

VERSUCHE ZUR BEEINFLUSSUNG DER ROHWURSTREIFUNG B 3
MIT LAKTOBAZILLEN-STARTERKULTUREN

G. Reuter

Versuche zur Steuerung der Mikroflora in Rohwürsten wurden seit längerer Zeit unternommen. JENSEN und PADDOCK (1940) liessen sich in den USA die Verwendung von *L. plantarum*, *L. brevis* und *L. fermenti* patentieren. Von ihrem Verfahren wird aus späteren Literaturangaben Widersprüchliches bekannt. NIVEN (1952) schreibt, dass es schwierig war, die Qualität mit diesen Startern zu verbessern, SHARPE (1963) führt dagegen an, dass der Herstellungsprozess verkürzt und ein gutes Aroma erzielt werden konnte. Im ähnlichen Sinne berichtet LEISTNER (1963), dass in den USA eine Starterkultur aus homo- und heterofermentativen Laktobazillen in Verhältnis 1000:1 für die Herstellung der Genova zur Anwendung kommt und eine Aromaverbesserung bewirkt. Von NIINIVAARA (1955) wurden nitratreduzierende Mikrokokken als Starterkulturen empfohlen. DEIBEL, WILSON und NIVEN (1961) wählten dann einen *Pediococcus cerevisiae*-Stamm aus, mit dem nach LEISTNER (1963) die sogenannte Summer Sausage in den USA produziert wird. KUCHLING (1964) arbeitete mit ähnlichen Stämmen in Deutschland. Die Erfolge bestanden nicht nur in einer Aromaverbesserung, sondern auch in einer Verkürzung der Reifungszeit, ein Gesichtspunkt, der für die Wirtschaft von grosser Bedeutung ist. Eine kritische Überprüfung der bisherigen Verfahren unternahm NURMI (1966 a u. b). Er befasste sich dabei auch wieder mit der Anwendung von Laktobazillenkulturen

und schliesslich auch mit der Mitverwendung von Glukono-delta-Lakton. Der Zusatz von Laktobazillen verbesserte zwar die Konsistenz und reduzierte die Herstellungszeit, konnte jedoch Farb- und Aromaveränderungen hervorrufen. Eine Kombination von Laktobazillen mit Mikrokokken verhinderte diese Defekte. Als endgültige Lösung ist sein Verfahren aber noch nicht anzusehen.

In bisherigen eigenen Untersuchungen war zunächst versucht worden, die in Rohwürsten vorkommende komplexe Laktobazillenflora genauer zu identifizieren (REUTER, 1967). Das erforderte umfangreiche quantitative und qualitative Untersuchungen. Die einzelnen Laktobazillenstämme wurden dabei nicht nur im üblichen Sinne differenziert, sondern auch auf technologisch interessante Stoffwechselaktivitäten untersucht (REUTER, 1970). Das schien als Ausgangsbasis für die Auswahl von Starterkulturen unbedingte Voraussetzung. Mit einigen ausgewählten Stämmen wurden dann Reifungsversuche durchgeführt.

Eigene Untersuchungen:
=====

Material und Methodik

Die hier anzuführenden Untersuchungen umfassten 2 grosse Versuchsreihen. Die Versuche wurden an schnellreifender Salami durchgeführt, die mit Nitritpökelsalz hergestellt wurde. Zur Anwendung kamen vor allem Stämme aus der Gruppe der "atypischen Streptobakterien". Um den Einfluss der zugesetzten Kulturen möglichst genau zu verfolgen, wurden in der ersten Versuchsreihe Kulturen verwandt, die gegen Streptomycin (1000 /g Nährmedium) resistent gezüchtet worden waren. Einer jeweiligen Zweitcharge Rohwurst wurde dann neben dem Stamm auch Streptomycin (Endkonz. 500 /g) zugesetzt, um die im Brat bereits vorhandenen Laktobazillen und Streptokokken

Identifizierung vorgenommen. Die Gruppen der Enterobacteriaceae, der Mikrokokken, der Streptokokken, der Hefen, der Bazillen und der Laktobazillen wurden mit Hilfe eines Nährbodensatzes (REUTER, 1968) zahlenmässig erfasst. Die Streptomycin-resistenten Stämme wurden auf entsprechenden Kulturmedien zu reisolieren versucht. Die isolierten Laktobazillen wurden differenziert.

