

+

20

SEVENTH MEETING OF EUROPEAN MEAT RESEARCH WORKERS

Warszawa 18. - 23.9.1961

ÜBER DIE CHEMISCHEN VERÄNDERUNGEN IN DER ROHWURST WÄHREND DER
REIFUNG,

insbesondere über die Veränderungen der stickstoffhaltigen
Substanzen

von

F. P. Niinivaara, M. S. Pohja und S. E. Komulainen,

Forschungsanstalt der genossenschaftlichen Schlachthöfe, Hämeenlinna und
Institut für Fleischtechnologie Universität Helsinki.

ÜBER DIE CHEMISCHEN VERÄNDERUNGEN IN DER ROHWURST WÄHREND DER REIFUNG,

insbesondere über die Veränderungen der stickstoffhaltigen Substanzen

Die Reifung der Rohwurst ist ein komplizierter, von Enzymen des Fleisches und der Mikroorganismen hervorgerufener Prozess, der der Rohwurst ihren charakteristischen Geschmack, ihr Aroma und die erwünschte Farbe und Konsistenz verleiht.

Unsere Kenntnisse über die Entstehung des Geschmacks, des Aromas und der Konsistenz sind noch sehr lückenhaft. In der bisherigen Forschung liegt der Schwerpunkt bei der Untersuchung der Mikrobenflora, bei der Veränderung des pH-Wertes, der Bedeutung der Kohlenhydrate und der Entstehung der Farbe, Faktoren, in der Praxis eine wichtige Rolle spielen. Dagegen ist zum Beispiel das Gebiet der Eiweißstoffe und deren chemischen Veränderungen während des Reifungsprozesses nur von wenigen Forschern erfasst worden. Auch was die Rolle der Fette und ihrer Abbauprodukte bei der Bildung der Rohwurst-Aromen betrifft, fehlt noch eine exakte Forschung. Unsere Kenntnisse über die eventuelle Wichtigkeit dieser Substanzen beruht auf dem, was über die Bedeutung der Fette bei der Geschmacksbildung des Fleisches verschiedener Tiere bekannt ist (z.B. Veröffentlichungen von Hornstein und Mitarbeiter (1960), Hofstrand u. Jacobson (1960).

In der vorliegenden Arbeit, die vorläufig auf einigen orientierenden Versuchen beruht, haben wir die Veränderung der stickstoffhaltigen Substanzen während der Reifung untersucht unter besonderer Berücksichtigung der Abhängigkeit des Geschmacks und Aromas von diesen Zerfallsprodukten der Eiweißstoffe.

Die Reifung des Fleisches bzw. der Rohwurst

Die Reifung des Fleisches während der Lagerung ist nicht ohne weiteres mit dem Reifungsprozess der Rohwurst zu vergleichen. Unsere Kenntnisse über die chemischen und bakteriologischen Veränderungen bei der Fleischreifung berechtigen uns nicht, direkte Schlussfolgerungen über die chemischen Veränderungen bei der Rohwurstreifung zu ziehen. Sowohl die physikalischen (Temperatur, Feuchtigkeit), als auch die chemischen Verhältnisse (Gehalt an zugesetzten Chemikalien wie

Kochsalz, Nitrat, Nitrit, Glukose) sind in den beiden Fällen wesentlich verschieden. Entsprechend unterscheiden sich auch der Geschmack und das Aroma beim Fleisch und bei der Rohwurst.

Ueber die Chemie von Geschmack und Aroma des Fleisches gibt es zahlreiche Untersuchungen (Crocker (1948), Gorbатов (1957), Kramlich u. Pearson (1958), Wood (1961), Kurtz (1961)).

Ferner haben Grau und Böhm (1958) den Gehalt an freien Aminosäuren von Schinken während der Pökellung untersucht. Dagegen gibt es sehr wenig entsprechende Untersuchungen über die Rohwurst.

