Rotterdam 1967

Aus dem Institut für Lebensmittelhygien
der Freien Universität Berlin

B6

Entwicklung der Mikroflora in schnellreifender deutscher Rohwurst und analoge quantitative Aminosäureanalyse bei einer Salami

Reuter, G., H.J.Langner und H.J.Sinell

Mikrobiologische Untersuchungen an Rohwürsten wurden schon oft durchgeführt. Meist waren es jedoch Einzelanalysen an gereiften, verkaufsfähigen Produkten. Nur einige Untersucher verfolgten die Veränderungen der Mikroflora vom Tage der Herstellung bis zum Ende der Reifung oder bis zum Ende der Lagerfähigkeit (2,3,4, 10,13,15). Einzelne dieser Autoren wiederum arbeiteten nur zum Teil quantitativ, zumal die seinerzeit zur Verfügung stehenden Medien keineswegs immer die Möglichkeit boten, alle für die Reifung der Wurst bedeutsamen Keimgruppen entsprechend ihrer Häufigkeit selektiv und quantitativ zu erfassen. Auch war das Material in den einzelnen Untersuchungen oft unterschiedlich, z.B. ungarische oder italienische Salami oder in Deutschland und Nordeuropa übliche Rohwurst. Aber auch in der Gruppe der nord-europäischen Rohwurst gibt es eine Langsam- und eine Schnellreifung.
Heute wird aus rationellen Gründen mehr und mehr das Schnellreifungsverfahren angewandt. Höhere Temperaturen und die Verarbeitung u.a. von Nitritpökelsalz und speziellen Zuckerstoffen verkürzen die Zeit der Reifung bis zum Auftreten von vollständiger Umrötung und Bindung, der Ausbildung eines typischen Aromas, sowie der Erzielung eines gewissen, die Haltbarkeit verlängernden Abtrocknungsgrades auf 5 bis 6 Tage.

In Vorversuchen war festgestellt worden, dass bei den im Schnellreifungsverfahren hergestellten Würsten der Mikrokokkenanteil, der nach Angaben der Literatur (NIINIVAARA, 1955; NIINIVAARA u. POHJA, 1956 und 1957) für die einwandfreie Reifung eine entscheidende Bedeutung haben sollte, nicht in der erwarteten grossen Zahl anzutreffen war.

Zur Klärung der Frage, welche Keimgruppe im Verlauf der Reifung quantitativ im Vordergrund steht, wurden an 8 Rohwurstchargen tägliche quantitative Analysen mit z.T. ausreichend selektiven Medien durchgeführt. Gleichzeitig

wurde in Anlehnung an die bereits von KÖRMENDY und GANTNER (1962) sowie NIINIVAARA, POHJA und KOMULAINEN (1964) publizierten Untersuchungen die Frage aufgegriffen, inwiefern, analog zur Entwicklung der Mikroflora, Veränderungen in der Menge und Zusammensetzung der freien Aminosäuren zu verzeichnen sind.

Da bei Beginn dieser Untersuchungen noch kein automatischer Aminosäureanalysator zur Verfügung stand, konnte die analytische Bestimmung der freien Aminosäuren nur an einer Wurstcharge verfolgt werden, notwendigerweise auch in grösseren Abständen als bei den mikrobiologischen Analysen.

EIGENE UNTERSUCHUNGEN:

Material:

Rezeptur der Versuchswürste:

Cervelatwurst: Rindfleisch 26 kg, Schweinefleisch 6 kg, Schweinebäuche 3 kg, Fett 15 kg, Gewürzmischung 2085 g.

Salami: Rindfleisch 28 kg, Schweinefleisch 5 kg, Schweinebäuche 2 kg, Fett 15 kg, Gewürzmischung 1910 g.

Herstellung der Versuchswürste:

1 Tag Vortrocknen bei ca. 18° und 5 Tage Räucherung bei 24°C. Zwei sogenannte luftgetrocknete Chargen wurden nach 1 Tag Vortrocknen und 1 Tag Rauch bei 24° nachfolgend noch 9 Tage bei ca. 18°C ohne Rauch gereift.

Es handelte sich im einzelnen um folgende Rohwurstchargen, von denen eine grössere Zahl, etwa 700 g schwerer, gleichkalibriger Würste hergestellt wurde.

Serie Nr. 1 a:	Cervelatwurst I	Hergestellt am 1.7.1964
b:	Salami I	
2 a:	Cervelatwurst	Hergestellt am 25.1.1965, aus jeweils gleichem Brät
a':	Cervelatwurst, "luftgetrocknet"	
b:	Salami	
b':	Salami, "luftgetrocknet"	

3a:	Salami	Hergestellt am 26.10.1965, aus gleichem Brät
b:	Salami mit Glukono-delta-Lakton (10 g/kg)	

Methodik:

Hinsichtlich der Methodik der mikrobiologischen Untersuchung wurde nach den Angaben von REUTER (1967) verfahren. 6 Rohwurst-chargen wurden, ausgehend vom Brät, bis zum 6. Tag täglich und dann bis zum 49. Tag im Abstand von 5 bis 6 Tagen untersucht. Bei 4 Serien wurden die Untersuchungen in weiteren Abständen bis zum 87., 106. und 171. Tag fortgesetzt. Die Proben wurden aus jeweils analogen ganzen Würsten entnommen. 2 sogenannte luftgetrocknete Rohwurstchargen wurden bis zum 11. Tage täglich und dann ebenfalls in 5-6-tägigen Abständen untersucht.

Die chemischen Untersuchungen erstreckten sich auf die Salami I-Charge, an der Fett-, Wasser- und Gesamtstickstoffbestimmungen sowie Aminosäureanalysen im Brät, am 6., 23. sowie 46. Tag nach der Herstellung durchgeführt wurden.

Die Gewinnung und Bestimmung der freien Aminosäuren geschah folgendermassen: 10 g homogenes Untersuchungsmaterial wurden im 100 ml-Messkolben mit 96%igem Äthanol p.a. innig gemischt und anschliessend mit Äthanol zur Marke aufgefüllt. Nach 24-stündigem Stehen im Kühlschrank wurde von den koagulierten Festbestandteilen abfiltriert. 50 ml des alkoholischen Filtrates wurden im Rotationsverdämpfer bei ca. 25°C bis zur Sirupkonsistenz eingedampft, mit 80%igem Äthanol aufgenommen und in einen 25 ml-Messkolben gespült. Nach erneutem Filtrieren über einen Faltenfilter wurden 25 ml Filtrat unter schonenden Bedingungen wiederum zur Trockne eingedampft und der Rückstand mit 12,5%iger Saccharoselösung in 10ml-Messkolben gespült. Die ca. 12%ige, saccharosehaltige Analysenlösung enthält überwiegend die freien Aminosäuren und dient in dieser Form zur Analyse der Säuren nach MOORE und STEIN.

Weitere Aminosäureanalysen wurden in Modellversuchen an 3-4 Tage bebrüteten, flüssigen Bakterienkulturen mit einem inzwischen erworbenen "Autoanalyzer" der Fa. Technicon durchgeführt. Bei den geprüften Stämmen handelte es sich

um Reinkulturen von Laktobazillen, Strepto- und Mikrokokken aus Rohwürsten. Dabei wurden 2 ml Kulturflüssigkeit mit Alkohol (Endkonz. 80%) enteiweisst und filtriert. Eine äquivalente Menge wurde mit Glukoselösung auf eine Glukoseendkonzentration von 12,5% gebracht und diese Lösung direkt über einen automatischen Adapter mit einer 1 ml-Mikroinjektionsspritze auf die Trennsäule gegeben und wie üblich fraktioniert. Die erhaltenen Aminosäurenflächenwerte wurden nach dem von Technicon angegebenen Verfahren mit Nor-Leucin als innerem Standard ausgewertet. Die Veränderungen im Kulturmedium wurden durch Vergleich von Doppelbestimmungen mit dem Durchschnittswert von 4 Analysen des unbeimpften Kulturmediums ermittelt.

