

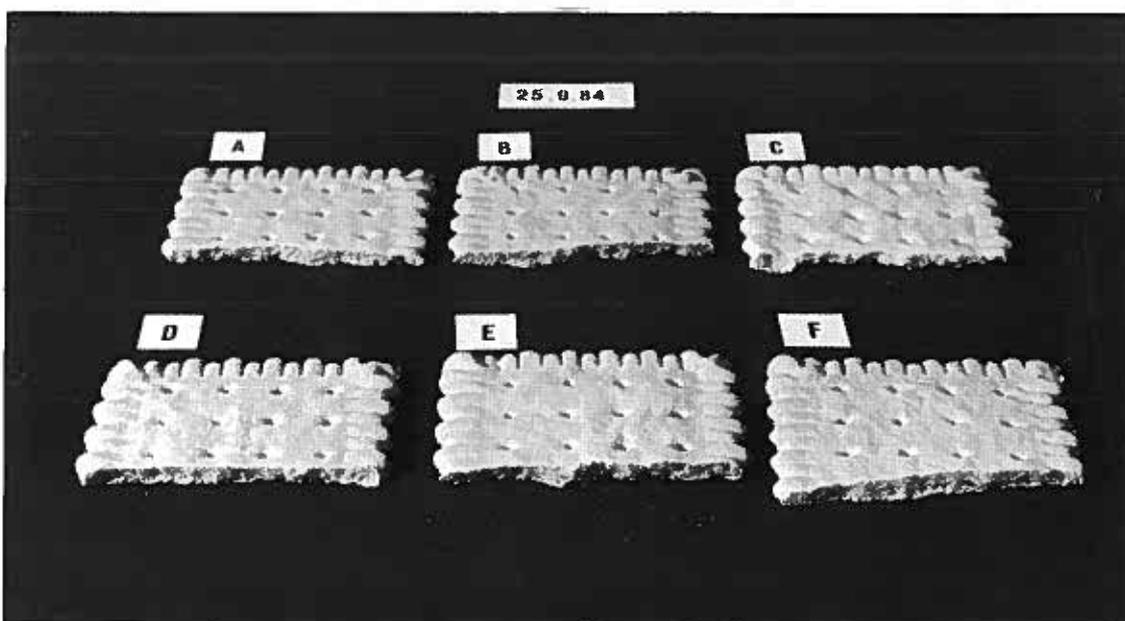


Februar 1988/166 P/W

Forschungsanstalt
für Milchwirtschaft
CH-3097 Liebefeld

Der Einfluss von Milcheiweissen auf Qualitätsmerkmale von Trockenbiskuits (Petit-beurre)

W. Schär, E. Flückiger, M. Rüegg und Z. Puhan (ETH Zürich)



Petit-beurre-Biskuits mit Na-Kaseinat
(*ersetzte Mehlmenge: A = 10 %, B = 20 %, C = Standard, D = 30 %*)

Der Einfluss von Milcheiweissen auf Qualitätsmerkmale von Trockenbiskuits (Petit-beurre)

W. SCHÄR, E. FLÜCKIGER, M. RÜEGG und Z. PUHAN*

Eidg. Forschungsanstalt für Milchwirtschaft
3097 Liebefeld
und *Institut für Lebensmittelwissenschaft
ETH Zürich, 8092 Zürich

Eingereicht am 24. August 1987

Der Einfluss von Milcheiweisszusätzen auf Qualitätsmerkmale von Petit-beurre-Biskuits wurde untersucht. Im Vordergrund standen die Merkmale: Härte, Geschmack, Wasseraufnahme und Nährwert. Säurekasein, Ca-Kaseinat, Na-Kaseinat, Magermilchpulver, native und denaturierte Molkenproteine sowie ein Gesamtmilchprotein wurden verwendet.

Alle geprüften Milchproteinpulver konnten ohne wesentliche Nachteile 10 bis 20 % der Mehlmenge ersetzen. Beim aufgeschlossenen Gesamtmilchprotein ergab sogar ein Austausch von 30 % der Mehlmenge noch sensorisch akzeptable Biskuits.

Die stärksten strukturellen Änderungen wurden bei Zusätzen von Säurekasein und Na-Kaseinat festgestellt. Das unlösliche Säurekasein führte zu bröckeligen, brüchigen Biskuits, währenddem Na-Kaseinat sehr harte Biskuits ergab.

Die Milchproteinzusätze hatten bei tiefen a_w -Werten einen geringen Einfluss auf die Wasseraufnahme von Biskuits.

Die Milchproteine ergänzten die unausgewogene Aminosäurezusammensetzung der Weizenproteine, insbesondere den Mangel an der essentiellen Aminosäure Lysin.

Eine Rezeptur für ein Biskuit, das den Empfehlungen der Ernährungsfachleute weitgehend entspricht, wurde entwickelt. Ein solches Biskuit ist für Gesundheitsbe-

wusste und Versorgungsdienste (Militär, Katastrophenhilfe) von Interesse.

Drei Biskuitvarianten mit hohen Milchproteinzusätzen wurden in industriellem Massstab fabriziert. Dabei bestätigte sich, dass sensorisch akzeptable Biskuits mit hohem Proteingehalt bei Anpassungen, die sich aus den Kleinversuchen ableiten liessen, auch grosstechnisch in guter Qualität hergestellt werden können.

1. Einleitung

In der Schweiz werden hochwertige Nebenprodukte der Milchverarbeitung grösstenteils verfüttert. Die jährlich verfütterten Mengen an Molke, Butter- und Magermilch enthalten 25 000 Tonnen Milcheiweisse, die für die menschliche Ernährung hervorragend geeignet wären.

Der hohe Nährwert der Milcheiweisse ist unbestritten. Die Milcheiweisse können zudem die pflanzlichen Eiweisse ergänzen und aufwerten. Die vermehrte Verwendung von Milcheiweissen in Lebensmitteln dient somit gleichermaßen der gesunden Ernährung wie auch der Förderung einer sinnvollen Verwertung von Milchhaltsstoffen.

Die Milcheiweisse haben nicht nur wegen des hohen Nährwertes eine zunehmende Bedeutung für die Lebensmittelverarbeitung, sondern auch wegen der Möglichkeit, die Struktur und die sensorischen

Eigenschaften der Endprodukte zu verbessern.

