

## Veränderungen des Tryptophangehaltes während des technologischen Herstellungsprozesses einiger Weizenmehlerzeugnisse

M. Horvatić und M. Grüner

Institut für Lebensmittelchemie der Pharmazeutisch-biochemischen Fakultät, Universität Zagreb, und Institut für Lebensmittelchemie der Lebensmittelbiotechnologischen Fakultät, Universität Zagreb, Jugoslawien

**Zusammenfassung:** Es wurde der Einfluß des technologischen Herstellungsprozesses auf die Gehaltsveränderung von Tryptophan in Brot- und Kekseiweißen untersucht. Es wurde eine signifikante ( $p = 0,05$ ) Tryptophanabnahme bei dem Backen der verschiedenen Keksarten festgestellt. Diese Abnahme korreliert linear mit dem Lipidgehalt und dem Gehalt an ungesättigten Fettsäuren der entsprechenden Keksteige ( $r = 0,802$  bzw.  $r = 0,777$  bei  $p = 0,01$ ), unabhängig von bedeutenden Schwankungen der physikalischen Parameter im Produktionsprozeß der verschiedenen Keksarten. Bei Brot blieb der Tryptophangehalt während des Backens praktisch unverändert.

**Summary:** The change of tryptophan contents in proteins of bread and cookies under technological processing conditions were investigated. Tryptophan contents in all cookie samples were noted to be significantly ( $p = 0.05$ ) reduced in relation to corresponding dough. The relative decreases are significantly correlated with fat content and the degree of unsaturation of fats in the dough of cookies ( $r = 0.802$  and  $r = 0.777$ ,  $p = 0.01$ ), independently of various physical parameters during different cookie samples' processing. Tryptophan decrease in proteins of bread during baking was not significant.

**Schlüsselwörter:** Tryptophanschädigung; Tryptophangehalt im Brot: Tryptophangehalt im Keks

**Key words:** tryptophan degradation; tryptophan content in bread; tryptophan content in cookie

### Einleitung

Während der thermischen Verarbeitung von Lebensmitteln können die Proteine in bestimmten Fällen so geschädigt werden, daß ihr Nährwert abnimmt. Als Ursache wird vor allem der Abbau und die Verminderung der Verfügbarkeit der essentiellen Aminosäuren diskutiert (19). Die chemische Transformation von Tryptophan durch die Prozesse der Zubereitung der Nahrungsmittel ist aus nutritiven und toxikologischen Gründen bedeutsam (10, 20). Sie wird durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflußt.

Die Untersuchungen über die Umsetzung von Tryptophan mit reduzierenden Zuckern zeigen, daß freies Tryptophan mit Aldosen unter Ringschluß und Bildung von Derivaten des  $\beta$ -Carbolins reagieren kann (2). Ergebnisse über die Reaktivität des Indolrings zeigen, daß reduzierende Zucker unter den Bedingungen der nichtenzymatischen Bräunung keinen oder nur einen geringfügigen Einfluß auf die Stabilität des Indolrings des freien sowie im Eiweißverband gebundenen Tryptophans haben (4, 7, 10). Einige Beobachtungen entsprechen den obenerwähnten Literaturangaben nicht (21). Der Indolkern kann aber mit den bei der thermischen Zersetzung von Proteinen entstandenen Derivaten reagieren (7, 8).

Verschiedene Oxydationsmittel, vor allem Fettperoxyde, oxydieren das Tryptophan des Proteinmoleküls ebenso leicht wie das freie Tryptophan (3, 4, 16, 18, 20). Die Empfindlichkeit des Indolrings bzw. der oxydative Zerstörungsgrad von Tryptophan hängen von mehreren Faktoren ab und können teilweise durch die Anwesenheit einiger Katalysatoren verändert werden (15, 16).

In der vorliegenden Arbeit wird der Einfluß der technologisch relevanten Prozeßparameter auf den Tryptophangehalt einiger Weizenmehlzeugnisse untersucht.

## Material und Methoden

Als Untersuchungsmaterial wurden drei Probenserien gewählt.