Organoleptische Prüfungen

Analog zu den bakteriologischen Probeentnahmen wurden die einzelnen Chargen durch eine Gruppe von Testpersonen organoleptisch geprüft. Im Vordergrund standen mögliche Veränderungen im Geruch und Geschmack, aber auch Abweichungen in der Farbe und in der Konsistenz wurden berücksichtigt.

Physikalische und chemische Untersuchungen:

Die Messung der pH-Werte erlaubte Rückschlüsse auf die Intensität der eingetretenen Säuerung.

Eiweissabbauvorgänge wurden durch Aminosäureanalysen mit einem automatischen Analysengerät der Fa. Technikon zu erfassen versucht.

Ergebnisse:

1. Versuchreihe:

Die zugesetzten Laktobazillen vermochten sich nicht zur dominierenden Keimgruppe zu entwickeln, auch nicht in den mit Streptomycin versetzten Chargen. Sie hielten im allgemeinen ihr Anfangsniveau bis zum 2. Tag, dann begann ein Abfall um ca. 1 Zehnerpotenz bis zum 8. Tag. Dominierend waren 3 ursprünglich vorhandene Stammformen, und zwar L.nov.spec. und die Biotypen A8 und A6. Diese traten bei allen Chargen auf. Trotz der generellen Überlegenheit dieser Laktobazillen waren aber doch Auswirkungen der zu-

zurückzuhalten. Alle Chargen wurden zudem in 2 Anteile aufgeteilt, um den Unterschied zwischen Räucherung und alleiniger Lufttrocknung zu erfassen. In der zweiten Versuchsreihe wurden unter Berücksichtigung der Erfahrungen der 1. Reihe noch einmal einzelne ausgesuchte repräsentative Stämme geprüft. Die Herstellung der Chargen und die Versuchsansätze waren wie folgt:

1. Versuchsreihe:

Salami, 1 Tag 22°, 5 Tage 24°, dann 18°C. Die Herstellung der einzelnen Chargen erfolgte aus einer gewerbsmässig vorbereiteten Charge durch Aufteilen in Mengen zu je 4kg, denen in einem Versuchskutter die Kulturen und die anderen Zusätze beigelegt wurden. Die Abfüllung erfolgte in Mitteldärme zu etwa 500 g Herstellung und Reifung erfolgten in einem Fleischwarenbetrieb im Rahmen der üblichen Produktion. Die Rezeptur war: Rindfleisch II 25 kg, Schweinefleisch II 6 kg, Speck 15 kg, Schweinebauche 2 kg.

2. Versuchsreihe:

Salami, 1 Tag 18°, 6 Tage 20°, dann 14°C. Die einzelnen Chargen zu je 4 kg wurden aus gleichem Ausgangsmaterial in einem Versuchskutter getrennt hergestellt und zu je etwa 500 g abgefüllt. Die Reifung erfolgte in einer "Autotherm"- Klima Rauch-Versuchsanlage. Rezeptur: Rindfleisch 1,5 kg, Schweinefleisch, mager, 1,5 kg, Speck 1 kg. Bei den Chargen V-VII wurde argentinisches Bullengefrierfleisch an Stelle des frischen Rindfleisches verwandt.