Die Fortschritte in der Verfahrenstechnik ermöglichen es, eine breite Palette von hochwertigen Milcheiweissprodukten herzustellen. Diese weisen grosse Unterschiede in ihrer Zusammensetzung und in ihren Eigenschaften auf. Der Einfluss von Milcheiweisszusätzen auf die Qualität von Lebensmitteln ist vielfältig und nur zum Teil bekannt. Erweiterte Kenntnisse würden es der Lebensmittelbranche erleichtern, vermehrt Milcheiweisse einzusetzen. Das Ziel der vorliegenden Arbeit bestand darin, einen Beitrag zur Kenntnis des Verhaltens der Milchproteine in komplexen Lebensmittelsystemen zu liefern. Als Beispiel eines solchen Systems wurden Trockenbiskuits des Typs «Petit-beurre» gewählt. Im Vordergrund standen die für den sensorischen Gesamteindruck wichtigen Merkmale wie die Härte, der Geschmack und die Wasseraufnahme. Es wurden auch ernährungsphysiologische Aspekte in die Untersuchungen einbezogen.

Herstellung und funktionelle Eigenschaften der Milchproteine

Einen Überblick über die Nomenklatur und besonderen Merkmale der Kuhmilchproteine vermitteln Eigel et al. (3).

Die Milchindustrie stellt eine breite Palette von Milchproteinprodukten her. Sie las-

Tabelle 1: Funktionelle Eigenschaften von Milchproteinen. Nach NIEDERAUER (5)

Funktionelle Eigenschaften	Säurekasein	Kaseinate	Calcium-Kopräzipitate	Molkenprotein (hitzegefällt)	lösliche Molkenproteine	lösliche Milchproteine
wasserlöslich	nein	ja	nein	nein	ja	ja
wasserbindend	nein	ja	nein	nein	ja	ja
quellbar (viskositätserhöhend)	schlecht	ja	mittel	gut	ja	ja
hitzekoagulierbar	---	nein	---	---	ja	(nein)
strukturierbar	spinnbar	(spinnbar)	-----	Gelstrukturierung und Extrusion möglich		-----
schlagfähig	nein	mit Zusätzen	nein	nein	ja	mit Zusätzen
fettemulgierend	nein	ja	nein	nein	ja	(ja)

sen sich nach ihrer Proteinzusammensetzung in drei Gruppen einteilen:

- Produkte, die nur Kasein enthalten
- Produkte, die nur Molkenproteine enthalten
- Produkte, die Kasein und Molkenproteine enthalten.

Milchproteinprodukte werden aus Magermilch oder Molke durch Entzug von Wasser, Laktose und Salzen hergestellt. Die durch Fällung gewonnenen Eiweisse sind unlöslich, können aber durch geeignete Verfahren quellfähig oder löslich gemacht werden. Die Eigenschaften der Milchproteinprodukte können durch das Herstellungsverfahren stark beeinflusst werden. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die wichtigsten funktionellen Eigenschaften.

Milchproteine werden in den verschiedensten Produkten eingesetzt: von Backwaren über Fleischwaren bis hin zu Suppen, Saucen, Rahmlikörs und Fertiggerichten. Neben der Eiweissanreicherung werden vor allem deren emulgierende, stabilisierende, gelbildende und schaumbildende Eigenschaften ausgenutzt. Die Bindung von Aromastoffen und die Wirkung als Antioxydants sind ebenfalls von Bedeutung.

Milch und Milchpulver sind traditionelle Zutaten zu Back- und Teigwaren. Der Zusatz von Milchproteinen beeinflusst die Rheologie des Teiges sowie die Volumenvergrößerung und die Eigenschaften von Kruste und Krume. Getreiderohstoffe mit ungünstigen technologischen Eigenschaften können insbesondere durch den Zusatz von Molkenproteinen aufgewertet werden. Da sich die nativen Molkenproteine ähnlich verhalten wie Eiklar, können sie in vielen Rezepturen einen Teil des Eiklars ersetzen. Zur Verbesserung der Teigeigenschaften hat sich die Wasserbindung der Milchproteine bewährt, ebenso ihr Gehalt an schwefelhaltigen Aminosäuren. Spezielle Milchproteine und Mischprodukte werden zunehmend für bestimmte Backwaren optimiert (4).

Der Nährwert der Milchproteine

Die Milchproteine weisen einen relativ hohen Gehalt an essentiellen Aminosäuren auf. Die Molkenproteine enthalten gesamthaft 52,7 g essentielle Aminosäuren pro 100 g Protein, die Kaseine 45,8 g, Mehl hingegen nur 25 g. Dank seinem Überschuss an essentiellen Aminosäuren kann das Milcheiweiss in einer Mischung mit pflanzlichen Proteinen die biologische Wertigkeit der Gesamtdiät erhöhen. In erster Linie wird eine Kombination mit Brot oder anderen Getreideprodukten vorgeschlagen, um den tiefen Lysingehalt der Getreideeiweisse zu erhöhen. Die ideale Mischung mit 76% Milcheiweiss und 24% Getreideprotein hat eine höhere biologische Wertigkeit als Milcheiweiss al-

lein. Allgemein ist der Aufwertungseffekt in einer solchen Mischung höher als es dem berechneten Erwartungswert entspricht.

Die biologische Wertigkeit von Reis, Mais, Hirse und Weizen kann durch Zusätze von Milcheiweissen deutlich verbessert werden. Bei Weizen sind die limitierenden essentiellen Aminosäuren: Lysin, Methionin und Threonin. Das Molkeneiweiss kann durch seine hohe biologische Wertigkeit besonders gut zu einer Aufwertung von Nahrungsmischungen beitragen.

2. Experimenteller Teil

Die folgenden Proteinerzeugnisse wurden in Pulverform verwendet:

Säurekasein, Ca-Kaseinat, Na-Kaseinat, Magermilchpulver «low heat» und «high heat», native und denaturierte Molkenproteine, Gesamtmilchprotein AME-Calcium sowie Molkenproteinkonzentrat mit 40% Protein. AME steht für aufgeschlossenes Milcheiweiss.

Für die Untersuchungen wurden bewährte Methoden übernommen. Zur Charakterisierung der Biskuitstruktur wurde eine Methode zur Messung der Bruchkraft von Biskuits mit Hilfe eines Instron-Universalprüfgerätes entwickelt. Eine detaillierte Beschreibung der Methoden ist in der Dissertation von Schaer (6) enthalten.