1. Serie – Brot der gleichen Zusammensetzung und technologischen Verarbeitung (Probe 1–9). Die zu prüfenden Broteige – nach den üblichen Standardverfahren unter Zugabe der optimalen Wassermenge (bestimmt mit Farinograph) hergestellt – bestanden aus Mehl von neuen sortenreinen Weizenarten 70 %iger Ausmahlung. Der Hefe- und Salzzusatz betragen 2 %. Nach der Teigruhe wurden die Brote 25 min bei einer Ofentemperatur von 250 °C gebacken.

2. Serie – Brot unterschiedlicher Zusammensetzung, aber der gleichen technologischen Verarbeitung (Probe 10–18). Zur Erhöhung des Proteingehaltes und zur Verbesserung der biologischen Eiweißwertigkeit des Brotes wurde eine kombinierte Teilsubstitution des Weizenmehls Type 500 mit anderen Getreidemehlen und mit entfettetem Sojamehl durchgeführt. Die Angaben über den Anteil der einzelnen Komponenten im Teig bzw. Brot sind in der Tabelle 1 dargestellt. Die Teige wurden wie die der Serie 1 hergestellt. Nach der Teigruhe wurde der geformte Teig 30 min bei einer Ofentemperatur von 270 °C gebacken.

Die Brotproben der beiden Serien wurden unter Laborbedingungen hergestellt.

3. Serie – Teegebäck (Probe 1–5) und Hartkeks (Probe 6–10) unterschiedlicher Zusammensetzung und technologischer Verarbeitung. Die Proben stammten direkt vom Hersteller – der Keks-Fabrik „Josip Kraš“ in Zagreb. Weiterhin wurde der Teig sofort nach dem Einteigen bzw. vor dem Backen untersucht. Grundstoff war Weizenmehl Type 500. Diese Erzeugnisse enthielten auch eine bestimmte Menge an reduzierenden und nichtreduzierenden Zuckern sowie Lipide. Die Backtemperaturen betragen, abhängig von der Art des Produktes, 298 °C bis 390 °C, die Backzeit 5,3 min bis 9,5 min, und die Gebäckhöhe schwankte von 6,2 mm bis 12,6 mm (Durchschnittswerte von 30 Messungen).

Der Gesamtstickstoffgehalt wurde nach Kjeldahl ermittelt (1) und der Tryptophangehalt mit einem fluorometrischen Verfahren (23). Der Fettgehalt wurde mittels Soxhlet-Verfahren (11) und die reduzierenden Zucker nach Bertrand (12) bestimmt. Die Analyse der Fettsäurenmuster erfolgte gaschromatographisch (24). Für jedes Ergebnis (Mittelwert von drei Bestimmungen) wurden die Vertrauensbereiche festgelegt (5).

Tab. 1. Rezepturen für teilsubstituierte Weizenbrote und Gesamtstickstoff- und Tryptophangehalt in Mehl.

	Mehl				
	Weizen	Soja	Roggen	Gluten	Hafer
Gesamt-N (g/100 g TS)*)	2,22 ± 0,04	8,68 ± 0,16	1,65 ± 0,03	12,23 ± 0,23	2,68 ± 0,05
Tryptophan (g/16 g N)*)	0,96 ± 0,02	1,38 ± 0,03	0,76 ± 0,02	0,39 ± 0,01	1,43 ± 0,03
Anteil (%)					
Brot 10	100	—	—	—	—
Brot 11	90	5	—	5	—
Brot 12	80	10	—	10	—
Brot 13	70	5	15	10	—
Brot 14	70	—	20	10	—
Brot 15	70	5	—	5	20
Brot 16	70	15	—	—	15
Brot 17	60	5	15	—	20
Brot 18	60	10	—	10	20

\*)  $\bar{x} \pm s_{\bar{x}} \cdot t$  $t_{0,05(n-1)} = 2,02$ 

## Ergebnisse und Diskussion

In den Tabellen 2 und 3 sind die Analysenergebnisse des Gesamtstickstoff- und Tryptophangehalts dargestellt.