Politi und Colla (1943) veröffentlichten eine der ersten Untersuchungen über die Veränderung der löslichen Stickstoffverbindungen der Rohwurst. Sie stellten eine kleine Vermehrung der löslichen Stickstoffsubstanzen fest. Ebenso nahm die nichtkoagulierende Stickstofffraktion und der Ammoniakstickstoff im Verlaufe der Reifung zu. Pizzorno (1949) untersuchte die chemischen Veränderungen in der Rohwurst mit der Absicht, einen "Index" zu finden, der den optimalen Reifungsgrad der Wurst angeben sollte. Er nahm an, dass der Gehalt an löslichen Stickstoffverbindungen während der Reifung zunimmt. Diese Tatsache konnte er auch mit Hilfe vieler Analysen nachweisen. Die nähere Untersuchung zeigte jedoch, dass die Variation des Verhältnisses Total-N/Amino-N zu variabel war, um irgendwelche Schlussfolgerungen zu berechtigen.

ten Cate (1960) hat die Abhängigkeit des Aromas von verschiedenen Bakterienarten untersucht, wobei das Aroma organoleptisch beurteilt wurde. Während der Reifung stellte er eine linear verlaufende Fettsäurespaltung des Wursthettes fest. Diese Fettsäurespaltung hängt nach ten Cate von den Lipasen der Initialflora ab. Er ist überzeugt, dass die Bakterienflora einen entscheidenden Einfluss auf das endgültige Aroma der Rohwurst ausübt.

Diese Ansicht vertreten auch Zanzucchi und Delindati (1955, 1957). Sie glauben, dass die Bildung des Aromas nicht nur von der Art oder Gattung der Mikroorganismen sondern auch vom Milieu abhängt. Der Einfluss der Mikroorganismen auf das Aroma der Rohwurst wurde auch von Keller (1954) und Keller u. Meyer (1954) untersucht. Ebenfalls

erwähnt seien hier die diesbezüglichen Arbeiten von Niinivaara (1955) und Niinivaara und Pohja (1956, 1957). Auf Grundervähnten Arbeiten ist es uns zweifellos klar, dass die Bakterienflora der Rohwurst einen wesentlichen und sehr wichtigen, aber nicht den einzigen Faktor bei der Bildung des Aromas der Rohwurst darstellt.

Einige neue, sehr interessante und wertvolle Resultate enthält die umfangreiche Arbeit von Maillet und Henry (1960). Sie haben eine grosse Menge fertige, etwa 2 Monate alte Rohwürste untersucht und stellten u. a. folgendes fest: Von dem Stickstoff der Wurst ist mehr als 20 % wasserlöslich. Oligopeptide vom Typ Karnosin sind in allen untersuchten Würsten von guter Qualität unverändert vorgefunden worden. Freie Aminosäuren kann man als Endprodukte enzymatischer Proteolyse betrachten. Das im Laufe der Reifung beginnende Auftreten der freien Asparagin- und Glutaminsäure in relativ beachtlicher Menge (ein Zeichen von fortgeschrittener Autolyse) scheint mit einer ziemlich starken Veränderung der organoleptischen Eigenschaften zusammenzuhängen: denn der Geschmack und das Aroma an sich sind sehr ausgeprägt. Die freien basischen Aminosäuren nehmen im Laufe der Reifung sehr rasch zu, und werden in allen Würsten vorgefunden, deren organoleptischen Eigenschaften (Geruch, Geschmack, Farbe) gut sind. Die Anwesenheit von Histamin, ein Produkt der mikrobiologischen Decarboxylation des Histidins, weist auf eine unerwünschte proteolytische Aktivität hin. Die freien Fettsäuren steigen während der Reifung beachtlich an, die Peroxyde hingegen nur wenig.

Auf Grund unserer bisherigen Kenntnisse kann man heute noch kein einheitliches und deutliches Bild über den Reifungsprozess und die Geschmacks- und Aromafaktoren der Rohwurst, noch über die die Qualität des Produktes bestimmenden Verhältnisse geben.

Eigene Versuche

Unsere Versuche sind vorläufig noch sehr orientierend. Der Schwerpunkt liegt hauptsächlich bei der Erprobung der Analysenmethoden.