3. Resultate und Diskussion

Zusammensetzung und Löslichkeit der Milchproteine

Die chemische Zusammensetzung der verwendeten Milchproteinpulver ist in Tabelle 2 aufgeführt.

Der Wassergehalt der Milchproteinpulver betrug 2,6 bis 8%. Alle Pulver, ausser Magermilchpulver, wiesen hohe Proteingehalte auf. Die Magermilchpulver enthielten über 50% Laktose und nur 35 bis 37% Protein.

Die Fettgehalte der Proteinpulver waren generell tief. Nur die Molkenproteine hat-

ten einen etwas erhöhten Fettgehalt. Dies hängt mit der Herstellungsmethode zusammen: Die Molkenproteine wurden durch Ultra- und Diafiltration aus Molke gewonnen; dabei wird das Fett als hochmolekulare Komponente zusammen mit den Proteinen von der Membran zurückgehalten.

Molkenproteinpulver mit so hohem Eiweissgehalt wie in Tabelle 2 angegeben, sind wegen der teuren Herstellung nicht handelsüblich. Sie eignen sich aber für die Backversuche sehr gut, weil der Einfluss von Milcheiweissen ohne den Einfluss der Laktose geprüft werden kann.

Die Löslichkeit der verwendeten Milchproteinpulver lag zwischen 0 und 100% (Tab. 3). Erwartungsgemäss waren Säurekasein und die denaturierten Molkenproteine am wenigsten löslich, währenddem die übrigen Pulver eine gute bis sehr gute Löslichkeit aufwiesen. Das Ca-Kaseinat bildete eine milchige Dispersion, die beim Zentrifugieren nicht sedimentierte, so dass die «Löslichkeit» 100% betrug.

Da für die Bestimmung der Löslichkeit mehrere Messmethoden existieren, die zwangsläufig zu unterschiedlichen Ergebnissen führen, können die Resultate nur mit Vorbehalt mit Angaben in der Literatur verglichen werden. Im allgemeinen bestand für die untersuchten Proteinprodukte dennoch eine gute Übereinstimmung mit den Literaturangaben. Der grösste Unterschied wurde bei Magermilchpulver festgestellt.

Tabelle 3: Löslichkeit und pH der Milchproteinpulver
Konzentration: 1 g Pulver in 100 ml Wasser

Pulver	pH-Wert	Löslichkeit - %	
		gemessen	Literaturangaben
Säurekasein	4.6	0	6
Ca-Kaseinat	7.2	100 ^{*)}	90-98 ^{*)}
Na-Kaseinat	7.3	100	100
Magermilchpulver "low heat"	7.3	94	>99.9
Magermilchpulver "high heat"	7.3	82	
AME-Calcium	7.0	70	
Native Molkenproteine	7.5	89	77-98
Denaturierte Molkenproteine	7.4	33	0-91

^{*)} kolloidale Lösung, fein dispergiert

Tabelle 2: Chemische Analyse der Milchproteinpulver

Pulver	Protein [*]	Fett	Laktose	Na	Ca	P
Säurekasein	96.82	1.13	0.1	0.01	0.05	0.74
Ca-Kaseinat	95.35	1.04	0.2	0.01	1.54	0.75
Na-Kaseinat	94.00	1.07	0.2	1.80	0.07	0.73
Magermilchpulver "low heat"	36.85	0.89	56.1	0.54	1.38	0.95
Magermilchpulver "high heat"	37.96	0.60	54.8	0.60	1.37	0.99
AME-Calcium	93.55	1.06	0.4	0.35	0.96	0.99
Native Molkenproteine	86.29	6.64	0.8	0.01	1.32	0.34
Denat. Molkenproteine	85.51	5.38	0.8	0.01	1.34	0.34

* Protein = N x 6.38

Die pH-Werte einer 1%igen Lösung betragen bei Säurekasein 4,6, bei den übrigen Pulvern 7,0 bis 7,5.

Herstellung und Verarbeitung der Teige
Die Biskuitteige enthielten relativ wenig Wasser, rund 100 g Wasser auf 900 g

übrige Bestandteile. Die Art und Reihenfolge bei der Teigherstellung waren so optimiert worden, dass der Teig gleichmässig beschaffen war. Die Wassermenge musste den jeweiligen Mischungen angepasst werden. In der Regel benötigten die Mischungen mit Proteinzusatz mehr Wasser zur Teigherstellung.

Es wurde versucht, das Mehl bis zu 50 % mit Säurekasein, Ca-Kaseinat und AME-Calcium zu ersetzen. Dabei traten verfahrenstechnische Probleme auf. Der Teig erschien zunehmend sandig und bröckelig, so dass das Ausrollen und das Ausstechen schwieriger wurden.

Na-Kaseinat konnte bis 30 % der Mehlmenge ersetzen. Steigende Zusätze bewirkten zunehmend klebrige Teige, die wiederum das Ausrollen und das Ausstechen erschwerten.

Die Magermilchpulver «low heat» und «high heat» konnten 20 % der Mehlmenge ersetzen, native und denaturierte Molkenproteine bis 40%. Die Teige waren höchstens leicht klebrig und konnten problemlos ausgerollt und ausgestochen werden.

Schwierige verfahrenstechnische Probleme scheinen somit erst bei grossen Proteinzusätzen aufzutreten. Bei industrieller, kontinuierlicher Fabrikation mit erhöhten Anforderungen an die Teigbeschaffenheit können jedoch schon weniger hohe Zusätze gewisse Anpassungen der Herstellungsweise erfordern.

Aussehen der Biskuits

Steigende Zusätze von Säurekasein bewirkten zunehmend bröckelige, rissige Biskuits. Die Struktur der Biskuits erschien körnig.

Mit Ca-Kaseinat konnte die Hälfte des Mehles ersetzt werden. Der Teig war jedoch beim Ausrollen rissig und etwas bröckelig. Das Verhalten der unlöslichen Proteine Säurekasein und Ca-Kaseinat war ähnlich.

Zusätze von Na-Kaseinat bewirkten generell klebrige Teige und harte Biskuits. Die Löcher und Poren der Biskuits klebten beim Backen zu, so dass die Biskuits etwas aufgebläht wurden. Wurde 30 % Mehl durch Na-Kaseinat ersetzt, waren die Biskuits stark gebläht (Abb. 1, Variante D).

Die Biskuits mit Magermilchpulver und Molkenproteinen unterschieden sich äusserlich nicht vom Standardbiskuit.