Bakteriologische Untersuchungen:

In zu Beginn der Reifung ein- und später mehrtägigen Abständen wurde von jeder Charge je 1 Wurst und aus dieser das notwendige Prüfmaterial entnommen. Zur Erfassung des mikrobiologischen Status wurden quantitative Keimzahl-Analysen mit gruppenweiser

gesetzten Kulturen festzustellen. Dieses zeigte sich organoleptisch in einer schnelleren und besseren Aromaausbildung bei den Chargen III und IX mit den Biotypen C3 und A2. Nicht ganz so günstig, aber etwas besser als die Kontrolle verhielten sich die Chargen V und VII mit A7 und A6. Ausser einem besseren Aroma wiesen sie auch einem stärkeren Salzgeschmack auf. Bei der Kontroll-Charge war nach 28 Tagen dagegen eine ausgesprochen talgige Geschmacksnuance festzustellen. Die Entwicklung der luftgetrockneten Anteile verlief etwas verzögert aber sonst analog.

Als nachteilige Wirkung zeigte sich bei den Versuchschargen eine etwas schwächere Pökelfarbe.

2. Versuchsreihe:

Bei den Kontrollchargen machte sich, wie bei der vorhergehenden Versuchsserie, nach einer gewissen Zeit, hier am 49. Tage, eine talgige Geschmackskomponente bemerkbar. Zusätzlich entstand der Eindruck eines höheren Salzgehaltes.

Die zugesetzten Kulturen vermochten sich auch bei diesem Versuch nicht zur dominierenden Flora zu entwickeln, mit Ausnahme von *L.nov.spec.* Es kam dieses Mal zu einer Vermehrung um 1 bis 2 Zehnerpotenzen auf Werte zwischen $10^8/g$ u. $10^9/g$, die auch im weiteren Verlauf kaum abfielen. Die zugesetzten Kulturen hatten einen deutlichen Einfluss auf die organoleptische Beschaffenheit der einzelnen Rohwurstchargen, teils in negativer, aber überwiegend in positiver Hinsicht. Als günstig erwies sich der Zusatz von *L. plantarum*. Noch bessere Ergebnisse bewirkte die Anwendung von TYP C3. Ungünstig dagegen wirkte sich der Zusatz von *L.nov.spec.* aus. Bei dieser Charge zeigten sich in Geruch und Geschmack eindeutige Fehlentwicklungen. Deutlich wahrnehmbar war ein H_2S -ähnlicher Geruch und selbst nach 12 Tagen entstand noch der Eindruck einer

unreifen Wurst. Am 21. Tag waren dann die Geruchs- und Geschmacksabweichungen als stichig zu bezeichnen. Diese Veränderungen traten sowohl bei der Frischfleisch- als auch bei der Gefrierfleisch-Charge auf. Der Stamm C3 hingegen bewirkte schon am 5. Tage einen säuerlich-aromatischen Geschmack, dessen Aroma sich im folgenden Zeitraum weiter steigerte und ab 21. Tag als besonders aromatisch und in einem Fall nach 110 Tagen sogar als hocharomatisch anzusprechen war. L.plantarum bewirkte ebenfalls die Ausbildung einer angenehmen Säure.

Bei allen Chargen mit Laktobazillenzusatz machte sich aber wiederum eine etwas blässere Pökelfarbe als bei den Kontrollchargen bemerkbar.

Die pH-Werte lagen bei den Kontrollchargen in allen Prüfstadien durchweg höher als bei den Versuchschargen. Die Säuregeschmackswerte korrelierten nicht mit den bestimmbaren pH-Werten. Chargen mit angenehmer und unangenehmer Säure zeigten einen völlig gleichen pH-Bereich. Eine Auswirkung der zugesetzten Laktobazillenkulturen war auch aus den bakteriologischen Gesamtanalysen abzulesen. Der Zusatz der Kulturen bewirkte niedrigere Zahlenwerte bei den Enterobacteriaceae, den Mikrokokken und den Enterokokken.

Aus den Aminosäureanalysen waren keine eindeutigen Korrelationen zu den organoleptischen Befunden abzulesen. Bei Versuchsreihe 1 gab es gar keine Unterschiede, bei Versuchsreihe 2 geringe. Bei der Reifung mengenmässig bedeutsam waren vor allem Glutaminsäure und Alanin sowie Valin, Leucin, Phenylalanin, Lysin und besonders das Dipeptid Carnosin. Bei den ersteren beiden zigten sich geringfügige Unterschiede zwischen den einzelnen Chargen.