Unter Berücksichtigung der Vertrauensbereiche bestanden signifikante ( $p = 0,05$ ) Unterschiede im Tryptophangehalt zwischen einzelnen Brotteigen beider Serien. Bei der ersten Serie des Teiges betrug der Tryptophangehalt 0,92 % bis 1,37 % im Protein, abhängig von der Menge dieser Aminosäure im Mehlprotein. In den Weizenmehlproben betrug der Gehalt an Gesamtstickstoff von 1,38 % bis 2,01 % und der an Tryptophan 0,90 % bis 1,36 %, bezogen auf 16 g Stickstoff. Der Tryptophangehalt (bezogen auf 16 g Stickstoff) und der Gesamtstickstoffgehalt der Mehlproben waren signifikant negativ korreliert ( $r = -0,842$ ,  $p = 0,01$ ). Da die verschiedenen Brotteige dieser Serie aus den entsprechenden Mehlen der verschiedener sortenreinen Weizenarten hergestellt wurden, bestätigt sich die Korrelation zwischen dem Tryptophangehalt (bezogen auf 16 g Stickstoff) und dem Gesamtstickstoffgehalt für Teig bzw. Brot als negativ und signifikant ( $r = -0,812$  bzw.  $r = -0,806$  bei  $p = 0,01$ ).

Bei den Brotteigen der zweiten Serie betrug der Tryptophangehalt 0,70 % bis 1,13 % im Protein, in Abhängigkeit von der Zusammensetzung des Ausgangsgemisches sowie des Tryptophangehaltes einzelner Mehlarten (Tab. 1). Es lag keine signifikante Korrelation ( $r = -0,372$ ) zwischen dem Tryptophangehalt (bezogen auf 16 g Stickstoff) und dem Gesamtstickstoffgehalt der für Teigverarbeitung verwendeten Mehlproben vor, was angesichts der unterschiedlichen Zusammensetzung nicht verwundert.

Während des Backprozesses wurde keine signifikante ( $p = 0,05$ ) Veränderung des Tryptophangehalts des Brotes der beiden Serien festgestellt.

Tab. 2. Gesamtstickstoff- und Tryptophangehalt in Teig und Brot.

Probe	Gesamt-N (g/100 g TS)*)		Tryptophan (g/16 g N)*)		
	Teig	Brot	Teig	Brot	Abnahme %
<b>Versuchsserie 1**)</b>					
1	2,09 ± 0,03	2,09 ± 0,03	1,16 ± 0,02	1,14 ± 0,02	1,7
2	2,02 ± 0,03	2,04 ± 0,03	0,96 ± 0,02	0,98 ± 0,02	—
3	2,01 ± 0,03	2,02 ± 0,03	0,92 ± 0,02	0,96 ± 0,02	—
4	1,90 ± 0,03	1,90 ± 0,03	1,07 ± 0,02	1,04 ± 0,02	2,8
5	1,83 ± 0,03	1,81 ± 0,03	1,09 ± 0,02	1,06 ± 0,02	2,8
6	1,81 ± 0,02	1,80 ± 0,02	1,11 ± 0,02	1,07 ± 0,02	3,6
7	1,75 ± 0,02	1,74 ± 0,02	1,14 ± 0,02	1,11 ± 0,02	2,6
8	1,56 ± 0,02	1,58 ± 0,02	1,25 ± 0,03	1,21 ± 0,03	3,2
9	1,46 ± 0,02	1,43 ± 0,02	1,37 ± 0,03	1,31 ± 0,03	4,4
<b>Versuchsserie 2**)</b>					
10	2,22 ± 0,04	2,25 ± 0,04	0,96 ± 0,02	0,97 ± 0,02	—
11	3,00 ± 0,06	3,05 ± 0,06	0,91 ± 0,02	0,92 ± 0,02	—
12	3,90 ± 0,07	3,88 ± 0,07	0,84 ± 0,02	0,86 ± 0,02	—
13	3,43 ± 0,06	3,49 ± 0,07	0,81 ± 0,02	0,78 ± 0,02	3,7
14	3,18 ± 0,06	3,19 ± 0,06	0,70 ± 0,01	0,71 ± 0,01	—
15	3,21 ± 0,06	3,15 ± 0,06	0,89 ± 0,02	0,90 ± 0,02	—
16	3,33 ± 0,06	3,31 ± 0,06	1,13 ± 0,02	1,14 ± 0,02	—
17	2,57 ± 0,05	2,56 ± 0,05	1,04 ± 0,02	1,06 ± 0,02	—
18	4,05 ± 0,08	4,02 ± 0,08	0,92 ± 0,02	0,89 ± 0,02	3,3