Sensorische Beurteilung der Biskuits

Die Noten der Degustatoren sind in der Tabelle 4 zusammengestellt. In der Regel wurde an jedem Degustationstag ein selbst hergestelltes Petit-beurre ohne Milcheiweisszusatz als Standard vorgelegt.

Die Standardbiskuits erhielten durch-

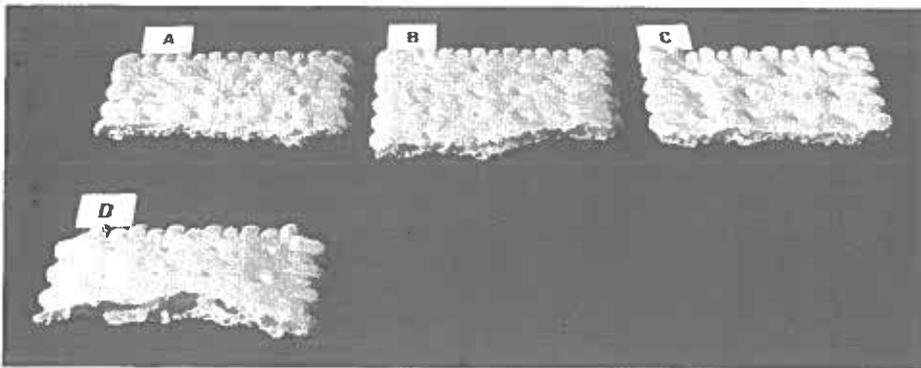


Abb. 1: Petit-beurre-Biskuits mit Na-Kaseinat (ersetzte Mehlmenge: A = 10 %, B = 20 %, C = Standard, D = 30 %)

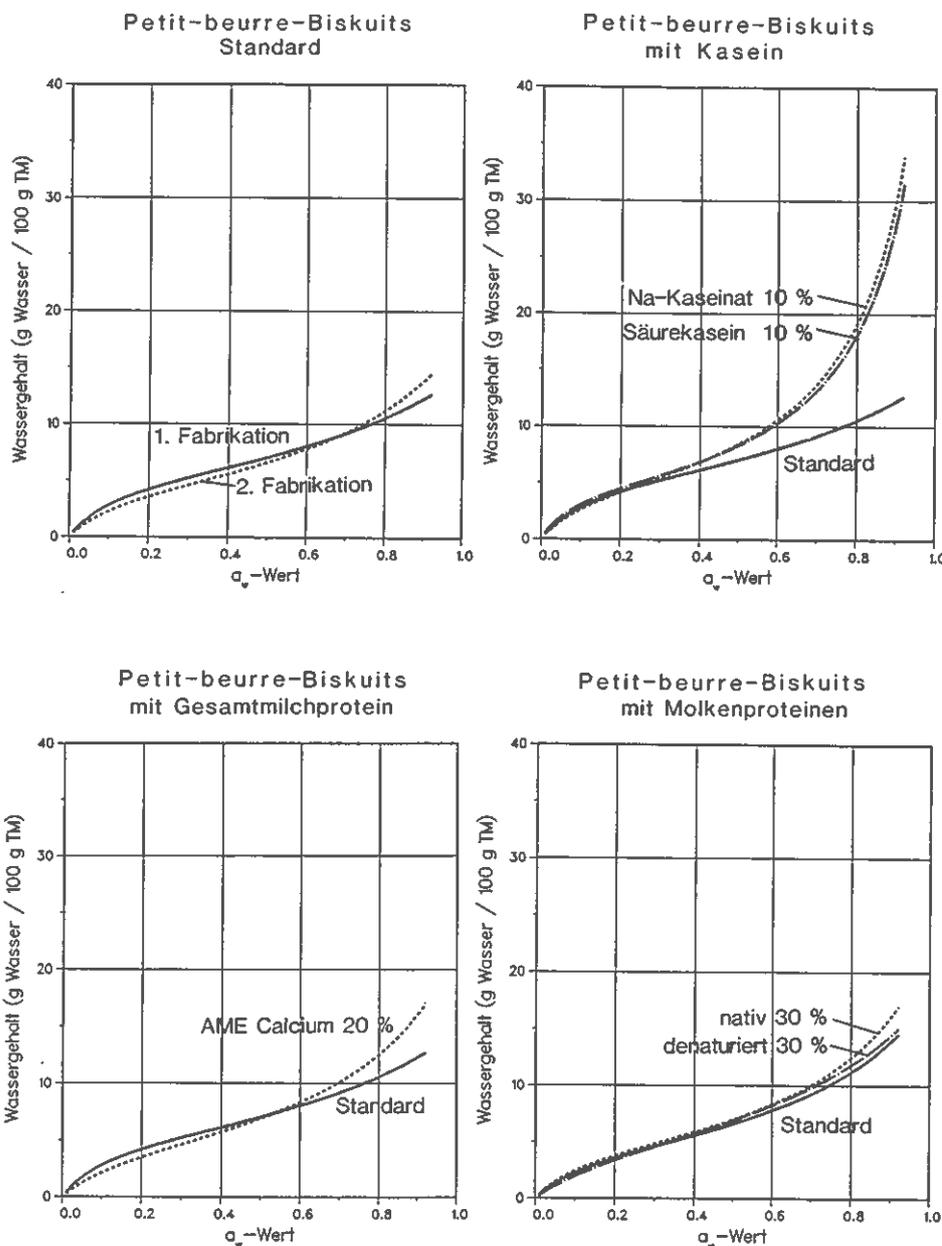


Abb. 2: Wasserdampf-Sorptionsisothermen (25 °C) von Biskuits (Die Prozentwerte bei den Biskuits mit Proteinzusätzen geben die ersetzte Mehlmenge an)

Tabelle 4: Geschmackliche Beurteilung von Petit-beurre-Biskuits mit Milcheiweisszusatz (Die Biskuits innerhalb des gleichen Blockes wurden am gleichen Tag hergestellt und an der gleichen Sitzung degustiert)