1. Die Herstellung der Dauerwürste

Die Würste entsprachen etwa der Zusammensetzung von 1/3 Rindfleisch, 1/3 Schweinefleisch und 1/3 Speck und die Zutaten waren pro Kilo: 33 g Natriumchlorid, 3 g Glukose, 7,7 g Gewürze, 0,5 g Salpeter.

Die Rohwürste wurden in der Fleischwarenfabrik "Lihakunta, Kuopio" nach den üblichen Methoden hergestellt. Es handelte sich also nicht um spezielle Probewürste sondern um normale Fabrikprodukte. Die verwendeten Bakterien-reinkulturen wurden von der Firma Rudolf Müller Co, Hamburg, hergestellt.

Die Vortrocknung geschah im ersten Fall in einer Autotherm-Klimaanlage, im zweiten Fall in einer Örico-Rauchanlage. Die Vortrocknungs- und Räucherungstemperatur war in beiden Fällen etwa 18 - 20°C, die Luftfeuchtigkeit etwa 90 - 95 %. In der Örico - Rauchkammer wurde die Räucherung nach etwa 5 Tagen begonnen, in der Autotherm - Klimaanlage unmittelbar nach Einlegen der Würste.

2. Durchgeführte Untersuchungen.

a. Bei der organoleptischen Beurteilung wurde besondere Aufmerksamkeit auf Farbe, Konsistenz, Geschmack und Geruch verwendet.

b. Bei der bakteriologischen Untersuchung wurden hauptsächlich Mikroorganismen der folgenden Bakteriengruppen festgestellt:

- Aeroben
- Anaeroben
- Säurebildner
- Nitratreduzierende Bakterien
- Fleischiweiß proteolysierende Bakterien

c. Für die chemischen Untersuchungen wurde die Wurstmasse homogenisiert, worauf folgende Bestimmungen durchgeführt wurden:

- pH - Wert
- die chemische Zusammensetzung, die die Bestimmung der fettlosen Trockensubstanz ermöglichte
- Menge der wasserlöslichen Stickstoffsubstanzen
- Menge der Stickstoffsubstanz, die sich in 10 proz. Trichloressigsäure löst.

Aus dem Wasserextrakt der Rohwurst wurden die Mengen folgender Substanzen bestimmt:

- löslicher Totalstickstoff
- der nach erfolgter Dialyse lösliche Proteinstickstoff
- die Fraktionierung der oben erwähnten Proteine erfolgte mittels Agargelelektrophorese.

Aus dem Trichloressigsäure - Extrakt wurden entsprechend bestimmt:

- löslicher Totalstickstoff
- Ammoniakstickstoff
- Aminostickstoff
- freie Aminosäuren mittels Papierchromatographie.

Die Resultate wurden auf fettlose Trockensubstanz berechnet. Besonders wurde die Aufteilung der Stickstoffverbindungen in Bezug auf den Gesamtstickstoff und deren Veränderungen berücksichtigt.

3. Untersuchungs- und Analysenmethoden.

Für die bakteriologischen Untersuchungen gelangten die üblichen Methoden zur Anwendung, während die Fleischiweiß proteolysierenden Bakterien nach dem Hydrolysezonen - Verfahren nach Pohja und Mitarbeiter (1960) bestimmt wurden.

Für die chemischen Bestimmungen dienten folgende Methoden:

- Stickstoffgehalt nach Kjeldahl
- Fettgehalt nach der Methode von Gerber, modifiziert von Pohja und Mitarbeiter (1956)
- Ammoniakstickstoff nach Pucher (1935)
- Aminostickstoff nach Pope und Stevens (1939)
- Zur Herstellung der Extrakte wurde die homogenisierte Wurstmasse mit kaltem Wasser gemischt und 1/2 Stunde im Kühlschrank stehen gelassen. Darauf wurde zentrifugiert, nochmals extrahiert und wiederum zentrifugiert, worauf die Extrakte vereinigt wurden. Das Extrahieren mit 10 prozentiger Trichloressigsäure erfolgte in entsprechender Weise.
- Zur Dialyse wurde ein Dialysierschlauch aus Plastik verwendet. Vorerst wurde während 18 Stunden gegen Wasser dialysiert, danach 4 Stunden gegen Boratpuffer von pH 8,6 mit einer ionalen Stärke von 0,05. Der im Verlauf des Verfahrens entstandene Niederschlag wurde abfiltriert.

