Wirkung dieser Backhilfsmittel auf die Oxydation der SH-Gruppen und das Zustandekommen von neuen Disulfidbrücken zurück. Andererseits besitzen diese Theorien auch zahlreiche Unvollkommenheiten und lassen viele Fragen unbeantwortet.

Bei der Untersuchung des Gehaltes an freien Sulfhydrylgruppen und der rheologischen Eigenschaften des Klebers konnte kein eindeutiger Zusammenhang zwischen diesen beiden Kennzeichen gefunden werden. Versuche, die mit Mehlverbesserungsmitteln, Oxydations- und Reduktionsmitteln sowie mit den die Sulfhydrylgruppen blockierenden Mitteln ausgeführt wurden, deuten darauf hin, daß die Änderung der physikalischen Eigenschaften des Teiges bz. des Klebers eine komplexe Erscheinung darstellt und das Sulfhydryl-Disulfyd-System in ihr keine ausschließliche Rolle spielt.

## Literatur

1. MECHAM, D. K.—COLE, E. G.—SOKOL, H. A.: *Cer. Chem.* **40**, 1—9 (1964).
2. TSEN, C. C.—HLYNKA, I.: *Cer. Chem.* **40**, 145—153 (1963).
3. TSEN, C. C.—ANDERSON, J. A.: *Cer. Chem.* **40**, 314—322 (1963).
4. TSEN, C. C.—BUSHUK, W.: *Cer. Chem.* **40**, 399—408 (1963).
5. SULLIVAN, B.—DAHLE, L. K.—SCHIPKE, J. H.: *Cer. Chem.* **40**, 515—530 (1963).
6. TSEN, C. C.—DEMPSTER, C. J.: *Cer. Chem.* **40**, 586—588 (1963).
7. TKACHUK, R.—HLYNKA, I.: *Cer. Chem.* **40**, 704—716 (1963).
8. LÁSZTITY R.—NEDELKOVITS J.—HÖFLER, D.: *Élelmiszervizsg. Közl.* **10**, 141—146 (1964).
9. MECHAM, D. K.—KNAPP, CH.: *Cer. Chem.* **41**, 58—62 (1964).
10. KUNINORI, T.—MATSUMOTO, H.: *Cer. Chem.* **41**, 252—259 (1964).
11. MEREDITH, P.—HLYNKA, I.: *Cer. Chem.* **41**, 286—299 (1964).
12. AXFORD, D. W. E.—ELTON, G. A. H.—TICE, B. B. P.: *J. of the Sci. of Food and Agric.* **15**, 269—273 (1964).
13. Sütőipari Kutató Intézet: Laboratóriumi vizsgálati módszerek. A sikértartalom meghatározás. 33. Budapest, 1963.
14. KOLTHOFF, I. M.—STRICKS, W.—MORREN, L.: *Anal. Chem.* **26**, 366—372 (1954).
15. PONTE, J. G.—TITCOMB, S. T.—COTTON, T. H.: *Cer. Chem.* **41**, 203—215 (1964).
16. MALTHA, P.: *Getreide u. Mehl.* **9**, 65—69 (1953).
17. PROSKURJAKOV, N. H.—AUERMAN, T. L.: *Biochimija* **24**, 317—329 (1959).
18. LÁSZTITY R.: *Sütőipar.* **II**, 124—129 (1964).
19. KUNINORI, T.—MATSUMOTO, H.: *Cer. Chem.* **40**, 647 (1963).
20. KUNINORI, Z.—MATSUMOTO, H.: *Cer. Chem.* **41**, 39—46 (1964).

Prof. Dr. László TELEGDY KOVÁTS } Budapest XI., Műegyetem rkp. 3.  
 dr. Radomir LÁSZTITY } Ungarn

*Printed in Hungary*

A kiadásért felel az Akadémiai Kiadó igazgatója

Műszaki szerkesztő: Farkas Sándor

A kézirat nyomdába érkezett: 1965. VIII. 5. — Terjedlem: 4,50 (A/5) ív, 9 ábra

65.61176 Akadémiai Nyomda, Budapest — Felelős vezető: Bernát György