Ersetzte Mehlmengen	Anzahl Degustatoren	Noten				Mittelwert	Härte	
		1	2	3	4		W	H
Standard	12	2	5	4	1	2.3		*
Ca-Kaseinat 10 %	12	3	3	5	1	2.3		*
Ca-Kaseinat 20 %	12	3	1	6	2	2.6		*
Ca-Kaseinat 30 %	12	-	2	9	1	2.9		*
Ca-Kaseinat 40 %	12	-	1	5	6	3.4		*
Ca-Kaseinat 50 %	12	-	-	4	8	3.7		*
Standard	14	3	6	2	3	2.4		*
Säurekasein 10 %	14	3	4	4	3	2.5		*
Säurekasein 20 %	14	-	5	8	1	2.7		*
Säurekasein 40 %	12	-	1	9	2	3.1		*
Säurekasein 50 %	14	-	1	6	7	3.4		*
Standard	14	3	6	2	3	2.4		*
Na-Kaseinat 10 %	14	2	11	1	-	1.9		*
Na-Kaseinat 20 %	14	-	3	9	2	2.9		*
Na-Kaseinat 30 %	14	-	1	7	6	3.4		*
Standard	19	5	10	4	-	1.9	2	
native Molkenproteine 10 %	19	1	11	7	-	2.3	1	
native Molkenproteine 20 %	19	1	6	10	2	2.7	-	
native Molkenproteine 30 %	19	-	5	8	6	3.1	2	
native Molkenproteine 40 %	19	-	-	13	6	3.3	3	
Standard	20	2	14	3	1	2.2	5	
denat. Molkenproteine 10 %	20	1	5	11	3	2.8	2	
denat. Molkenproteine 20 %	20	-	7	8	5	2.9	1	
denat. Molkenproteine 30 %	20	-	3	8	9	3.3	2	
denat. Molkenproteine 40 %	20	1	2	9	8	3.2	1	
AME-Calcium 10 %	20	5	10	5	-	2.0	1	
AME-Calcium 20 %	20	1	9	9	1	2.5	-	
AME-Calcium 30 %	20	1	10	9	-	2.4	-	
Fruktose+AME-Calcium 20 %	20	1	11	5	3	2.5	1	2
Standard mit Laktose	20	1	12	6	1	2.4	-	
"low heat" MM-Pulver 10 %	20	3	9	8	-	2.3	1	
"low heat" MM-Pulver 20 %	20	2	12	6	-	2.2	1	
"high heat" MM-Pulver 10 %	20	4	10	5	1	2.2	2	
"high heat" MM-Pulver 20 %	20	-	8	10	2	2.7	3	
Vollkornmehl, AME-Calcium 13 %	18	4	15	14	3	2.4	1	
Vollkornmehl, AME Natrium 14 %	18	1	19	12	4	2.5	1	
LH**10 % + AME-Calcium 10 %	17	1	6	8	2	2.7	-	
LH 10 % + AME-Calcium 20 %	17	-	5	10	2	2.8	7	
LH 10 % + Butter+AME-Ca 20 %	17	2	8	6	1	2.4	6	
LH 20 % + AME-Calcium 10 %	17	1	9	6	1	2.4	1	
Petit beurre A (aus Handel)	17	4	13	-	-	1.8	2	-
Petit beurre B (aus Handel)	17	8	6	3	-	1.7	1	-

* Bei den ersten 3 Degustationen wurde noch nicht nach der Härte gefragt

** LH = "low heat"-Magermilchpulver

Notenskala: 1 = sehr gut
2 = gut
3 = etwas unangenehm
4 = ungeniessbar

W = zu weich
H = zu hart

schnittliche Noten von 1,9 bis 2,4 («gut»), erschienen aber einigen Degustatoren als zu süß. Die handelsüblichen Petit-beurre A und B wurden wie erwartet als besser klassiert. Im allgemeinen wurden die Noten bei steigendem Milcheiweissgehalt schlechter. Fast unabhängig von der Art des Milcheiweisses konnten nur rund 10 bis 20 % Mehl durch Milcheiweiss ersetzt werden, ohne dass starke geschmack-

liche Mängel auftraten. Besonders fielen auf:

- 30 % Mehl konnte durch das Gesamtmilcheiweiss AME-Calcium ersetzt werden.
- Eine Rezeptur mit Butter wurde als deutlich besser bewertet als die gleiche Rezeptur mit gehärtetem Pflanzenfett.

- Obwohl Na-Kaseinat-Pulver als «klebrig, leimig, seifig, salzig» beurteilt worden war, wiesen Biskuits mit 10 % Na-Kaseinat von allen Versuchs-biskuits die beste Note auf. Diese Biskuits waren etwas härter als die Standardbiskuits und erschienen darum wahrscheinlich weniger süß.

Die besten Noten erhielten die folgenden Versuchs-biskuits:

Anstelle von Mehl zugesetztes Milcheiweiss	Noten-durchschnitt
10 % Na-Kaseinat	1,9
10 % AME-Calcium (Gesamtmilcheiweiss)	2,0
10 % «high heat»-Magermilchpulver	2,2
20 % «low heat»-Magermilchpulver	2,2
10 % «low heat»-Magermilchpulver	2,3
10 % native Molkenproteine	2,3
10 % Ca-Kaseinat	2,3
30 % AME-Calcium	2,4

Bruchkraftmessungen an den Biskuits

Bruchkraftmessungen von Biskuits mit unterschiedlichen Milchproteingehalten bestätigten die visuellen und sensorischen Befunde. Die Resultate lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Zusatz von Säurekasein: Zunehmende Zusätze des «unlöslichen» Säurekaseins bewirkten zunehmend bröckelige Biskuits.

Zusatz von Ca-Kaseinat: Bei 10 oder 20 % Ca-Kaseinat als Mehlersatz wurden die Biskuits bereits brüchiger. Substitution von 30 bis 50 % Mehl erhöhte hingegen die Bruchkraft etwas.

Zusatz von Na-Kaseinat: Wurden 10 oder 20 % Mehl durch Na-Kaseinat ersetzt, so resultierten etwas härtere Biskuits. Die Substitution von 30 % Mehl ergab ein etwas aufgeblähtes, sprödes Biskuit, das schon bei geringer Deformation und Bruchkraft brach.

Zusatz von Magermilchpulver: Das «high heat»-Magermilchpulver führte bis zu einem Mehlersatz von 20 % zu etwas härteren Biskuits. Die Substitution von 30 % Mehl ergab harte Biskuits.

Zusatz von Gesamtmilchprotein: Zunehmende Zusätze von AME-Calcium bewirkten, wie solche von Säurekasein, etwas brüchigere Biskuits. Die Biskuits mit 30prozentiger Mehlsubstitution wurden von den Degustatoren als in der Härte richtig beurteilt.