Ergebnisse und Besprechung:

Mikrobiologische Analysen:

Folgende Keimgruppen konnten mit hinreichender Genauigkeit quantitativ und selektiv erfasst werden:
Laktobazillen, Mikrokokken, Hefen, Enterobacteriaceen,
Für Streptokokken, Pediokokken, Leuconostoc-Arten und aerobe Sporenbildner standen leider keine ausgesprochenen Selektivmedien zur Verfügung. Doch liesssich aus der Bewertung verschiedenartiger, nebeneinanderlaufender Nährböden (Barnes-,Drigalski, Nähragar) ein Überblick gewinnen.

Die entscheidenden Veränderungen in der Mikroflora, sowohl quantitativ als auch qualitativ vollzogen sich in den ersten 2-4 Tagen nach der Herstellung. Die quantitativ bedeutsamste Keimgruppe war die der Laktobazillen. Dabei handelte es sich vorwiegend um atypische Streptobakterien (REUTER,1967; vgl. dort auch die Nomenklatur !). Ihre Keimzahlenentwicklung war bei allen 8 Chargen weitgehend gleich und wurde dabei auch nicht von den stärker modifizierten, bei der sogenannten Lufttrocknung angewandten Reifungsbedingungen beeinflusst. Selbst der Zusatz von Glukono-delta-Lakton blieb ohne erkennbare Auswirkung. Generell waren also, ausgehend von Werten zwischen 10^2 und 10^4/g im Brät, nach einem sprunghaften Ansteigen nach 2-3 Tagen Mengen von 10^8/g erreicht. Im Anschluss an einen weiteren, aber nur geringfügigen Anstieg war nach mehreren Wochen der Abfall der Latobazillenzahl bei den einzelnen Chargen allerdings etwas unterschiedlich, wobei die bis dahin dominierenden atypischen Laktobazillen unter die Zahl der typischen Laktobazillen absinken konnten (REUTER , 1967). Tabelle 1 gibt eine Übersicht über das Verhalten des Laktobazillenanteiles.

Auffallend vermehrte sich auch die Gruppe der Hefen. Nachweisbar erst nach 2 Tagen, wurden in den ersten 3 - 6 Tagen Werte zwischen 10^5 und 10^6 erreicht, die dann langsam abfielen. Es zeigten sich keine wes entlichen Unterschiede bei den luftgetrockneten Chargen. Bei den Würsten mit Glukono-delta-Lakton wurde der höchste Wert aller 8 Chargen erzielt.
Das Maximum wurde ausserdem später erreicht als bei den Würsten ohne Zusatz. (Tabelle 2) Die Maximalwerte liegen um volle 3 Zenerpotenzen unter denen der Laktobazillen, doch muss den Hefen hinsichtlich ihrer Stoffwechselaktivität sicher mehr Bedeutung beigemessen werden. Der blosse zahlenmässige Vergleich ergäbe ein falsches Bild.
Leuconostoc-Arten und Pediokokken waren erst nach 3 - 4 Tagen nachweisbar und erreichten schnell ein über längere Zeit ziemlich gleichbleibendes Niveau zwischen 10^4 und 10^5. Die Isolierung und Identifizierung auf Barnes-Agar bereitete viel Mühe und wird nur annähernd der tatsächlichen Zahl entsprechen. Doch lässt sich erkennen, dass auch bei diesen beiden Keimgruppen in den ersten 3 - 5 Tagen die wesentlichen Entwicklungen stattfinden (Tabelle 3).
Enterobacteriaceen waren im frischen Brät in Mengen zwischen 10^4 und 10^5 vorhanden. Sie hielten sich nur kurze Zeit und waren nach 2 - 3 Tagen bereits auf oder unter die nachweisbare Menge von 10^2/g abgefallen. Bei diesem Verlauf dürften sie kaum einen nennenswerten Einfluss auf die Rohwurstreifung ausüben.

Streptokokken und Bazillen lagen von Anfang an in Mengen zwischen 10^4 und 10^5 vor. Quantitative Änderungen waren bei beiden Gruppen nur geringfügig, so dass ein weitgehend gleichbleibendes Niveau über den gesamten Untersuchungszeitraum erhalten blieb.

Die Keimgruppe der Mikrokokken (Tabelle 4) war nach den atypischen Laktobazillen zahlenmässig die stärkste. Bei ihr waren in den einzelnen Serien verschieden starke Zunahmen zu verzeichnen, die abhängig zu sein schienen von Veränderungen der Reifungsbedingungen. Obwohl die Ausgangskontamination bei allen 3 Serien in einem nahezu gleichen Bereich lag, zeigte sich bei der Serie 2 eine deutlich stärkere Zunahme, die bei den parallelen sog. luftgetrockneten Chargen noch zusätzlich etwas grösser war, als die bei den Serien 1 und 3. Die Serie 2 wurde in der kältesten Jahreszeit, nämlich im Januar, hergestellt, die Serie 1 im Hochsommer, die Serie 3 im Herbst.

- 6 -

Trotz angestrebter Regulierung von Temperatur und Feuchtigkeit müssen sich bei der fabrikmässigen Herstellung doch Unterschiede in den Reifungsbedingungen ergeben haben. So zeigten verschiedene Wurstsorten (Cervelatwurst und Salami) bei gleichen Reifungsbedingungen (in einer Serie) bessere Übereinstimmung als entsprechende Sorten unter verschiedenen Bedingungen (verschiedene Serien). Der Zusatz von Glukono-delta-Lakton bewirkte im Verlauf der rapiden Säurung einen schnelleren Abfall des Mikrokokkenanteiles.

Der Verlauf der pH-Werte und die Veränderungen der Mikrokokkenanteile stehen offensichtlich in Korrelation, wobei nicht ohne weiteres zu entscheiden ist, ob der pH-Wert von den Mikrokokken oder der Mikrokokkenanteil durch den pH-Wert verändert oder determiniert wird. Da der Laktobazillenanteil jedoch überall nahezu gleich hoch war, wäre zu folgern, dass auch der pH-Wert entsprechend gleich niedrig gewesen sein müsste. Da dies nicht der Fall war, muss man den Mikrokokken auch bei den schnellreifenden Rohwürsten einen der pH-Wert-Senkung entgegenwirkenden Einfluss zubilligen. Dem verschieden starken Vorkommen der Mikrokokken entsprechend, war der Verlauf der pH-Wert-Kurven nicht einheitlich (Tabelle 5.) Bei 3 Chargen waren die niedrigsten Werte bereits nach 6 Tagen erreicht, bei einer am 11. Tag, bei einer weiteren am 26., bei den restlichen drei erst am 42. Tag. Dazu gehörten die 2 luftgetrockneten Chargen, bei denen die pH-Senkung generell langsamer verlief. Auffallend war, dass bei 6 Chargen nach Erreichen eines erstmaligen Tiefpunktes wieder ein geringer Anstieg eintrat, an den sich das 2. Minimum anschloss. Die Charge mit Glukono-delta-Lakton-Zusatz hatte bereits nach 1 Tag nahezu den Endwert erreicht.

Das Mikrobiogramm der Rohwurstcharge 1b (Salami I) , von der gleichzeitig Aminosäureanalysen angefertigt wurden, ist in Tabelle 6 und in Abb. I dargestellt. Unterteilt wurden beide Übersichten nach den Zeitpunkten der Aminosäureanalysen, nämlich nach der Abfüllung, nach 6, 23 und 46 Tagen.

Entscheidende Veränderungen der Mikroflora hatten sich zwischen der 1. und 2. Untersuchung ergeben. Wesentliche Zunahmen zeigten nur die atypischen und typische Laktobazillen und die Hefen.

Bis zur 3. Analyse hatten allein die typische Laktobazillen noch eine Zunahme aufzuweisen, die Enterobacteriaceen und die Mikrokokken nahmen dagegen ab.

Bis zur 4. Analyse war als wesentliche Veränderung nur der Abfall des Laktobazillenanteiles zu verzeichnen.

Aminosäureanalysen:

Die Bestimmung der freien Aminosäuren in der Rohwurstcharge 1b ergab im Vergleich zur mikrobiologischen Entwicklung folgendes Bild:
Die meisten Aminosäuren zeigten zwischen der 1. und 2. Untersuchung ein sprunghaftes Ansteigen. Gleichzeitig vollzogen sich auch die stärksten Entwicklungen und Umwälzungen in der Mikroflora.
Von der 2. zur 3. Untersuchung waren die quantitativen Veränderungen der Aminosäuren geringfügig. Auch hier scheint eine Analogie zum mikrobiologischen Status zu bestehen.