\*)  $\bar{x} \pm s_{\bar{x}} \cdot t$  $t_{0,05(n-1)} = 2,02$ 

\*\*) Versuchsserie 1; Weizenbrote aus verschiedenen Weizenmehlen

Versuchsserie 2; Brote unterschiedlicher Zusammensetzung (s. Tab. 1).

Tab. 3. Gesamtstickstoff- und Tryptophangehalt in Teig, Hartkekse und Teegebäck.

Probe	Gesamt-N (g/100 g TS)*)		Tryptophan (g/16 g N)*)		
	Teig	Keks	Teig	Keks	Abnahme %
<b>Teegebäck</b>					
1	1,29 ± 0,03	1,28 ± 0,03	0,64 ± 0,01	0,53 ± 0,01	17,2
2	1,36 ± 0,03	1,25 ± 0,03	0,68 ± 0,01	0,58 ± 0,01	14,7
3	1,36 ± 0,03	1,40 ± 0,03	0,59 ± 0,01	0,48 ± 0,01	18,6
4	1,24 ± 0,03	1,25 ± 0,03	0,58 ± 0,01	0,42 ± 0,01	27,6
5	1,16 ± 0,03	1,16 ± 0,03	0,62 ± 0,01	0,57 ± 0,01	8,1
<b>Hartkekse</b>					
6	1,45 ± 0,03	1,42 ± 0,03	0,60 ± 0,01	0,55 ± 0,01	8,3
7	1,36 ± 0,03	1,40 ± 0,03	0,86 ± 0,02	0,70 ± 0,01	18,6
8	1,84 ± 0,04	1,83 ± 0,04	0,76 ± 0,01	0,71 ± 0,01	6,6
9	1,41 ± 0,03	1,36 ± 0,03	0,63 ± 0,01	0,56 ± 0,01	11,1
10	1,49 ± 0,03	1,41 ± 0,03	0,79 ± 0,01	0,62 ± 0,01	21,5

\*)  $\bar{x} \pm s_{\bar{x}} \cdot t$  $t_{0,05(n-1)} = 2,09$

Die relative Abnahme im Brot gegenüber dem Teig schwankte von 1,7 % bis 4,4 %. Es zeigte sich auch, daß sich die beiden Serien bezüglich der Tryptophanabnahme nicht wesentlich unterscheiden. Die Ergebnisse weisen darauf hin, daß die Unterschiede in der Zusammensetzung der Teigproben zwischen beiden Serien sowie Unterschiede innerhalb der zweiten Serie, die neben anderen auch durch die Lipidmenge des Mehles (Teige: erste Serie 0,58 % bis 0,90 %, zweite Serie 1,06 % bis 2,30 %) charakterisiert sind, keinen Einfluß auf die Tryptophanabnahme beim Backprozeß haben. Trotz der relativ hohen Backtemperatur blieb der Tryptophangehalt praktisch unverändert. Dabei zeigt sich eine gewisse Übereinstimmung mit ähnlichen Untersuchungen in der Literatur (13).