Zusatz von Molkenproteinen: Zusätze von nativen Molkenproteinen bis 30 % erniedrigten die Bruchkraft geringfügig,

währenddem ein 40prozentiger Mehler-satz etwas härtere Biskuits ergab, welche von drei Degustatoren als «zu hart» bezeichnet wurden.

Die denaturierten Molkenproteine bewirkten wie Säurekasein etwas brüchigere Biskuits.

Wasseraufnahme der Biskuits

Struktur, sensorische Eigenschaften und Haltbarkeit von Trockenbiskuits hängen stark vom Wassergehalt ab. Es wurde deshalb geprüft, wie sich Milchprotein-zusätze auf die Wasseraufnahme von Biskuits auswirken.

Aus den Resultaten ging hervor, dass Petit-beurre-Biskuits mit hohen Milchprotein-zusätzen nicht mehr Wasser aufnehmen als diejenigen ohne solche Zusätze. Im a_w -Bereich 0 bis 0,4 waren die Isothermen aller Biskuits mit Milcheiweiss ähnlich. Die unterschiedlichen Eigenschaften der Milcheiweisse machten sich erst bei höheren a_w -Werten bemerkbar (Abb. 2).

Die Sorptionsisothermen lassen keine Aussagen über die Geschwindigkeit der Wasseraufnahme zu. Der Verlauf der Wasseraufnahme wurde daher in einem zusätzlichen Versuch bestimmt. Die Versuchsvarianten unterschieden sich ebenfalls nur wenig voneinander. Es ist somit nicht zu erwarten, dass proteinhaltige Biskuits nach dem Öffnen der Verpackung schneller Wasser aufnehmen als Biskuits ohne Protein-zusätze.

Backversuche im industriellen Massstab

Die Versuche in einer Biskuitfabrik (Firma Kambly, Trubschachen) hatten zum Ziel, ein Biskuit mit möglichst hohem Proteingehalt herzustellen. In den drei Biskuitvarianten A, B und C wurde jeweils 30% des Mehls durch Milchprotein ersetzt. Die Formung erfolgte wie üblich mit einer Prägewalze und das Backen in einem Gitterbandofen. Die drei Versuchsrezepturen sind der Tabelle 5 zu entnehmen.

Die Biskuits wurden nach ihrer Farbe sortiert und den Degustatoren als «helle» oder «dunkle» Biskuits vorgelegt. Die «hellen» Biskuits wurden den «dunklen» generell vorgezogen. Die «helle» Variante C wurde von den Degustatoren als gut bezeichnet (Tabelle 6). Die Variante B war «gut» bis «etwas unangenehm», währenddem die Variante A sensorisch generell nicht genügte («etwas unangenehm»).

Aminosäurezusammensetzung der Petit-beurre-Biskuits mit Milchproteinen

Die Resultate der Aminosäurebestimmungen, die in Tabelle 7 zusammengestellt sind, lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Proteine der Biskuits bestanden vorwiegend aus Glutaminsäure, Prolin und Leucin.
- Die Aminosäuren wurden im allgemeinen durch das Backen nicht oder nur wenig geschädigt.
- Das Lysin wurde durch das Backen geschädigt, vor allem bei den Varianten B und C, die rund 3% Laktose enthielten.

Die Abbildung 3 zeigt den Gehalt an essentiellen Aminosäuren im Vergleich zum FAO/WHO-Referenzprotein. Die Variante A erfüllte oder übertraf alle Anforderungen. Die Biskuits B und C wiesen etwas zu wenig Lysin auf, enthielten aber die übrigen essentiellen Aminosäuren in ausreichender Menge.

Die Bestimmung der Aminosäuren (Tabelle 7) und des Furosins zeigten bei der

Tabelle 5: Rezepturen der 3 Biskuit-Varianten A, B, C

Zutaten	A	B	C
	kg		
<u>Milchproteine</u>			
AME-Calcium	15.00	10.00	10.00
Magermilchpulver "low heat"	-----	5.00	-----
Moprotin-40	-----	-----	5.00
<u>Uebrigere Zutaten</u>			
Vollkornmehl, fein	35.00	35.00	35.00
Staubzucker	25.00	25.00	25.00
Wasser	16.00	15.00	13.00
Butter	11.00	11.00	11.00
Haselnüsse, gerieben, geröstet	5.00	5.00	5.00
Haselnusspaste	2.50	2.50	2.50
Backpulver	1.00	1.00	1.00
Vanille	0.20	0.20	0.20
Kochsalz	0.25	0.25	0.25
Teiggewicht total	110.95	109.95	107.95

Tabelle 6: Geschmackliche Beurteilung der industriell hergestellten Biskuits mit Milchprotein-zusatz durch Degustatoren der Forschungsanstalt für Milchwirtschaft (FAM) und der Herstellerfirma

Variante	Anzahl Degustatoren	Note				Mittelwert	Härte W H
		1	2	3	4		
<u>Herstellerfirma</u>							
A	11	-	4	6	1	2.7	- 7
B	11	-	6	5	-	2.5	- 6
C	11	-	7	4	-	2.4	- 4
<u>helle Biskuits FAM</u>							
A	18	-	6	8	4	2.9	- 5
B	18	1	10	7	-	2.3	- 3
C	18	2	13	3	-	2.1	- 1
<u>dunkle Biskuits FAM</u>							
A	18	-	2	11	5	3.2	1 7
B	18	-	9	9	-	2.5	- 5
C	18	3	6	9	-	2.3	- 1

Notenskala:

1 = sehr gut 2 = gut 3 = etwas unangenehm 4 = ungeniessbar
W = zu weich H = zu hart

Helle und dunkle Biskuits: aus der gleichen Fabrikation, nach Farbe sortiert.