Besprechung der Ergebnisse:

Unsere Befunde mit Laktobazillenkulturen decken sich nur

wenig mit den entsprechenden Ergebnissen von NURMI (1966a). Bei ihm verursachten Laktobazillen-Starterkulturen Farbfehler und wesentliche Geschmacksabweichungen. Für diese Widersprüche müssen jedoch Gründe vorliegen. Zunächst waren die Art der Pökellung und die äusseren Reifungsbedingungen zu berücksichtigen. NURMI arbeitete vorwiegend mit Nitratpökellung. In diesem Falle sind seine Befunde verständlich. Durch die Laktobazillen wurden die nitratreduzierenden Anteile der normalen Mikroflora reduziert. Bei der Verwendung von Nitritsalz konnten die Farbfehler nach seinen Angaben dann auch vermieden werden. Da nun heute aber in der Fleischwarenindustrie fast durchweg die Schnellreifung mit Nitritsalz zur Anwendung kommt, dürfte das Argument der Farbfehler weitgehend entfallen. Die etwas geringere Intensität der Pökelfarbe, wie wir sie angetroffen haben, ist nicht als eigentlicher Farbfehler aufzufassen.

NURMI führt weiterhin an, dass die Geschmacksfehler durch Nitritpökellung nicht zu beheben waren. Dieser Widerspruch berührt den wesentlichen Punkt bei der Anwendung von Starterkulturen, nämlich die Auswahl der Stämme. Von NURMI wurden 17 verschiedene Laktobazillenstämme für die Versuchsserien benutzt, von denen 2 besser geeignet erschienen. Es handelte sich um *L. plantarum* und *L. casei* var. *alactosus*. Die anderen Stämme sind dagegen nicht ausreichend beschrieben. Gerade das scheint aber der wesentliche Punkt für die Aufklärung des Widerspruches zu sein. Wie wir nachweisen konnten (REUTER, 1967, 1970) ist die in Rohwurst vorkommende Laktobazillengruppe so vielgestaltig und besitzt so unterschiedliche Stoffwechselaktivitäten, dass eine pauschale Wertung nicht möglich ist. Eine Stammform z.B. zeigte äusserst ungünstige Einflüsse auf die Aromaentwicklung. Sie wurde von uns als *L. nov. sp.*

bezeichnet. Die Stämme aus der Gruppe der sogenannten atypischen Streptobakterien hingegen boten bedeutend bessere Voraussetzungen. Allerdings waren auch hier Unterschiede zwischen einzelnen Stammformen zu ermitteln. Eine unbedingte Voraussetzung für die Anwendung von Starterkulturen ist es also, die zu verwendenden Stämme genau zu definieren. Nur auf diesem Wege sind schlüssige Aussagen über die Gruppe als solche und über einzelne Stämme möglich. Unbefriedigend bei unseren Befunden erscheint die Tatsache, dass die zugesetzten Kulturen meistens nicht in der Lage waren, sich innerhalb der Laktobazillenflora zum dominierenden Anteil zu entwickeln. Dennoch waren sowohl organoleptisch als auch in den pH-Werten deutliche Unterschiede erkennbar. Es muss also ein Einfluss von ihnen ausgegangen sein, selbst wenn dieser nur in einer Unterstufe der normalen Reifungsflora bestand. Möglicherweise ist für die zugesetzten Laktobazillen eine Adaptation an das neue Milieu erforderlich, bevor ein logarithmisches Wachstum möglich ist. In der Literatur ist bisher noch nichts über die quantitative Reisolierung aus der reifenden Rohwurst bekannt.