- Für die Elektrophorese wurde die Lösung durch Gefrier-
trocknung (nach Watzke (1956)) konzentriert, und das trockene
Pulver in einer kleinen Menge Wasser gelöst.
- Zur Agargelelektrophorese, die mit bereits erwähntem
Boratpuffer erfolgte, benutzte man 1 prozentige Agargels-
streifen. Die Probe wurde in eine kleine "Tasche" im Agargel
pipetiert, worauf die Elektrophorese in einem LKB - Gerät
während 18 Stunden bei 150 Volt durchgeführt wurde.

Nach der Elektrophorese wurden die Streifen getrocknet
und mit Lissamine - green gefärbt (nach Corringe (1957)).

Die Flecken wurden abgeschnitten, in Pufferlösung gelöst
und mit einem Zeiss - Spektrophotometer gemessen.

- Die Papierchromatographie der Aminosäuren erfolgte nach
den üblichen Methoden. Als Lösungsmittel kamen Butanol -
Essigsäure - Wasser und Phenollösung zur Anwendung, als
Papier Whatmannpapier N:o 4. Gefärbt wurde mit Ninhydrin.
Die Stärke der Flecken, also die Menge der betreffenden
Aminosäure, beurteilte man visuell. Die Entsalzung der
Trichloressigsäurelösung erfolgte mit Amberlit IR 120
(nach Hirs und Mitarbeiter (1952)).

Ergebnisse und Besprechung

Es wurde die Reifung zweier Rohwurstpartien, die einerseits in einer Autotherm-Anlage Serie A andererseits in einer Örico-Anlage Serie Ö hergestellt wurden, während 4 Wochen verfolgt. Die Proben zur Untersuchung wurden unmittelbar nach dem Spritzen und danach einmal jede Woche entnommen.

Man konnte feststellen, dass die Partie in der Autotherm-Anlage (Serie A) etwas schneller ausreifte als die Partie in der Örico-Anlage (Serie Ö.) Ebenfalls in der Konsistenz und der Entstehung der roten Farbe gab es kleine Unterschiede. Nach drei Wochen waren diese jedoch weniger ausgeprägt. Das Aroma und der Geschmack der beiden Partien waren ziemlich ähnlich.

Aus den Analyseresultaten (vergleiche die graphischen Darstellungen) lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

1. Der Wassergehalt vermindert sich in Serie A von 53 % auf 37 % und in Serie Ö von 47 auf 34 %. Die Unterschiede im Wassergehalt sind durch verschiedene Fleischzusammensetzung bedingt.
2. Der pH-Wert sinkt von einem Anfangs pH von 5,8 auf 4,7 bei Serie A respektiv 4,9 bei Serie Ö.
3. Der Salzgehalt steigt schneller in Serie A als in Serie Ö, was durch die schnellere Trocknung bewirkt wird.
4. Die Menge sowohl der aeroben sowie auch der anaeroben Bakterien nimmt im Anfang schnell zu. Später findet eine langsame Abnahme der Bakterienmenge statt, was den früheren Ergebnissen von Niinivaara und Pohja (1956), wie auch denen von Coretti (1956) entspricht.
5. Die Menge der proteolytischen Bakterien in der Wurstmasse vergrößert sich im Anfang ein wenig. Diese Bakterien sind aber bei diesen Wurstarten ohne grössere Bedeutung, da die Vermehrung der Fleischproteolyten in diesen pH-Werten und Salzkonzentrationen nicht mehr möglich ist (Pohja und Niinivaara (1960)).
6. Die Menge der nitratreduzierenden Bakterien geht nach einigen Tagen zurück. Falls die endgültige Farbe der Rohwurst nicht im Laufe dieser Zeit entstanden ist, wird ihre Bildung später mangelhaft sein oder bleibt sogar völlig aus.