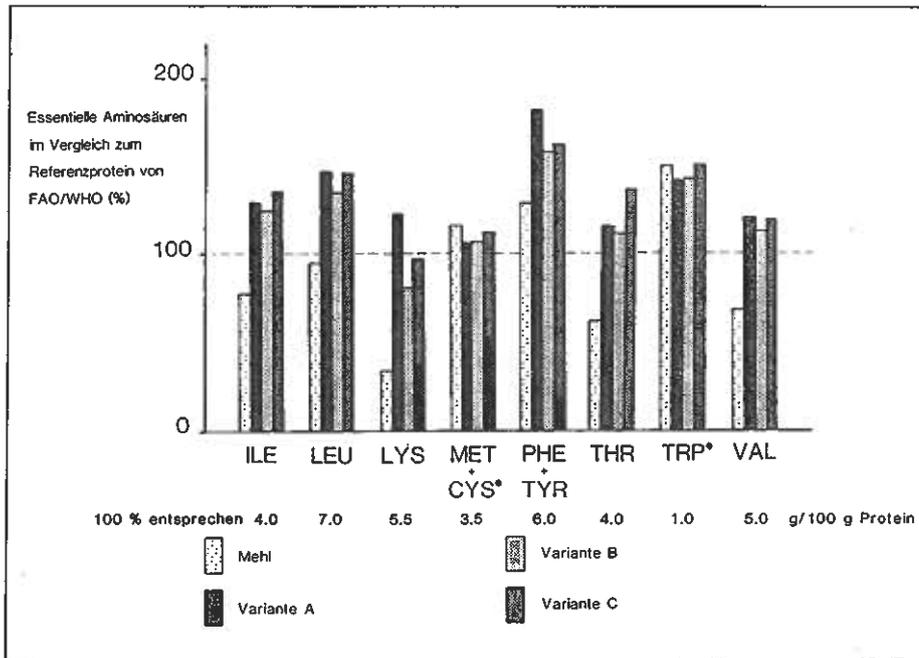


Abb. 3: Essentielle Aminosäuren in den Versuchsbiskuits A, B, C und Mehl im Vergleich zum Referenzprotein von FAO/WHO
*berechnete Werte

Tabelle 7: Die essentiellen Aminosäuren in den industriell hergestellten Teigen und Biskuits

Aminosäure	Variante A		Variante B		Variante C	
	Teig	Biskuit	Teig	Biskuit	Teig	Biskuit
g / 100 g Trockenmasse						
Threonin	1.0	1.0	0.9	0.8	0.9	1.0
Valin	1.3	1.2	1.1	1.0	1.1	1.1
Isoleucin	1.1	1.1	1.0	0.9	1.0	1.0
Leucin	2.1	2.1	1.9	1.7	1.9	1.9
Tyrosin	1.0	1.1	0.9	0.8	0.9	0.9
Phenylalanin	1.1	1.1	1.0	0.9	1.0	0.9
Lysin	1.6	1.4	1.3	0.8	1.4	1.0

Tabelle 8: Zusammensetzung einer Biskuitration zur Deckung des Tagesbedarfes von männlichen 15- bis 18jährigen Jugendlichen
(Energiewert der Biskuits: 12320 kJoule)

Komponente	Menge	Trocken- masse	Kohlen- hydrate	Protein	Fett	Essentielle Fettsäuren	Ballast- stoffe
g							
Vollkornmehl	305	263.0	187.7	37.5	7.3	3.6	30.5
Saccharose	208	208.0	208.0	--	--	--	--
Butter	127	107.5	0.8	0.6	106.0	3.8	--
AME-Calcium	25	23.7	0.1	22.2	0.3	--	--
Backpulver	9	3.6	3.6	--	--	--	--
KCl	2.9	2.9	--	--	--	--	--
CaCl ₂	1.3	1.3	--	--	--	--	--
Kochsalz	1	1.0	--	--	--	--	--
TOTAL	679.2	611.0	400.2	60.3	113.6	7.4	30.5
Empfehlungen für die tägliche Zufuhr (47)			350	60	113	10	>30

hitzebedingten Lysinschädigung die gleiche Reihenfolge:

Biskuit A	<< Biskuit C	< Biskuit B
30 % Gesamt- milchprotein	20 % Gesamt- milchprotein 10 % Moprotin [®] -40	20 % Gesamt- milchprotein 10 % Magermilch- pulver «low heat»
Laktose- gehalt: 0,1 %	Laktose- gehalt: 2,6 %	Laktose- gehalt: 3,1 %

Dieselbe Reihenfolge zeigen die Laktosegehalte der Biskuits. Daraus lässt sich ableiten, dass die Anwesenheit grösserer Mengen von Laktose beim Backen eine Lysinschädigung bewirkt. Für Biskuits mit ausgewogener Aminosäurezusammensetzung sollten demnach Milchproteine mit möglichst geringem Laktosegehalt verwendet werden.

Ernährungsphysiologisch ausgewogenes Biskuit

Aufgrund der Literaturangaben von Souci et al. (7) wurde eine Rezeptur für ein «optimal zusammengesetztes Biskuit» berechnet. Dabei wurden die Empfehlungen des zweiten Schweizerischen Ernährungsberichtes (1) und die der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (2) berücksichtigt. Die Biskuits wurden auf die Deckung des Tagesbedarfes eines männlichen Jugendlichen im Alter von 15 bis 18 Jahren abgestimmt.

Die Tabellen 8 und 9 vergleichen die empfohlene Nährstoffzusammensetzung der Biskuits mit der berechneten. Die Rezeptur der Biskuits basiert auf Vollkornmehl und dem Gesamtmilchprotein AME-Calcium.

Die berechnete Zusammensetzung der Biskuits entsprach weitgehend den Empfehlungen der Ernährungsfachleute. Der Gehalt an essentiellen Fettsäuren lag etwas unter dem empfohlenen Wert, deckte aber den Minimalbedarf von umgerechnet 7 g/Tag. Einige Mineralstoffe mussten zugegeben werden, um die empfohlenen Gehalte zu erreichen.

Der berechnete Natriumgehalt war zwar etwas höher als empfohlen, aber deutlich unterhalb der Grenze von 4 g täglich. Der Phosphorgehalt war ebenfalls höher als empfohlen. Da aber der Phosphor aus Getreide nur schlecht resorbiert wird, ist die Phosphormenge wahrscheinlich angemessen.

Der Vitamingehalt der Biskuits muss durch entsprechende Zusätze eingestellt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Vitamine durch das Backen teilweise zerstört werden. Diese Vitaminverluste könnten umgangen werden, indem die Biskuits nach dem Backen mit einem vitaminreichen Überzug beschichtet würden.