Der weitere steile Anstieg einiger Aminosäuren im Zeitraum bis zur letzten Analyse geht allerdings mikrobiologisch nur mit einem Abfall der atypischen Laktobazillen einher. Ein Zusammenhang mit mikrobieller Aktivität scheint hier nicht zu bestehen, es sei denn, die Wirkung ginge auf die beim Zerfall abgestorbener Mikroorganismen freigewordenen Enzyme zurück.

Ein beachtlicher Konzentrations-Anstieg war während der ersten 6 Tage vor allem bei folgenden Aminosäuren zu verzeichnen: Glutaminsäure, Alanin, Methionin, Leucin, Lysin, Histidin und Phenylalanin. Ein kontinuierlicher, stufenweiser Anstieg liess sich bei Glycin, Valin sowie bei Taurin und Arginin ermitteln. Asparaginsäure zeigte praktische keine Veränderungen (Tabelle 7, sowie Abb. II).

Da das sprunghafte Ansteigen der Aminosäuren mit einer ebenso auffälligen Zunahme der Keimflora einherging, kann man daran denken, die Tätigkeit der vorhandenen Mikroorganismen mit diesen Veränderungen in Beziehung zu setzen. Die sich entwickelnde Flora bestand bei dieser Charge im wesentlichen aus Laktobazillen sowie in geringerem Umfang aus Hefen und Streptokokken. Es ist also zu vermuten, dass insbesondere die Keimgruppe der dominierenden atypischen Laktobazillen zur Anreicherung freier Aminosäuren beigetragen hat.
Die Bestimmung freier Aminosäuren im Kulturmedium von Bakterienreinkulturen führte zu folgenden Feststellungen:
Einige Aminosäuren wiesen deutliche Zunahmen auf (Tabelle 8). So wurden von den 3 Streptobakterientypen (A_2, A_6 und C), die in der zuvor untersuchten

Salami enthalten waren, Glutaminsäure, Alanin, Valin, Iso-Leucin, Lysin und Arginin angereichert, wobei Glutaminsäure und Lysin die grösseren Werte erreichten. Das sind die gleichen Aminosäuren, die auch bei der Wurstreifung vermehrt nachgewiesen worden waren. Keine oder nur unbedeutende Zunahmen (bis 3 mg %) zeigten Threonin, Glycin, Leucin, Phenyl-Alanin, die aber bei der reifenden Wurst in grösseren Mengen angereichert worden waren. Bei Serin und Methionin war sogar eine Abnahme festzustellen. Diese Befunde stehen im Gegensatz zu den Zunahmen in der Salami. Die atypischen Laktobazillen können also nicht allein die Ursache für die Anreicherung und das Spektrum der freien Aminosäuren in der Salami gewesen sein. Aber auch die übrigen Keimarten, die vermehrt aufgetreten waren, erbrachten bei der Aminosäureanalyse keine Aufklärung dieser Diskrepanz. Einzelne Stämme typischer Laktobazillen oder verschiedener Kokken (Leuc., Pedioc., Enteroc. und Mikroc.) vermochten zwar im Vergleich zu den atypische Laktobazillen in geringen Mengen Asparaginsäure und Leucin zusätzlich anzureichern, doch ist damit z.B. nichtdie Erklärung für die starke Zunahme von Leucin in der Salami gegeben. Die Freisetzung von Asparaginsäure widerspricht sogar den Befunden bei der Salami.

Es ist anzunehmen, dass auch die übrige Keimflora, insbesondere die Gruppe der Hefen, daran beteiligt war. Zur Aufklärung der Frage, inwieweit die Anreicherung freier Aminosäuren auf die Stoffwechselaktivitäten von Mikroorganismen oder auf die Tätigkeit gewebseigener Enzyme zurückzuführen ist, bedarf es also noch zahlreicher weiterer Modellversuche. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass derartige Versuche stets mit Vorsicht auszuwerten sind. Bei unseren bisherigen Versuchsanstellungen ist die Aussagekraft z.B. dadurch beeinträchtigt, dass bei dem benutzten flüssigen Kulturmedium die höhermolekularen Eiweissbestandteile aus tryptisch abgebautem Casein bestanden.

Diskussion:

Der Vergleich der vorliegenden mikrobiologischen Befunden mit denen anderer Autoren ergibt folgendes Bild:

Der Typ der von NIINIVAARA und POHJA (1956) untersuchten Wurst gehörte zu den mittelschnell gereiften Rohwürsten, die nach 15 Tagen aus dem Rauch kamen. Dabei lag das Maximum der Mikrokokken in gleicher Höhe wie das der Laktobazillen, die von ihm als "Kokkenbakterien" (sicher identisch mit atypischen Streptobakterien) identifiziert wurden. Im Vergleich zu unseren Ergebnissen spielte also die Mikrokokkenflora eine grössere Rolle. -9-

CORETTI (1956) und ERIKSON (1961) ermittelten bei Würsten, bei denen nach 8 bzw. 5 Tagen die Räucherung zu Ende war, ähnlich hohe Gesamtkeimzahlen wie wir. Die Angaben über die einzelnen Keimgruppen sind jedoch nur wenig detailliert.
ERIKSON hielt die dominierende Keimgruppe für Leuconostoc-Arten. Nach unserer Ansicht wird es sich dabei um die von uns ermittelten atypischen Laktobazillen gehandelt haben.

Angaben über zahlreiche schnellgereifte Rohwurstserien wurden von SCHEIBNER (1962) gemacht. Dominierend waren hier die Laktobazillen. Das Maximum der übrigen Aerobier bewegte sich zwischen 10^5 und 10^6 mit Ausnahme der streichfähigen Berliner Mettwurst, bei der es noch höher lag. Es besteht unter Berücksichtigung dieser Einteilung eine weitgehende Übereinstimmung mit unseren Ergebnissen.

Bei allen bisher genannten Untersuchungen fehlte jedoch eine Aufgliederung der verschiedenen Keimfloraanteile für jeden Untersuchungsabschnitt. Das wurde erst von CANTONI et al. (1966) und NURMI (1966) vorgenommen. Die von den erstgenannten Autoren untersuchte Wurst war jedoch von dem besonderen Typ der Mailänder Salami. Das Maximum der Mikrokokken lag annähernd gleich hoch und wurde noch früher erreicht als das der Laktobazillen. Der pH-Wert veränderte sich kaum und lag um 5.2 - 5.4.

Die Art der von NURMI bei seinen zahlreichen Versuchen untersuchten Kontroll-Rohwürste entsprach etwa der unsrigen. Nach 7 Tagen war die Räucherung beendet. Der Verlauf der Laktobazillenentwicklung war ähnlich, die Maximalwerte lagen jedoch nicht ganz so hoch wie bei uns. Die Zahl der Mikrokokken war etwas höher als bei uns, sicherlich bedingt durch die 3-tägige Vortrocknung der Frisch abgefüllten Würste. Die Zahl der Bazillen fiel im Gegensatz zu unseren Befunden schon bald erheblich ab. Die Entwicklung der gramnegativen Aerobier und der Streptokokken entsprach unseren Befunden. Leuconostoc-Arten und Pediokokken wurden nicht besonders abgegrenzt.
Die von uns untersuchten Rohwurstchargen passen also grundsätzlich in das Bild der Rohwurstflora, nur mit der besonderen Eigenheit, dass der Mikrokokkenanteil im Durchschnitt niedriger und das Laktobazillen-Mikrokokken-Verhältnis grösser ist. Dieses Faktum dürfte das besondere Kennzeichen der Flora schnell-gereifter Rohwürste sein.

Für den Vergleich unserer Ainosäureanalysen während der Rohwurstreifung mit bereits bestehender Literatur können folgende Mitteilungen herangezogen werden.