Bei den Mehlproben für Hartkeks und Teegebäck (3. Serie) beträgt der Gesamtstickstoffgehalt 1,74 % bis 1,97 % und der Tryptophangehalt 0,82 % bis 0,97 %, bezogen auf 16 g Stickstoff. Die Korrelation zwischen dem Tryptophangehalt (bezogen auf den Stickstoffgehalt) und dem Gesamtstickstoffgehalt war nicht signifikant ( $r = -0,401$ ). Das ist verständlich, weil es sich hier um handelsübliche Weizenmehlproben verschiedener Herkunft handelt. Bei dieser Serie des Teiges war das Weizenmehl nicht alleinige Quelle des Proteins bzw. Tryptophans, sondern auch andere Stoffe wie Eier und das Trockenmagermilchpulver. Der Tryptophangehalt in Proteinen des Keks- und Teegebäckteiges betrug 0,58 % bis 0,86 % und in Proteinen des Fertigproduktes 0,42 % bis 0,71 %.

Die Abnahme an Tryptophan beim Backen dieser Erzeugnisse war signifikant ( $p = 0,05$ ) und lag zwischen 6,6 % bis 27,6 %. Diese Resultate stimmen mit einigen Literaturangaben überein (6, 25).

Die einzelnen Teigproben dieser Erzeugnisse zeigen gewisse Unterschiede bezüglich der relativen Menge an reduzierenden Zuckern sowie an Lipiden (Tab. 4). Die physikalischen Parameter des Herstellungspro-

Tab. 4. Fettgehalt und Gehalt an reduzierenden Zuckern in Teig, Hartkeks und Teegebäck.

Probe	Fett (g/100 g TS)*		Zucker (g/100 g TS)*	
	Teig	Keks	Teig	Keks
<b>Teegebäck</b>				
1	16,25 ± 0,41	16,18 ± 0,41	10,65 ± 0,22	8,78 ± 0,18
2	14,74 ± 0,37	13,50 ± 0,34	14,53 ± 0,29	11,30 ± 0,23
3	15,66 ± 0,40	15,35 ± 0,39	5,81 ± 0,12	1,41 ± 0,03
4	17,10 ± 0,43	15,99 ± 0,41	2,68 ± 0,06	1,60 ± 0,03
5	10,98 ± 0,28	10,97 ± 0,28	13,07 ± 0,26	10,82 ± 0,22
<b>Hartkeks</b>				
6	11,82 ± 0,30	11,42 ± 0,29	2,75 ± 0,06	2,16 ± 0,04
7	15,60 ± 0,40	15,40 ± 0,39	15,26 ± 0,31	13,41 ± 0,27
8	11,35 ± 0,29	10,36 ± 0,26	4,26 ± 0,06	1,27 ± 0,03
9	6,56 ± 0,17	6,61 ± 0,17	5,20 ± 0,11	2,08 ± 0,04
10	16,17 ± 0,41	16,05 ± 0,41	3,12 ± 0,06	1,69 ± 0,04

\*)  $\bar{x} \pm s_{\bar{x}} \cdot t$

$t_{0,05(n-1)} = 2,09$

zesses waren genau definiert, wie es schon beim Untersuchungsmaterial erwähnt ist. Um den Zusammenhang zwischen Rohstoffzusammensetzung und den physikalischen Parametern der Verarbeitungsprozesses mit der Tryptophanschädigung festzustellen, wurden die Korrelationskoeffizienten berechnet.

Von allen geprüften Beziehungen war lediglich die Tryptophanabnahme zum Lipidgehalt der entsprechenden Keksteige korreliert. Der Korrelationskoeffizient betrug 0,802 und ist hochsignifikant ( $p = 0,01$ ). Aus der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung des zur Keksherstellung verwendeten Pflanzenfettes (Tab. 5) zeigt sich, daß der Gehalt der ungesättigten Fettsäuren sehr hoch war und 81,2 % betrug. Abhängig vom Pflanzenfettanteil im Keksteig variiert der Gehalt der ungesättigten Fettsäuren, deren relative Wirksamkeit im Verhältnis zu oxydатiven Veränderungen besonders hoch ist. Die anderen Rohstoffe haben wegen ihres geringfügigen Zusatzes sowie des Fettgehaltes keinen wesentlichen Einfluß auf den Fettgehalt sowie die Fettqualität des Teiges. Es ist ebenfalls zu beachten, daß die Korrelation zwischen dem ungesättigten Fettsäurengehalt im Teig (berechnet aufgrund des Fettsäurenmusters des Pflanzenfettes) und der Tryptophanabnahme während des Backens signifikant war. Die Korrelationskoeffizienten betragen bei Ölsäure 0,774 ( $p = 0,01$ ), Linolsäure 0,755 ( $p = 0,05$ ) und Linolensäure 0,777 ( $p = 0,01$ ).