Tabelle 9: Zusammensetzung einer Biskuitration zur Deckung des Tagesbedarfes von männlichen 15- bis 18jährigen Jugendlichen

Komponente	Menge g	Mineralstoffe - mg							
		Na	K	Ca	Mg	P	Cl	Fe	Zn
Vollkornmehl	305	2	1531	133	528	1238	168	10	13
Saccharose	208	1	5	1	--	1	3	1	--
Butter	127	6	20	17	4	27	--	--	--
AME-Calcium	25	100	--	270	--	270	--	--	--
Backpulver	9	1719	--	--	--	612	--	--	--
KCl	2.9	--	1520	--	--	--	1379	--	--
CaCl ₂	1.3	--	--	464	--	--	835	--	--
Kochsalz	1	397	--	--	--	--	603	--	--
TOTAL g	679.2	2.2	3.1	0.9	0.5	2.1	3.0	0.011	0.013
Empfehlung für die tägliche Zufuhr, g		0.5 - 2	3-4	0.9	0.4	0.9	3	0.012	0.015

4. Schlussfolgerungen

Aus den Untersuchungen lassen sich für die Auswahl und Verwendung von Milchproteinen zur Herstellung von Trockenbiskuits folgende Kriterien ableiten:

- sensorisch einwandfreie Milchproteine

Geschmackliche Mängel der Milchproteine wirken sich auch auf den Geschmack der Biskuits aus. Die Lagerfähigkeit von Milchproteinpulvern ist unterschiedlich. Beim Lagern können geschmackliche Fehler auftreten. Der Proteinzusatz wird in der Regel durch geschmackliche und nicht durch verfahrenstechnische Probleme begrenzt.

- Löslichkeit und Wasseraufnahme

Bei der Teigherstellung muss die optimale Wassermenge für eine günstige Teigkonsistenz in einem Vorversuch bestimmt werden. Hohe Zusätze von löslichen Milchproteinen, vor allem Na-Kaseinat, führen zu klebrigen Teigen, währenddem unlösliche Proteine bröckelige Teige verursachen können. Unlösliche Milchproteine tragen wenig zur Biskuitstruktur bei und bewirken bröckelige Biskuits. Je nach Korngröße des Proteins können die Biskuits im Mund mehlig oder sandig wirken. Lösliche Milchproteine, vor allem Na-Kaseinat, wirken strukturbildend und können zu sehr harten Biskuits führen.

- Laktosegehalt des Milchproteinpulvers

Pulver mit hohem Laktosegehalt bewirken eine starke Bräunung. Für das Aussehen und für den typischen Geschmack von Biskuits ist zwar eine gewisse Bräunung notwendig; eine zu intensive Bräunung führt hingegen zu hohen Lysinverlusten und geschmacklichen Nachteilen.

- Calcium- und Natriumgehalt des Milchproteinpulvers

Nach den Empfehlungen der Ernährungsfachleute sind Pulver mit tiefen Natriumgehalten vorzuziehen. Calcium ist hingegen erwünscht.

Die vorliegenden Resultate lassen sich grundsätzlich auf andere Trockenbiskuits übertragen. Die Bedeutung der einzelnen Kriterien kann aber je nach Produkt etwas unterschiedlich sein.

Dank

Die Autoren danken Herrn H. Schluop, Bäckermeister in Bern, und der Firma Kambly AG, Trubschachen, für die fachliche Beratung und die Unterstützung bei den Backversuchen in ihren Betrieben. Herrn P. M. Rudin, Bäckereifachschule Richemont, Luzern, danken wir für die fachliche Unterstützung und die Mehlintersuchungen. Dem Bundesamt für Bildung und Wissenschaft, besonders Herrn Dr. N. Roulet, sei für die finanzielle Unterstützung im Rahmen der Projekte COST 90 und COST 90⁹⁶ bestens gedankt.

5. Literatur

- 1 AEBI, H., BLUMENTHAL, A., BOHREN, M., BRUBACHER, G., FREY, U., MÜLLER, H.-R., RITZEL, G. und STRANSKY, M.: Zweiter schweizerischer Ernährungsbericht, Verlag H. Huber, Bern (1985)
- 2 DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG: Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr, 4. erweiterte Überarbeitung Umschau-Verlag, Frankfurt am Main, BRD (1985)
- 3 EIGEL, W. N., BUTLER, J. E., ERNSTROM, C. A., FARRELL, H. M. JR., HARWALKAR, V. R., JENNESS, R. and WHITNEY, R. McL.: J. Dairy Sci. **67**, 1599-1631 (1984)

- 4 GALESLOOT, T. E. und TINBERGEN, B. J. (eds.): Milk proteins '84 Proceedings of the international congress on milk proteins in Luxemburg, 7.-11. May 1984, Pudoc, Wageningen, Niederlande (1985)
- 5 NIEDERAUER, TH.: Alimenta **18**, 183-188 (1979)
- 6 SCHÄR W.: Der Einfluss von Milcheiweissen auf Qualitätsmerkmale von Trockenbiskuits (Petit-beurre) Diss. ETH Nr. 8184, Zürich (1987)
- 7 SOUCI, S. W., FACHMANN, W. und KRAUT, H.: Die Zusammensetzung der Lebensmittel. Nährwerttabellen 1981/82 Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft GmbH, Stuttgart (1981)

Résumé

W. SCHÄR, E. FLÜCKIGER, M. RÜEGG et Z. PUHAN:

Influence de l'adjonction de protéines lactiques sur la qualité de biscuits secs du type petit-beurre

Schweiz. Milchw. Forschung, **16** (4), 91-98 (1987)

Le présent travail étudie l'influence de l'adjonction de protéines lactiques lors de la fabrication de biscuits secs du type petit-beurre. Les principaux critères d'appréciation de la qualité du produit fini étaient: la dureté, le goût, la capacité d'absorption de l'eau et la valeur nutritive. Les essais ont été effectués avec les protéines suivantes: caséine acide, caséinates de calcium et de sodium, lait écrémé en poudre, protéines lactosériques natives et dénaturées, ainsi qu'une préparation de «protéines totales» du lait. Chacune de ces poudres de protéines lactiques a pu être utilisée pour remplacer 10 à 20 % de la quantité normale de farine sans causer de défauts statistiquement significatifs. Les «protéines totales» du lait ont même pu être utilisées à raison de 30 % de substitution de la farine, tout en donnant des biscuits sensoriellement acceptables.

Les adjonctions de caséines ont provoqué les modifications structurales les plus importantes. La caséine acide, qui est insoluble, a donné des biscuits friables et cassants, alors que le caséinate de sodium les a durcis.

Les protéines du lait ont peu influencé la capacité d'absorption de l'eau des biscuits obtenus. Elles ont permis en revanche de corriger dans une certaine mesure la composition relativement peu équilibrée des protéines du blé en acides aminés, en lysine notamment, un acide aminé essentiel.