NIINIVAARA et al. (1964) arbeiteten halbquantitativ mit Hilfe der Papierchromatographie. Sie stellten das stärkste Ansteigen in den ersten 3 Tagen der Reifung fest. Danach waren die Veränderungen nicht mehr signifikant. Eine Beimpfung mit Mikrokokken hatte keine Auswirkung auf die Entwicklung der freien Aminosäuren. Die Autoren neigten deshalb zu der Ansicht, dass die Gewebsenzyme für die Proteinveränderungen während der ersten Reifungstage verantwortlich zu machen seien. Die Gruppe der Laktobazillen wurde nicht in Betracht gezogen.

Bei den meisten Aminosäuren zeigt sich jedoch, soweit vergleichbar, eine gewisse Übereinstimmung mit unseren Befunden. Glutaminsäure und Alanin wiesen wie bei unserem Versuch die stärksten Zunahmen auf. Unterschiede sind bei Tyrosin, Phenyl-Alanin und Lysin festzustellen, die bei uns auch eine Zunahme zeigten, bei NIINIVAARA et al. dagegen keine oder nur eine geringe.

Der Type dieser Rohwürste ähnelt den von uns geprüften mehr als die jetzt anschliessend zu besprechende Ungarische Salami, die von KÖRMENDY und GANTNER (1962) untersucht wurde. Beide Autoren arbeiteten ebenfalls halbquantitativ mit der Papierchromatographie und Elektrophorese. Ausser Flutaminsäure und Alanin zeigte bei ihnen auch Glycin eine starke Zunahme. Bei Glutaminsäure trat, wie bei unserem Versuch, das gleiche Phänomen eines erneuten Abfalles nach dem ersten massiven Anstieg auf. Mässige Zunahmen zeigten sich bei Lysin und im Gegensatz zu unseren Befunden bei Asparaginsäure. Dagegen nahmen Methionin und Arginin ab. Die 3 letztgenannten Veränderungen scheinen das Besondere bei dieser Rohwurstart zu sein. Bei der Ungarischen Salami zeigten sich also weit mehr Abweichungen von unseren Ergebnissen als bei den von NIINIVAARA et al. untersuchten Würsten. Eine grobschematische Übersicht über die Daten der 3 verschiedenen Arbeiten ist in Tabelle 9 versucht worden.

Bei allen Würsten war demnach eine erhebliche Vermehrung von Glutaminsäure und Alanin bereits im Anfangsstadium der Reifung festzustellen. Meist

langsamere und stetige Zunahmen zeigten sich bei Glycin, Valin, Leucin und Lysin und in noch geringerem Masse bei Threonin und Serin. Divergenzen ergaben sich bei Asparaginsäure, Methionin, Tyrosin, Phenyl-Alanin und Arginin.

Übereinstimmungen und insbesondere auch Abweichungen zeigen unserer Meinung nach an, dass es sich bei der Bildung oder Freisetzung von Aminosäuren in der reifenden Rohwurst doch auch um Auswirkungen der Stoffwechseltätigkeit der Mikroflora handelt. Die Mikroflora entwickelt sich verschieden je nach Rohwurstart und Reifungsverfahren und kann dadurch die Unterschiede im Aminosäurespektrum bedingen.

Über mögliche Beziehungen zwischen Keimzahl und Gehalt an freien Aminosäuren in Fleisch äusserten sich GARDNER und STEWART (1966a). Sie hatten bei Lagerungsversuchen mit Rindfleisch festgestellt, dass eine geringe bis mässige Zunahme der meisten Aminosäuren zu verzeichnen war. Diese war bei 15°C grösser als bei 9° oder 4°C. Die starke Zunahme von Glutaminsäure war mit dem Anwachsen der Keimzahl direkt in Beziehung zu bringen. Dominierend war bei diesen Lagerungsversuchen die Pseudonomas-Achromobacter-Gruppe. Grössere Zunahmen bei 15°C als bei 9° oder 4°C zeigten auch Glycin, Alanin, Leucin und Valin. Das spricht ebenfalls für den Einfluss von mikrobiellen Enzymen. Eine kontinuierliche Zunahme von Tryptophan erfolgte dagegen allein analog zu der Zeit und der Lagerungstemperatur. Es schien sich hierbei um eine Autolyse zu handeln. Die gleichen Autoren (1966b) stellten dann allerdings fest, dass die bakterielle Anreicherung von Glutaminsäure in gelagertem zerkleinerten Fleisch durch bakterielle Glutaminase aus Glutamin erfolgte. Über proteolytische Aktivitäten von Milchsäurebakterien liegt auf dem Gebiet der Milch eine Reihe von Arbeiten vor. So prüften BRANDSAETER und NELSON (1956 a, b) die Proteinase - und Peptidasse-Aktivität von L. casei. Diese Art besitzt beachtliche proteolytische Fähigkeiten, die sich auch im zellfreien Extrakt nachweisen liessen. So wurde eine ganze Reihe von Di- und Tripeptiden hydrolysiert. Unterschiede im pH-Optimum, in der Aktivierung durch Metallionen und in der Hitzestabilität deuteten darauf hin, dass es sich um verschiedene Peptidase-Systeme handelte.

Nach MILLER und KANDLER (1966) wird bei der Reifung von Sauermilchen durch die mehr oder weniger starke proteolytische Aktivität der Milchsäurebakterien ein Teil des Milcheiweisses bis zu den Aminosäuren abgebaut. Je nach der

Zusammensetzung der Mikroflora weichen die Mengenverhältnisse der einzelnen Aminosäuren voneinander ab. In Abhängigkeit von der Bakterienart werden unterschiedliche Mengen der einzelnen Aminosäuren abgespalten. Des weiteren wird ein variierender Teil der freigesetzten Aminosäuren je nach der Bakterienart wieder assimiliert und ein weiterer Teil zu anderen Metaboliten (z.B. organischen Säuren) abgebaut. Die Gesamtmenge an freien Aminosäuren in genüssfähigen Sauermilchen überschreitet jedoch 1% des Gesamtproteins der Milch in keinem Falle wesentlich. Auch die übrigen Eiweissabbaustufen liegen nur in Mengen von höchstens einigen % des Gesamteiweisses vor. Insofern ist das Verhältnis etwas anders als bei Wurst, wo der Anteil freier Aminosäuren am Gesamteiweiss doch höher liegt.

Zusammenfassung
==========

8 Rohwurstchargen wurden während der Reifung, ausgehend vom Brät, täglich auf die Veränderungen ihrer Mikroflora untersucht. 6 Chargen wurden geräuchert und waren nach 6 Tagen gereift, 2 parallele Chargen wurden nach 1 Tag Warmrauch bis zum 11. Tag luftgetrocknet.

Die entscheidenden Veränderungen in der Mikroökologie spielten sich in den ersten 2 - 4 Tagen ab. Alle Chargen zeichneten sich durch eine gleichlaufende schlagartige Entwicklung der Laktobazillenflora auf Werte zwischen 10^8 und 10^9/g aus. Der Mikrokokkenanteil entwickelte sich im Vergleich zur Ausgangsmenge im Brät und zur Zahl der Laktobazillen bei weitem nicht so stark. Maximalwerte lagen nur um 10^7. Dadurch unterschied sich die Mikroflora während der Schnellreifung deutlich von langsam- und luftgetrockneten Rohwurstarten, bei denen die Mikrokokkenflora im ersten Stadium dominierende Werte erreicht. Ausser den beiden genannten Keimgruppen entwickelten sich während der ersten 2 - 5 Tage Hefen sowie Leuconostoc-Arten und Pediokokken von nicht nachweisbaren Mengen auf logarithmische Werte zwischen 4 bis 5.5. Enterobacteriaceen nahmen rapide ab. Streptokokken und Bazillen zeigten geringfügige oder nicht nennenswerte Veränderungen im Vergleich zur Ausgangsmenge im Brät.

Bei einer Salami-Charge wurden analog zur mikrobiologischen Untersuchung unmittelbar nach der Herstellung, sowie nach 6, 23 und 46 Tagen quantitative Aminosäureanalysen nach der Methode von STEIN u. MOORE durchgeführt. Es zeigte sich ein auffallend starker Anstieg der meisten Aminosäuren inder Zeit zwischen dem 1. und 6. Tage, insbesondere von Glutaminsäure, Alanin, Leucin, Histidin und Methionin. In der Zeit vom 6. bis zum 23. Tage hingegen waren die Zunahmen geringer, oder es war eine abfallende Tendenz zu erkennen. Diese Entwicklung zeigt Parallelen mit den Veränderungen in der Mikroflora. Die zum Teil weitere erhebliche Zunahme von Aminosäuren zwischen 16. und 23. Tag ging dagegen mit einer Abnahme lebensfähiger Keime einher.