Daraus folgt, daß der Lipidgehalt genauso wie die Lipidqualität des zu untersuchenden Teiges eine wesentliche Rolle für die Tryptophandegradation während des Backens hat, und zwar unabhängig von den bedeutenden Schwankungen der physikalischen Parameter der einzelnen Keks- und Teegebäckarten. Es sei bemerkt, daß bei den Proben die bei ganz unterschiedlichen Backtemperaturen, aber annähernd gleichen Lipidmengen hergestellt worden sind, die Tryptophanabnahme gleich war. Auch wenn man die Korrelationsberechnung zwischen dem Lipidgehalt bei einheitlicher Backtemperatur und der Tryptophanabnahme durchführt, ist der Korrelationskoeffizient signifikant und beträgt 0,749 ( $p = 0,05$ ). Der enge Zusammenhang zwischen der eintretenden Tryptophanabnahme und der Lipidmenge sowie Lipidqualität läßt sich auf die

Tab. 5. Fettsäurenmuster und einige Kennzahlen für Pflanzenfett.

Säurezahl	0,42
Jodzahl	82,2
Peroxidzahl	0,22
Schmelzpunkt	32 °C
<b>Fettsäurenmuster in %</b>	
Laurinsäure (10:0)	0,54
Myristinsäure (14:0)	1,30
Palmitinsäure (16:0)	8,66
Palmitoleinsäure (16:1)	0,52
Stearinsäure (18:0)	8,29
Ölsäure (18:1)	66,08
Linolsäure (18:2)	10,71
Linolensäure (18:3)	3,89

Wechselwirkung der Lipide und ihrer Oxydationsprodukte mit Proteinen bzw. auf die oxydative Tryptophanzerstörung zurückführen (9, 14, 17, 22).