Interessant ist auch die Feststellung, dass der unangenehme talgige Fettgeschmack, der sich in den Kontrollchargen später ausbildete, bei den Versuchschargen nicht auftrat. Möglicherweise resultiert aus dem Laktobazillenstoffwechsel eine antioxydativ wirkende Komponente. Diese Eigenschaft dürfte eine Bedeutung auch für langsam-gereifte Dauerwaren erlangen, bei denen die Fettabbauprozesse die eigentlich limitierenden Haltbarkeitskriterien sind.

Die Frage der peroxydbildung durch Laktobazillen scheint von NURMI (1966a) überbewertet worden zu sein. Nur wenige Laktobazillenstämme sind nämlich in der Lage, reichlich H_2O_2 zu bilden. Dazu gehören vornehmlich die heterofermentativen Arten. Diese kom-

men aber als Starterkulturen wegen ihrer doch erheblichen Gasbildung aus Kohlenhydraten kaum in Betracht, zumindest nicht als hauptsächlicher Anteil einer Kultur. Dass aber Peroxyd in Rohwurst von der gewebseigenen Katalase weitgehend abgebaut wird, dürfte anzunehmen sein. Die Folgerung NURMIS, möglichst katalasepositive Laktobazillenstämme zu suchen und als Starterkulturen zu verwenden, dürfte daher nicht zwingend sein.

Für die etwas blässere Pökelfarbe bei den Laktobazillen-Versuchschargen sehen wir bisher keine Erklärung. Ein Mangel an Mikrokokken dürfte nicht die Ursache gewesen sein, wie aus den mikrobiologischen Befunden ablesbar war.

L i t e r a t u r - V e r z e i c h n i s
=====

- | | |
|-----------------------------|---|
| Deibel, R.H., Wilson, G.D., | Appl. Microbiol. |
| Niven, C.F. jr. | 2, 239-243 (1961) |
| Jensen, L.B., Paddock, L.S. | U.S. Patent 2, 225,783 (1940)
zit. n. Sharpe, M.E: |
| | Fleischw. 15, 692 (1963) |
| Kuchling, E. | 10. Europ. Fleischforschertagung
Roskilde, 1964 |
| | Ref. Fleischw. 45, 140 (1965) |
| Leistner, L. | Arch. Lebensmittelhyg.
14, 62- (1963) |
| Niinivaara, F.P. | Acta Agralia Fennica
84, Helsinki 1955 |
| Niven, C.F. jr. | Bact. Rev. 16, 247-254 (1952) |
| Nurmi, E. | Acta Agralia Fennica
108, Helsinki 1966 a |
| | 12. Europ. Fleischforschertagung
Sandefjord/Norwegen, 1966 |
| Nurmi, E. | Ref. Fleischw. 47, 149 (1967) |

- Reuter, G. Fleischw. 47, 397-402 (1967)
 Reuter, G. Arch. Lebensmittelhyg. 19, 53-57 u. 84-89 (1968)
 Reuter, G. Fleischw., im Druck (1970)
 Sharpe, M.E. Fleischw. 15, 692-696 (1963)

Anschrift des Autors: G.Reuter, Inst.f.Lebensmittelhygiene
 1 Berlin 33, Bitterstrasse 8-12

Reuter, G: pH-Werte

1. Versuchsreihe: Reifung: 1 Tag 22°, 5 Tage 24°, dann 18°C

Chargen	Tage	pH-Werte				
		0	2	8	20	20 ohne Bauch
I	Kontrolle					
II	Sm	5,75	5,05	4,47	4,5	4,6
III	L.TYP C3	5,65	5,27	4,42	4,55	4,57
IV	" + Sm	5,4	5,02	4,35	4,55	4,6
V	L.TYP A7	5,5	5,22	4,39	4,5	4,55
VI	" + Sm	5,65	4,96	4,45	4,55	4,65
VII	L.TYP A6	5,45	5,23	4,39	4,5	4,6
VIII	" + Sm	5,7	4,95	4,48	4,55	4,57
IX	L.TYP A2	5,45	5,22	4,46	4,5	4,65
X	" + Sm	5,35	5,08	4,4	4,45	4,62
		5,35	5,21	4,39	4,55	4,5