Es ist zu vermuten, dass die dominierende Keimgruppe der atypischen Laktobazillen in der Reifungsphase vom 1. bis zum 6. Tage an der Freisetzung von Aminosäuren beteiligt ist. Vorläufige Testversuche mit Reinkulturen entsprechender Stämme in flüssigem Kulturmedium führten nicht in jedem

Fall zu den gleichen Resultaten.

Summary

8 Charges of fermented raw sausage were investigated daily during the ripening process for changes of microflora, beginning with the prepared sausage mass. Smoky-ripening of 6 charges was finished after 6 days. Two analogic charges were smoked only 1 day and then ripened at the air.

Definite changes in micro ecology occured during the first 2 - 4 days. All charges showed a homogeneous rapid increase of lactobacilli to amounts between 10^8 and 10^9/g. Micrococci did not grow so much compared with their amount in the initial sausage mass. The maximum level was about 10^7/g only. Hence there was a marked difference of the microflora during fast or slow-ripening, especially air drying. In the latter case micrococci reach predominant levels in the first stage of ripening.

Beside of these two groups yeasts and leuconostoc-species and pediococci developed from initial counts not detectable to logarithmic values between 4 and 5.5. Enterobacteriaceae decreased rapidly. Streptococci and bacilli changed only insignificantly during the space of time investigated compared with the initial values in the sausage mass.

Quantitative amino acid analyses corresponding to the microbiological investigation were performed by the method of Moore and Stein with one salami charge immediately after manufacturing, and after 6, 23 and 46 days respectively. There was an obvious heavy increase of most of the amino acids, between first and sixth day, especially of glutamic acid, alanine, leucine, histadine and

methionine. Between 6th and 23rd day, however, the increase was smaller, or a decreasing tendency was recognized. This development shows analogies to the changes of microflora. The further remarkable increase of amino acids between 23. and 46. day however, was accompanied with a decrease of viable organisms.

One can suppose, that the predominant group of atypical lactobacilli has influence upon enrichment of free amino acids during the ripening stage from the first to the sixth day.

Preliminary experiments with pure cultures of questionable strains in liquid culture medium did not yield corresponding results in every case.

LITERATURVERZEICHNIS

1. Brandsaeter, E., Nelson, F.E.: Proteolysis by Lactobacillus casei. I Proteinase activity
J.Bact., 72, 68 - 72 (1956)
II Peptidase activity
J. Bact., 72, 73 - 78 (1956)

2. Cantoni, C., Molnar, M.R., Renon, P., Giolitti, G.: Investigation on the lipids of dry sausages. XII. European meeting of meat research workers, Oslo (1966)

3. Coretti, K.: Veränderung des Keimgehaltes während der Reifung von Rohwurst.
Fleischwirtschaft, 8, 197 - 199 (1956)

4. Eriksson, B.: The microflora of swedish dry sausage.Nord. Vet. Med., 13, 333 - 340 (1961)

5. Gardner, G.A., Stewart, D.J.: Changes in the free amino and other nitrogen compounds in stored beef muscle. J. Sci. Fd. Agric., 17, 491 - 496 (1966) a

6. Gardner, G.A., Stewart, D.J.: The bacterial production of glutamic acid in stored comminuted beef.
J. appl. Bact., 29, 365 - 374 (1966) b.

7. Körmendy, L., Gantner, L.: Über freie Aminosäuren bei der Rohwurstreifung.
Fleischwirtschaft, 14, 774 - 780 (1962)

8. Miller, I., Kandler, O,: Die freien Aminosäuren in Sauermilchen.
XVII. Internat. Milchwirtschaftskongress
Bd. E/F, 1966

9. Niinivaara, F.P.: Über den Einfluss von Bakterien-Reinkulturen auf die Reifung und Umrötung der Rohwurst.
Acta Agralia Fennica, 84, Helsinki 1955

10. Niinivaara, F.P., Pohja, S.M.: Über die Reifung der Rohwurst.
I. Die Veränderungen der Bakterienflora während der Reifung.
Z. L.U.F., 104, 413 - 422 (1956)

11. Niinivaara, F.P., Pohja, S.M.: Über die Reifung der Rohwurst.
II. Aus Rohwurst isolierte Bakterienstämme und ihre Bedeutung beim Reifungsprozess
Z. L.U.F., 106, 187 - 196 (1957)

12. Niinivaara, F.P., Pohja, M.S., Komulainen, S.E.:
Some aspects about using bacterial pure cultures in the manufacture of fermented sausages
Food Techn., 18, 25 - 31 (1964)

13. Nurmi, E.: Effect of bacterial inoculations on characteristics and microbial flora of dry sausage.
Acta Agralia Fennica, 108, Helsinki 1966

14. Reuter, G.: Atypische Streptobakterien als dominierende Flora in reifender und gelagerter Rohwurst
Fleischwirtschaft, 47, 397 - 402 (1967)

15. Scheibner, G.: Erfahrungen bei der quantitativen und qualitativen bakteriologischen Untersuchung von Rohwürsten verschiedener Art.
Mh. Vet. med., 17, 414 -419 (1962)

Verhalten der Laktobazillen-Gruppe
(Logarithmen der Keimzahlen)

Alter in Tagen	Serie 1 Cerv. I a	Serie 1 Sal. I b	Serie 2 Cerv. I a	Serie 2 Sal. I b	Serie 2 Cerv. II a'	Serie 2 Sal. II b'	Serie 3 Sal.+Gl.-D.-L. I a	Serie 3 Sal.+Gl.-D.-L. I b	Reifungsart I °C	Reifungsart II °C
0	3,34	3,3	3,2	2,6	3,2	2,6	0	0	4°	4°
1			3,6	4,6	3,6	4,6	0	0	18°	18°
2	6,9	7,3	6,4	6,85	7,0	7,77	8,25	7,88	24°	24° (Rauch)
3	8,3	8,0	8,18	8,74	7,78	8,45			Reifung im Rauch	18°
4	8,3	8,3	8,48	8,9	8,26	8,76				
5	8,3	8,2	8,3	8,38	8,3	8,53				
6	8,15	8,1	8,48	8,4	8,3	8,6	9,08	9,11	24°	Reifung Luft
7					8,34	8,6				
8					8,38	8,48	8,88	8,48		
9					8,4	8,43				
10					8,58	8,43	9,04	8,26		
11	8,0	7,9	8,4	8,5	8,4	8,18				18°
16	7,9	7,6		8,6	9,0	8,43	8,46	7,81		
21	7,85	7,48	8,43	8,15	8,3	8,08				
26	6,57	6,28	8,3	8,4			8,2	8,36		
31	6,48	5,78								
36	6,1	6,0								
42				7,9	8,45	8,38	7,95	7,74		
49	5,9	5,89								
77	5,45	5,15								
87							6,54	6,46		
106	4,48	4,95								
171	3,45									

Tabelle 2

B6-20

Tabelle 2

Verhalten der Hefen

(Logarithmen der Keimzahlen)

Alter in Tagen	Serie 1 I Cerv. I a	Serie 1 I Sal. I b	Serie 2 I Cerv. a	Serie 2 I Sal. b	Serie 2 II Cerv. a'	Serie 2 II Sal. b'	Serie 3 I Sal. a	Serie 3 I +Gl.-D.-L. b	Reifung I °C	Reifung II °C
0	2,3	0	0	0	0	0	0	0	4°	4°
1			0	0	0	0	0	0	18°	18°
2	0	0	2,3	4,6	4,6	5,0			24°	24° (Rauch
3	0	3,0	5,48	5,0	5,5	5,3	4,0	3,4		18°
4	0	5,3	5,3	5,3	5,0	5,9			Rauch	
5	0	0	5,3	5,08	5,04	4,78				
6	0	3,78	5,04	4,7	4,6	4,2	5,11	5,74	24°	Reifung Luft
7										
8					4,17	3,6				
9					4,48	4,04	5,53	5,52		
10					408	4,9				
11					4,4	4,48	5,48	5,86		
[illegible]			3,85	0	4,3	4,0				18°
21			3,95	3,0	4,54	5,15	5,08	5,94		
26			3,6	3,3		0				
31			4,6	4,0			4,43	4,18		
36					4,6	3,9				
42										
49				2,0	3,78	4,4	4,8	3,08		
77										
87										
106							4,08	0		
171										