#### Literatur

1. AOAC (1960) Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. Washington, DC
2. Bräutigam KH, Severin T (1974) Untersuchungen zur Maillard-Reaktion. 9. Umsetzung von Tryptophan mit Xylose. Z Lebensm Unters Forsch 154:80
3. Cuq JL, Cheftel JC (1983) Tryptophan degradation during heat treatments. 1. The degradation of free tryptophan. Food Chem 12:1
4. Cuq JL, Vie M, Cheftel JC (1983) Tryptophan degradation during heat treatments. 2. Degradation of protein-bound tryptophan. Food Chem 12:73
5. Davies OL (1961) Statistical Methods in Research and Production. Oliver and Boyd, London
6. Devi PY, Geervani P (1983) Effect of different heat treatments on losses of lysine and tryptophan in wheat products. Indian J Nutr Diet 20:256
7. Finot PA, Magnenat E, Guignard G, Hurrel RF (1982) The behavior of tryptophan during early and advance Maillard reactions. Int J Vitam Nutr Res 52:226
8. Friedman M, Cuq JL (1988) Chemistry, analysis, nutritional value, and toxicology of tryptophan in food. A Review. J Agric Food Chem 36:1079
9. Gardner HW (1979) Lipid hydroperoxide reactivity with proteins and amino acids. A review. J Agric Food Chem 27:220
10. Gilot M, Cuq JL, Cheftel JC, Rouanet M, Lofont J (1985) Effect of heat treatment in the presence of glucose on the stability of the tryptophan residues of casein. Nutritional aspects. Sci Alim 5:113
11. Handbuch der Lebensmittelchemie (1969) Band 4. Fette und Lipoide (Lipids). Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, S 419
12. Handbuch der Lebensmittelchemie (1967) Band 2/Teil 2. Analytik der Lebensmittel. Nachweis und Bestimmung von Lebensmittel-Inhaltsstoffen. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, S 347
13. Hussein L, Abbassy M, Arafah A (1974) Effect of wheat processing on the tryptophan content of the resulting product. Cereal Chem 51:529
14. Kanazawa K, Danno, G, Natake M (1975) J Nutr Sci Vitaminol 21:373
15. Kanner JD, Fennema O (1987) Photooxidation of tryptophan in the presence of riboflavin. J Agric Food Chem 35:71
16. Krogull MK, Fennema O (1987) Oxidation of tryptophan in the presence of oxidizing methyl linoleate. J Agric Food Chem 35:66
17. Laignellet B, Dumas C (1984) Lipid oxidation and distribution of oxidized lipids during the mixing of a dough of bread wheat flour. Lebensm Wissensch Technol 17:226
18. Leahy MM, Warthesen JJ (1983) The influence of Maillard browning and other factors on the stability of free tryptophan. J Food Proc Preserv 7:25
19. Mauron J (1979) Proteinwertigkeit der Nahrung: Aufbesserung oder Verminderung durch industrieläge Herstellung. Z Ernährungswiss Suppl 23:10
20. Nielsen NK, DeWeck D, Finot PA, Liardon R, Hurrel RF (1985) Stability of tryptophan during food processing and storage. 1. Comparative losses of tryptophan, lysine and methionine in different model systems. Brit J Nutr 53:281
21. Nyhammar T, Pernemalm PA (1985) Reaction on N- $\alpha$ -acetyl-DL-tryptophan amide with D-xylose or D-xylose in acidic solution. Food Chem 17:289
22. Pokorný J, Janiček G (1975) Wechselwirkung zwischen Proteinen und oxydierten Lipiden. Nahrung 19:911
23. Sachse J (1981) Ein Beitrag zur Bestimmung von Tryptophan in Mais und Futterpflanzen. Z Lebensm Unters Forsch 172:272

24. Shehata AY, DeMan JM, Alexander JC (1970) Can Inst Food Technol J 3:85  
25. Vajić B (1967) 7th International Congress of Nutrition, Hamburg, 173

Eingegangen 22. Juni 1989

Anschrift der Verfasser:

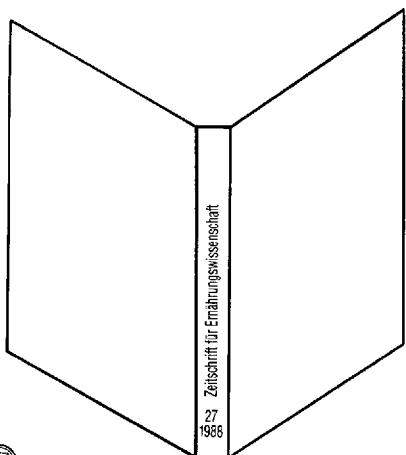
Doc. Dr. M. Horvatić, Institut für Lebensmittelchemie der Pharmazeutisch-biochemischen Fakultät, A. Kovačića 1, 41000 Zagreb, Jugoslawien

Prof. Dr. M. Grüner, Institut für Lebensmittelchemie der Lebensmittelbiotechnologischen Fakultät, Pierrotjeva 6, 41000 Zagreb, Jugoslawien

*Jetzt lieferbar:*

## **Einbanddecken 1988**

Ganzleinen mit Prägung DM 18,- zzgl. Porto



Steinkopff Verlag Darmstadt

### Bestellcoupon

Ich bestelle hiermit

Einbanddecke(n) 1988  
**Zeitschrift  
für Ernährungswissenschaft**  
Jg. 27 (1988)  
DM 18,- zzgl. Porto

Name \_\_\_\_\_

Anschrift \_\_\_\_\_

Datum/Unterschrift \_\_\_\_\_

Bitte geben Sie Ihre Bestellung Ihrem Buchhändler  
oder direkt an den  
Steinkopff Verlag, Postfach 111442, D-6100 Darmstadt