2. Versuchsreihe: Reifung: 1 Tag 18°, 6 Tage 20°, dann 14°C

Chargen	Tage	pH-Werte				
		0	5	12	21	49
I	Kontrolle					
II	Frischfl.	5,87	5,8	5,95	5,75	5,24
III	L. plantarum	5,87	5,7	5,85	5,6	5,1
IV	L.nov.spec.	5,87	5,5	5,7	5,73	5,1
V	L.TYP C3	5,87	5,5	5,8	5,68	5,04
VI	Kontr. Gefrierfl.	5,96	5,8	6,0	5,9	5,35
VII	L. nov.spec.	5,97	5,5	5,85	5,7	5,15
	L.TYP C3	6,0	5,45	5,95	5,5	5,14

Mikrobiologische Befunde

Logarithmen der Laktobazillenzahlen

oben links : zugesetzte Laktob. ; unten rechts : Gesamtzahl der Laktobazillen

1. Versuchsreihe	Impfmenge pro g Brat	Reifungstage				Ohne 20 Rauch
		0	2	8	20	
I Kontrolle	-	- 5.2	- 8.59	- 9.43	- 8.81	- 8.88
II Streptomycin (= SM)	500 gamma	- 4.9	- 8.3	- 8.61	- 8.4	- 8.5
III L. Typ C 3	6.65	6.0 6.32	6.26 8.59	5.78 8.34	4.0 8.77	? 8.84
IV L. typ. + SM	6.65	6.08 6.42	6.38 8.48	4.9 8.28	4.0 8.32	4.4 7.9
V L. Typ A 7	7.2	6.11 6.72	7.15 8.69	5.7 9.04	? 8.8	5.0 8.18
VI L. Typ + Sm	7.2	6.08 6.67	6.94 7.98	4.77 8.68	4.7 7.9	? 8.88
VII L. Typ. A 6	6.98	6.11 6.23	6.53 8.7	5.6 8.76	5.3 8.8	5.6 8.76
VIII L. Typ. + Sm	6.98	6.08 6.28	6.45 7.81	5.2 8.75	5.0 8.32	5.0 7.92
IX L. Typ A 2	6.74	6.11 6.48	6.81 8.38	6.5 9.38	5.0 8.93	6.0 8.81
X L. Typ + Sm	6.74	5.56 6.08	7.26 8.34	6.5 9.0	5.0 8.45	6.3 8.32

Mikrobiologische Befunde

Logarithmen der Laktobacillenzahlen

oben links : zugesetzte Laktob. ; unten rechts : Gesamtzahl der Laktob.

2.Versuchsreihe	Impfmenge prg g Brat	Reifungstage		
		5	12	21
I Kontrolle Frisch fleisch	-	- 9.0	- 8.78	- 8.86
II L.planta rum	7.08	8.85 8.78	8.0 9.08	- 8.64
III L.nov. spec.	6.65	9.18	9.34	9.26
IV L.Typ C 3	6.78	8.3 9.0	8.3 9.18	8.28 9.04
V Kontrolle Gefrierfl.	-	- 9.11	- 9.36	- 8.66
VI L.nov.	6.65	9.32	9.28	9.2
VII L.Typ. G 3	6.78	? 9.38	? 8.7	? 8.85

Freie u. nach Hydrolise gewonnene Aminosäuren, Carnosin u. NH_3 in reifender Rohwurst, Veränderungen durch Starterkulturen (engegeben mg/100 g)