Tabelle 3 Tabelle 3

B6-21

Verhalten von

Alter in Tagen	Leuconostoc mesenteroides, Serie 2, I Cerv. a	I Sal. b	II Cerv. a'	II Sal. b'	Pediokokken, Serie 2, I Cerv. a	I Sal. b	II Cerv. a'	II Sal. b'	Reifungsart I °C	Reifungsart II °C
0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
1			0	0	0	0	0	0	18	18
2	0	0	0	0	0	0	0	0	24	24
3	0	0	3,6	0	0	0	3,6	0	Rauch	18
4	0	0	3,78	3,48	0	0	3,7	3,7		
5	5,0	3,78	4,0	4,18	4,7	4,04	4,0	4,0		
6	5,0	3,5	4,0	4,7	5,0	4,08	4,3	3,6	24	Luft
7			5,08	4,7			4,48	3,6		
8			5,15	4,78			4,0	4,6		
9			4,78	4,0			4,18	4,48		
10			4,78	3,7			4,18	4,3		
11			4,7		5,7	4,7	3,0			18
16	5,48	3,78								
21	4,48	3,0	4,78	3,7	5,08	4,3	4,7	3,7		
26	4,9	0	4,1		3,9	4,1	0			
31	3,9	0			3,9	3,3				
36			4,84	4,3			3,9	4,3		
42		0	< 2	3,48		2,3	3,95	4,48		
49										
77										
87										
106										
171										

Verhalten der Mikrokokken

(Logarithmen der Keimzahlen)

Alter in Tagen	Serie 1 I Cerv. 1a	Serie 1 I Sal. 1b	Serie 2 I Cerv. a	Serie 2 I Sal. b	Serie 2 II Cerv. a	Serie 2 II Sal. b	Serie 3 I Sal. a	Serie 3 I Gl.-D-L. b	Reifungsart I °C	Reifungsart II °C
0	4,2	5,78	4,7	4,0	4,7	4,0	5,28	4,86	4	4
1			5,18	5,48	5,18	5,48	5,4	4,23	18	18
2	4,4	5,48	6,0	5,9	7,3	5,78			24	24 (Rauch
3	5,6	4,18	7,0	6,78	7,3	7,0	4,81	3,9	↑ Reifung Rauch	18
4	4,3	4,78	6,7	6,6	7,0	7,17				↑
5			6,3	6,0	6,7	6,7				
6	4,7	4,6	6,04	5,7	6,6	6,48	4,23	2,9	24 ↓	Reifung Luft
7					6,65	6,54				
8					6,78	6,48	2,69	2,3		
9					6,3	6,04				
10					6,48	5,9	2,6	2,3		
11	4,18	3,3	5,6	5,18	6,7	6,26				↓ 18
16	3,2	4,08	5,54	5,18	6,78	6,78	2,48	2,3		
21	3,6	3,7	5,08	4,08	6,15	6,85[x]	(4,0[x])			
26	3,3	3,7	5,18	3,7			2,3	0		
31	3,18	3,7			6,3	5,18				
36	3,48	3,3								
42				4,0	6,2	6,0	2,48	0		
49	3,3	3,3								
77	3,6	0					0			
87							4,0[x]			
106	3,79	2,3								
171	2,3									

x = Sarcinen

Verlauf der pH-Werte

Alter in Tagen	Serie 1		Serie 2				Serie 3	
	I		I		II		I	
	Cerv.I	Sal. I	Cerv.	Sal.	Cerv.	Sal.	Sal.	+Gl.-D.-L.
	a	b	a	b	a'	b'	a	b
0	5,7	5,75	5,85	5,75	5,85	5,75		
1			6,2	6,05	6,2	6,05	5,4	4,7
2	5,25	5,28	5,9	6,0	6,1	6,1		
3	4,6	4,8	5,6	5,4	5,6	5,55	5,0	4,8
4	4,6	4,8	5,75	5,15	5,5	5,35		
5	4,5	4,7	5,15	4,94	5,32	5,06		
6	4,6	4,5	5,06	4,83	5,29	5,0	4,8	4,5
7					5,17	4,95		
8					5,05	4,9	4,8	4,6
9					5,1	4,85	4,9	4,6
10					4,97	4,73		
11	4,6	4,75	4,8	4,7	4,93	4,79		
16	4,6	4,7	4,92	4,84	4,85	4,99	5,0	4,7
21	4,5	4,75	4,88	4,88	4,93	4,98		
26	4,3	4,7	4,82	4,9			4,9	4,6
31	4,5	4,7			5,17	5,14		
36	4,5	4,7						
42				4,65	4,8	4,71	4,85	4,6
49	4,4	4,7						
77	4,6	4,7						
87							4,8	4,7
106	4,75	4,7						
171	4,6	4,8						

Verhalten der Mikroflora-Anteile bei einer Salami I

(Logarithmen der Keimzahlen)

Tage	Atyp. Lakt.	Typ. Lakt.	Mikrok.	Strep-tok.	Hefen	Ente-rob.	Baz.	Reifung °C	pH
0 x	3,0	3,0	5,78	4,4	0	4,47	3,78	4°	5,75
								18°	
2	7,3		5,48	4,9		4,7	4,08	24°	5,58
3	8,0		4,18	5,48	3,0		3,78	Rauch	4,8
4	8,3		4,78	5,6	5,3		4,04		4,8
5	8,2		3,65	5,08			3,7		4,7
6 x	8,1	5,36	4,6	5,5	3,78		3,6	24°	4,5
11	7,9		3,3	4,9			3,9		4,75
16	7,6	6,49	4,08	4,9			3,9		4,7
21	7,48	5,04	3,7	4,8			3,48		4,75
23 x									
26	6,28		3,7	4,6			4,0		4,7
31	5,78		3,7	4,7			3,7	Lagerung	4,7
36	6,0	5,04	3,3	4,6			3,7	18 -20°	4,7
46 x									
49	5,89	5,53	3,3	4,3			3,8		4,7
77	5,15		0	4,08			3,5		4,7
106	4,95		2,3	5,15			3,6		4,7
171							3,94		4,8

x = Zeitpunkte der Aminosäureanalysen

Nachgewiesene mg/%-Aminosäuren in reifender Salami sowie Fett-, Wasser- und N-Gehalt in %

Prolin Tryptophan ?

Tage	0	6	23	46
Taurin	9,69	19,38	20,97	36,17
Asparagins.	8,05	5,39	10,24	9,59
Threonin	7,13	29,82	34,60	57,63
Serin	6,45	38,61	33,24	59,89
Glutamins.	26,25	96,97	62,92	108,19
Glycin	18,69	45,15	68,90	88,50
Alanin	17,32	95,80	97,61	130,85
Valin	8,66	38,98	62,20	85,13
Methionins.	24,36	71,66	71,41	116,58
Iso-Leucin	4,92	37,26	45,94	53,07
Leucin	6,84	79,97	69,03	112,93
Tyrosin	38,53	25,98	32,13	71,18
Phenyl-Alanin	12,86	52,13	48,01	70,97
Lysin	28,40	64,92	72,46	88,40
Histidin	53,51	116,18	94,73	170,70
Oxylysin	13,67	47,21	58,83	59,47
Arginin	14,31	27,37	34,05	39,79
Fett	23,6	38,5	49,4	49,3
H_2O	48,9	38,3	23,9	22,4
Fett i.T.	63,8	62,6	64,8	63,5
N	2,21	2,87	3,31	3,68
N x 6,25	13,8	17,9	20,7	23,0