7. Die Reduktion des Nitrats ist im Laufe der ersten Woche sehr kräftig. Nachher enthält die Wurstmasse nur noch Spuren davon. Die Reduktion von Nitrit erfolgt schon in den ersten Tagen der Reifung, sobald der pH-Wert bis 5,4 gesunken ist. (vergleiche Niinivaara 1955). Infolge der kräftigen pH-Senkung ist in den späteren Stadien der Reifung in der Wurstmasse kein Nitrit mehr zu finden. Diese Beobachtung stimmt gut mit den Untersuchungen von Pizzorno (1949) überein.

8. In Serie A nimmt der wasserlösliche Stickstoff dauernd ab. Bei einem Anfangswert von etwa 16,5 % wird im Verlauf von 4 Wochen ein Wert von 12,3 % erreicht. Dagegen ist in Serie Ö zuerst eine Zunahme des wasserlöslichen Stickstoffes festzustellen. Im Laufe von 2 Wochen steigt der wasserlösliche Stickstoff von 15,1 auf 19,6 % an, worauf er dann abnimmt. Nach drei Wochen wird ein Wert von 17,5 % erreicht. Maillet und Henry (1960) teilen viel grössere Werte für die französischen Rohwürste mit. Die Veränderung des löslichen Stickstoffs während der Reifung haben sie nicht untersucht, geben aber für 1-2 Monate alte Rohwürste Werte von $21,3 \pm 2,2$ % an. Emmanuel (1939) nennt für die italienischen Salami Anfangswerte von 21-26 %, welche nach 4-8 monatiger Trocknung Werte von 16-17 % angenommen haben. Nach Guastalla (ref. Pizzorno) findet im Anfang eine Zunahme des löslichen Stickstoffes statt, ein Zeichen der Peptonisation des Fleisches. Später nimmt dann der lösliche Stickstoff ab.

9. Der nach der Dialyse wasserlösliche Stickstoff verringert sich entsprechend dem Fortschreiten der Reifung. In Serie A sinkt sein Anteil von 10,3 auf 3,7 % berechnet auf Rohstickstoff. Die entsprechenden Werte in Serie Ö sind 10,3 und 6,3 %.

Durch die Elektrophorese zerfiel dieses Eiweiss in neun Fraktionen, die im Anfang sehr deutlich waren. Die Fraktionen wurden von 1 bis 9 nummeriert. Nr. 1 bleibt im Startpunkt, die Fraktionen 2-7 wandern nach der Kathode (davon Nr. 7 am meisten) und die Fraktionen 8-9 nach der Anode (dabei Nr. 9 am meisten). In Serie A sind alle Fraktionen etwa gleich kräftig. In Serie Ö dagegen ist Fraktion 1 deutlich kräftiger als die anderen. Die Unterschiede in der Stärke der Fraktionen nahmen im Laufe der Reifung ab. Die Identifizierung der Fraktionen werden wir später durchführen.

10. Die Menge des in TCE löslichen Stickstoffes nimmt zu. Sie beträgt in den Würsten der Serie A etwa 9,4 - 11,4 % des Totalstickstoffes, in Serie Ö 10,0 - 14,7 %. Es ist zu bemerken, dass der Unterschied zwischen wasserlöslichem und TCE-löslichem Stickstoff im Laufe der Reifung geringer wird. Bei längerer Reifung würde er wahrscheinlich ganz verschwinden.

11. Die Menge des löslichen Aminostickstoffs zeigt während der Reifung eine spärliche Zunahme. Diese beträgt in Serie A 1,9 - 2,8 %, in Serie Ö 1,5 - 4,1 %.

Die entsprechenden Zahlen nach Pizzorno (1949) variieren je nach dem Typ der Wurst zwischen 1 und 9 %. In den Würsten vom Salami-Typ beträgt sie meistens zwischen 3 und 5 %.

12. Die Menge des Ammoniakstickstoffs beläuft sich in Serie A auf 0,3 - 0,9 %. Der maximale Wert wird ungefähr in der Mitte der Reifung erreicht. In Serie Ö nimmt der Ammoniakstickstoff andauernd zu und zwar von 0,3 auf 1,1 %.