Charge Tagg Aminosäure	Brät 0	Kontrolle				L.plantarum (R 43 e) 48			
		5	12	21	48	5	12	21	48
<u>Fr. Aminosäuren</u>									
Glutaminsäure	29.1	43.0	68.8	63.1	39.7	-	94.0	76.5	75.0
Alanin	13.2	27.2	55.2	56.2	48.6	-	75.2	96.2	53.0
Valin	1.8	8.4	15.8	19.9	18.6	-	23.2	19.9	16.9
n.Leucin	2.3	15.7	25.2	31.5	26.5	-	42.8	39.4	29.8
Ph.-Alanin	1.3	8.6	14.9	18.0	15.0	-	24.0	18.7	16.5
γ - NH_2 -Butters.			2.9	8.2	14.3	-	4.9	6.7	5.3
Lysin	2.8	10.5	18.1	22.0	26.0	-	19.4	20.5	21.9
Carnosin	55.1	62.4	86.0	74.6	59.0	-	69.0	76.9	77.0
NH_3	2.6	11.5	17.2	19.0	19.7	-	22.0	20.9	21.0
<u>Nach Hydrolyse nachweisbare Aminosäuren</u>									
Glutaminsäure	49.2	48.1	100.1		134.0	-	113.2		148.6
Alanin	14.7	26.1	49.9	42.9	105.2	-	41.0	43.8	83.8
Beta-Alanin	50.9	40.7	44.6	58.0	90.2	-	41.0		77.2
Lysin	13.2	22.6	35.1	42.1	56.0	-	33.6	22.7	132.2
Histidin	50.3	38.6	90.0	86.9	118.0	-	49.7	83.7	472.6
NH_3	15.9	23.1	29.4	143.2	2495.0	-	27.2	324.9	

Freie Aminosäuren:

Unwesentliche Veränderung zeigten: Asparaginsäure (2.0), Prolin (2.3), Glycin (3.9), Methionin (1.1), 1.Leucin (1.2), Tyrosin (1.2), Ornitin (1.4), Histidin (0.7); Threonin u. Serin, (Überlagerung) Arginin (3.4); In Klammern = Brätwerte.

Freie u. nach Hydrolyse gewonnene Aminosäuren, Carnosin u. NH₃ in reifender Rohwurst, Veränderungen durch Starter kulturen (angegeben mg/100 g)

Charge Tage Aminosäure	L.nov.spec. (R 86)				Typ.C3 (Rv2f1a)			
	5	12	21	48	5	12	21	48
<u>Fr.Aminosäuren</u>								
Glutamonsäure	51.9	72.0	72.1	110.0	-	34.1	51.9	26.5
Alanin	43.9	60.6	44.6	87.5	-	36.4	36.6	56.0
Valin	9.1	15.7	13.2	24.3	-	11.4	14.5	15.2
n.Leucin	11.8	21.4	15.7	30.2	-	20.5	23.5	18.1
Ph.-Alanin	6.9	12.9	8.3	17.8	-	10.9	14.2	13.4
γ-NH ₂ Butt.s.				3.6	-	3.5	5.7	3.7
Lysin	38.5	78.7	26.0	90.0	-	49.5	70.3	76.2
Carnosin	11.4	19.0	17.0	39.5	-	11.3	88.7	26.8
NH ₃	10.0	15.5	6.3	25.2	-	5.6	168.1	163.2
<u>Nach Hydrolyse nachweisbare Aminosäuren</u>								
Glutaminsäure	42.5	158.9		144.2	-	160.3		154.5
Alanin	28.4	77.5	53.0	48.1	-	71.9		47.8
Beta-Alanin	45.4	60.6		81.3	-	64.2	71.9	95.6
Lysin	19.9	38.0	46.5	71.6	-	60.0	51.8	69.0
Histidin	68.3	66.7	87.8	118.0	-	66.7	104.8	127.0
NH ₃	15.8	39.4	302.4	433	-	39.1	36.4	45.4

Freie Aminosäuren:

Unwesentliche Veränderung zeigten : Asparaginsäure (2.0), Prolin (2.3), Tyrosin (1.2), Glycin (3.9), Methionin (1.1), i.Leucin (1.2), Ornitin (1.4), Histidin (0.7).
Nicht auswertbar waren : Threonin u. Serin, (Überlagerung), Arginin (3.4); In klammern = Brätwerte