Tabelle 8

Nachgewiesene mg/% Aminosäuren nach Abzug der O-Werte des Ausgangsmateriales (> 3 mg/%)

Veränderungen in der Rohwurstmasse		Asp.	Thr.	Ser.	Glut.	Glyc.	Alanin	Val.	Meth.	I. Leuc.	Leuc.	Tyr.	Ph.Al.	Orn.	Lys.	Hist.	Arg.
6 Tage			22,69	32,16	70,72	26,46	78,48	30,32	47,30	32,34	73,13		39,27	-	36,52	62,68	13,06
23 Tage			27,47	26,79	36,67	50,21	80,29	53,54	47,05	41,02	62,19		35,15	-	44,06	41,23	19,74
46 Tage			50,5	53,44	81,94	69,81	113,53	76,47	92,22	48,15	106,09	32,65	58,11	-	60,0	117,2	25,48
Veränderungen im flüssigen Kulturmedium. (> 3 mg/%)																	
Atyp. Lakt.	Stämme																
A_2	3^+				32,76		6,82	8,82		6,28	5,84^x			11,37^x	17,18		8,8
A_6	1				19,94		5,06	7,01		4,18		18,67			10,0		11,1
C	2^+		14,44^x		32,3		4,5	6,5		3,3					11,1		9,3
Typ. Lakt.																	
L.nov. spec.	2^+	10,13^x			10,58		9,55	8,25		6,18^x	6,98^x				12,97		
L.plant.	1				5,86			3,4						9,72	13,59		15,2
L.brevis	1	3,78					32,11	11,02		4,16					10,92		
Kokken																	
Leuc.mes.	1						5,92	4,43							5,13		9,0
Ped.cerev.	1	10,09			29,12		5,14	6,43							16,74		
Enterok.	2^+	3,6			18,0			5,4		4,9				8,0	13,33		
Mikrok.	5^+				6,0			5,9									
═══ = 50 mg/% u. mehr } Zunahme						+ = angegeben sind die Mittelwerte											
- - - = 30 mg/% u. mehr } Zunahme						x = nur ein Einzelwert											
O-Werte (fl. Med.)	Vers.1	5,27	18,63	18,48	26,52	6,02	25,98	26,36	13,32	21,03	67,42	11,24	37,65	6,26	24,22	7,28	11,1
	Vers.2	5,43	18,68	14,95	44,36	6,39	26,6	27,86	13,77	19,11	45,53	8,7	33,2	3,4	30,6	10,01	16,0

260

Tabelle 9

Vergleich der Anreicherung freier Aminosäuren in der reifenden Rohwurst mit den halbquantitativen Ergebnissen von Niinivaara u. Mitarb. (1964) und Körmendy u. Gantner (1962)

Alter in Tagen	Asp.			Thr.			Ser.			Glut.			Glyc.			Alanin			Val.			Meth.			Leuc.			Tyr.			Ph.-Al.			Lys.			Arg.		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
0	±	±	+	±	±	+++	±	±	++	+	(+)	+	(+)	±	+	(+)	+	+	±	±	++	+		±	±	±	++	+	±		(+)	±	+	+	±	+	(+)	±	+
6	±	±		+	(+)		+	++		++	++		++	+		++	++		+	+		+++			++	++		+	±		++	(+)		+++	(+)		+	+	
10			++			++			++			+++			+++			+++			++						++			±			+			++			
23	±	(+)		+	+		+	++		++	+++		+++	++		+++	+++		++	++		+++			+++	+++		+			++	(+)		+++	(+)		+	±	
46	±		+++	++		++	++		+++	+++		++	+++		++	+++		+++	+++		+++	+++			++++		+++	+++			+++		+	+++		++	+		

Senkrechte Spalte I = Eigene Ergebnisse
Senkrechte Spalte II = Ergebnisse Niinivaara u. Mitarb. (1964)
Senkrechte Spalte III = Ergebnisse Körmendy u. Gantner (1962)

Eigene Ergebnisse

± = bis 10 mg/%
(+) = bis 20 mg/%
+ = bis 40 mg/%
++ = bis 60 mg/%
+++ = bis 100 mg/%
++++ = über 100 mg/%

Niinivaara et al. (1964)

+ = bis 1
(+) = bis 2
+ = bis 3
++ = bis 4
+++ = bis 5
++++ = bis 5

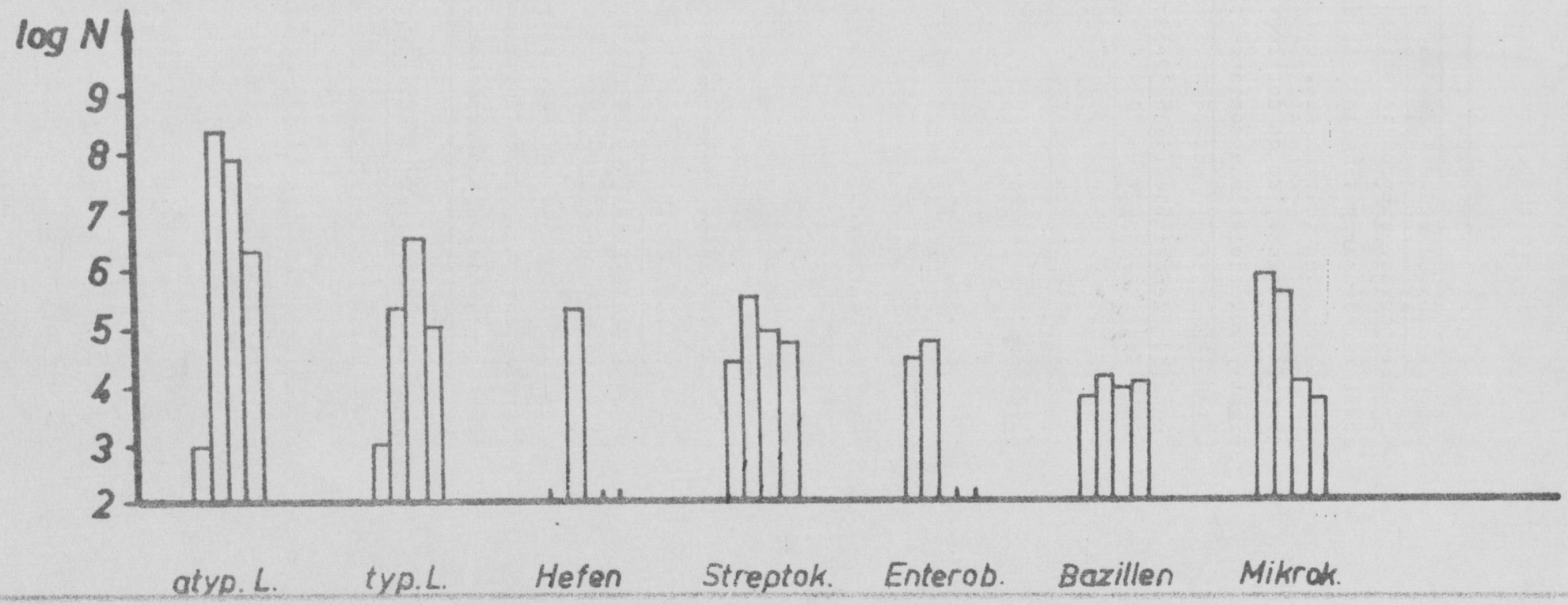
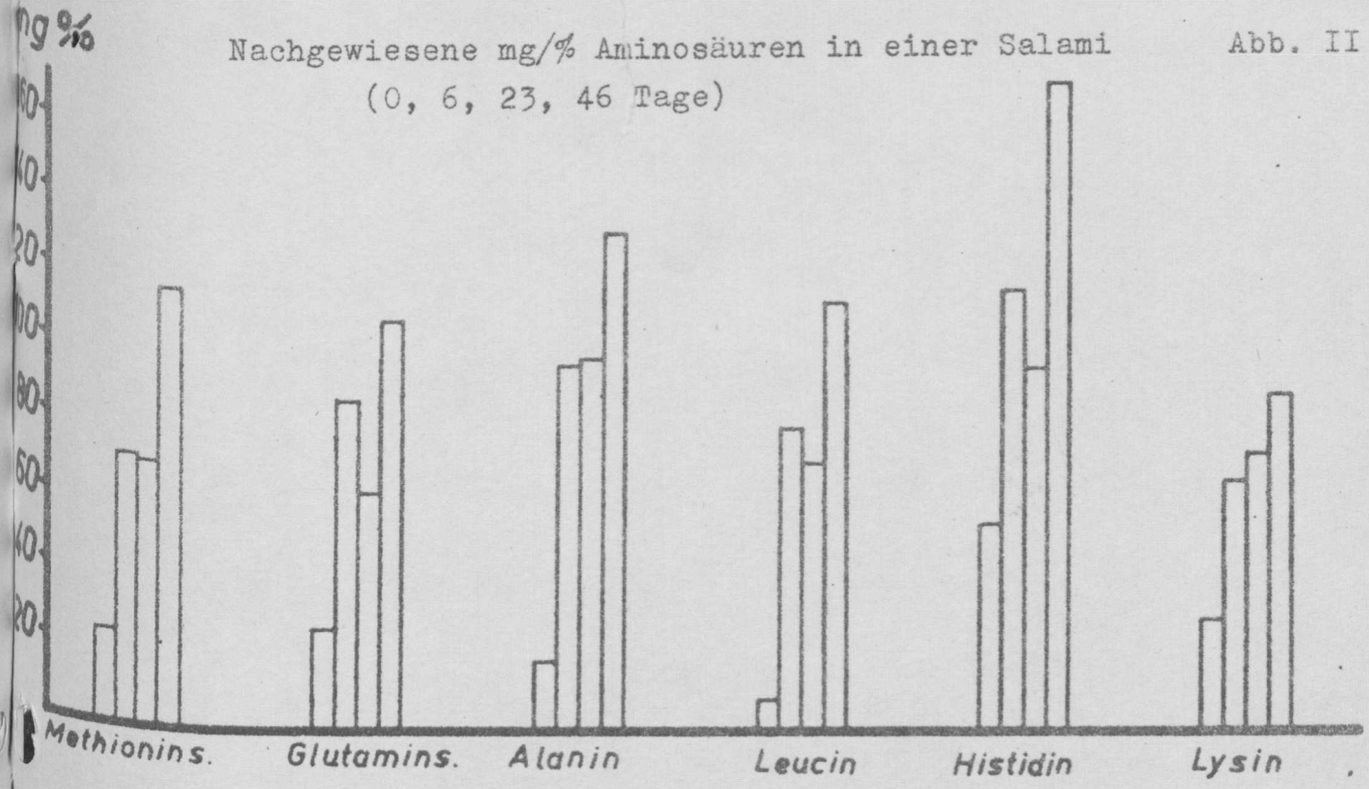
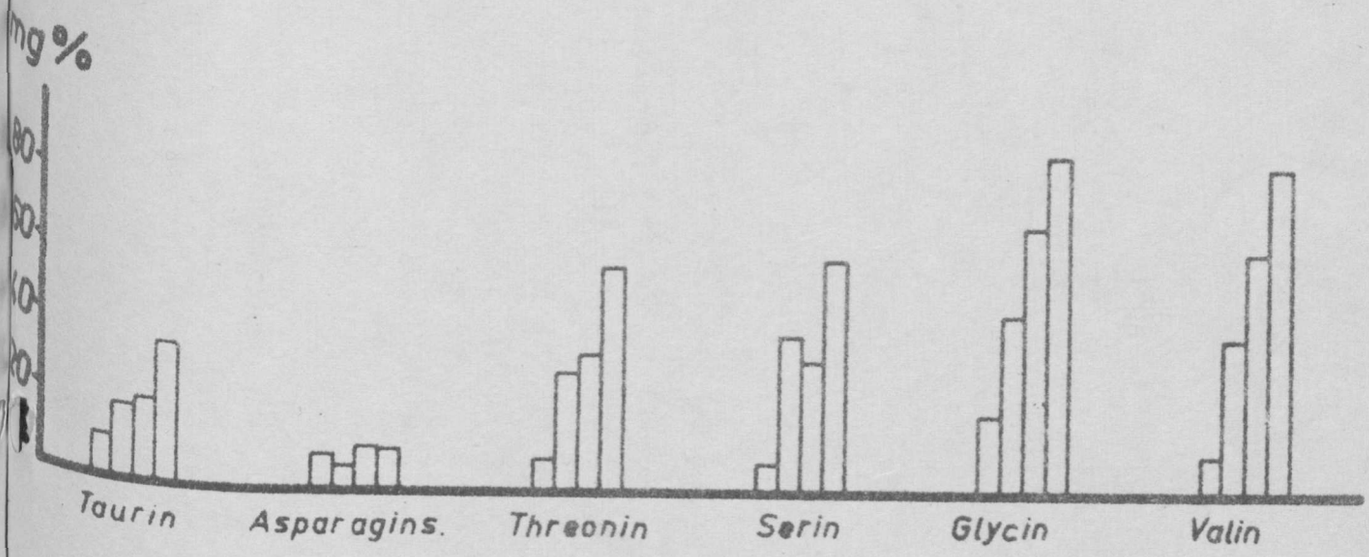
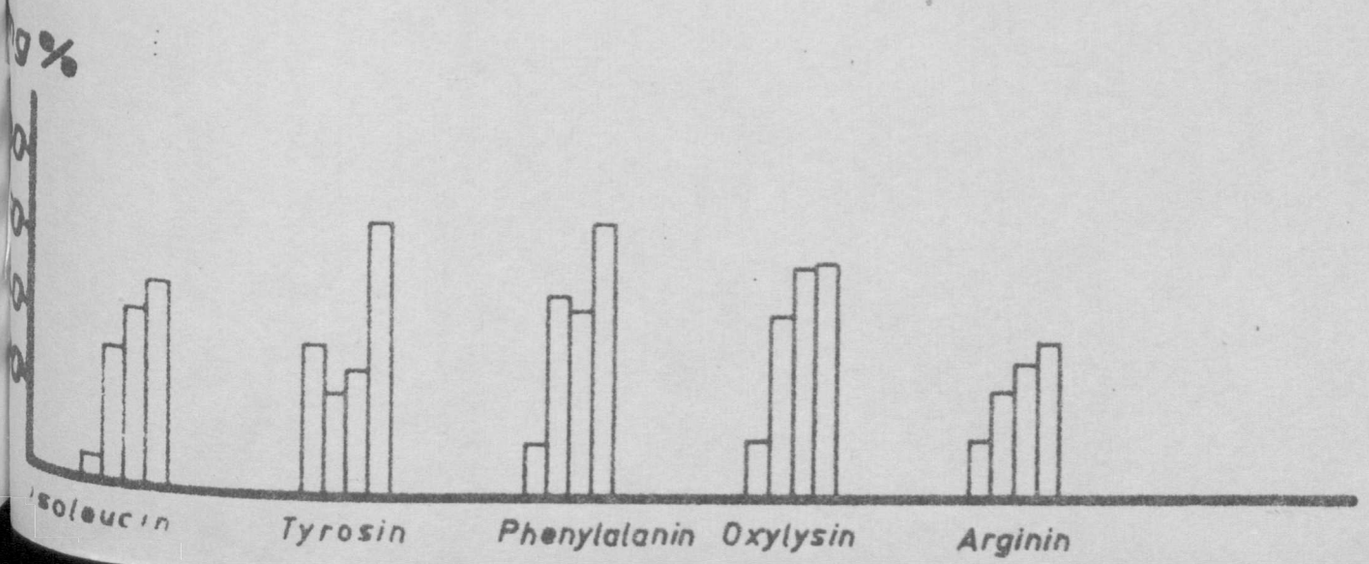
} Einteilung nach den Zahlenwerten der Autoren

Körmendy u. Gantner (1962)

± = gerade noch nachweisbar
+ = in geringer Menge
++ = stark nachweisbar
+++ = sehr stark nachweisbar

} Einteilung der Autoren

Maximalwerte der verschiedenen Keimgruppen vor den Aminosäureanalysen (0, 6, 23, 46 Tage)



Nachgewiesene mg/% Aminosäuren in einer Salami Abb. II
(0, 6, 23, 46 Tage)