Nach Guastalla nimmt der Ammoniakstickstoff im Anfang zu und bleibt danach unverändert. Der Autor erklärt diese Beobachtung mit dem Aufhören der Spaltung der Eiweißstoffe. Politi und Mitarbeiter (1943) geben an, dass der Ammoniakstickstoff etwas ansteigt und in den fertigen Produkten etwa 1 % beträgt.

13. Die restlichen Stickstoffverbindungen - also löslicher Totalstickstoff minus Amino-, Ammoniak- und Proteinstickstoff - steigen in Serie A von 3,5 auf 5 %, in Serie Ö etwas kräftiger von 1,2 auf 6 %.

Die entsprechenden Veränderungen der Stickstoff-Fraktion der TCE-Lösung waren von den oben genannten verschieden.

Auf Grund dieser Resultate kann man annehmen, dass in der Rohwurst eine Peptonisation während und besonders am Ende der Reifung stattfindet. Die TCE-Lösung spaltet gewisse Proteinbindungen, denn dieses Extrakt enthält mehr Stickstoffverbindungen als die wässrige Lösung. Die Peptonisation und die Abnahme des wasserlöslichen Proteins nach der Dialyse erklären die Veränderungen des wasserlöslichen Stickstoffs sowohl in wässriger wie auch in TCE-Lösung.

14. In der Wurstmasse wurden folgende freien Aminosäuren festgestellt (wobei sich die Reihenfolge auf die Quantitäten bezieht): alfa-Alanin, Serin, Valin, Glyzin, Treonin, Leusin, iso-Leusin, Histidin, beta-Alanin, Arginin, Glutaminsäure, Lysin, Phenylalanin, Tyrosin, Tryptophan, Prolin, alfa-Aminobuttersäure, gamma-Aminobuttersäure, Ornithin ferner noch Äthanolamin und Glutamin. Unsicher ist das Vorkommen von Taurin, Citrullin, Asparaginsäure und Asparagin sowie die Gruppe Cystein, Cystin, Cystinsäure.

In quantitativer Beziehung fanden im Laufe der Reifung bei verschiedenen Aminosäuren Veränderungen statt. Arginin, alfa-Alanin, beta-Alanin und Glycin nahmen ab, Tyrosin verschwand völlig.

Phenylalanin, Treonin, Histidin und besonders Methionin nahmen zu.

Im Verlauf der ersten Woche konnte auch die Bildung von Tyramin festgestellt werden, dessen Menge zunahm, je weiter sich die Reifung entwickelte.

Diese Beobachtungen gelten für beide Versuchsserien, doch waren die Veränderungen in Serie A (Autotherm) deutlicher als bei den Würsten von Serie Ö (Örico).

Maillet und Henry (1960) haben 1 1/2 - 2 Monate alte fertige Rohwürste untersucht und fanden in diesen reichliche Mengen Asparaginsäure und Glutaminsäure. Diese Resultate scheinen gut übereinzustimmen mit der Ansicht von Grau und Böhm (1958), die angeben, dass das Auftreten von freier Asparaginsäure ein Zeichen fortgeschrittener Autolyse sei. Diese Bemerkung würde nach ihrer Meinung auch für Glutaminsäure gelten. Weiter haben Maillet und Henry festgestellt, dass die Mengen der basischen Aminosäuren beim Fortschreiten der Reifung kräftig zunehmen. Besonders reichlich kommen Lysin, Arginin und Histidin vor. Die organoleptischen Eigenschaften der Würste scheinen in Beziehung zu stehen mit der Bedeutung der basischen Aminosäuren, wobei möglicherweise ihr Vorkommen und ihre Menge in Betracht fallen. Den freien neutralen Aminosäuren wurde im Rahmen der Untersuchung von Maillet und Henry weniger Bedeutung beigemessen.

In unseren Untersuchungen wurde das Verschwinden von Tyrosin und die Abnahme von Arginin festgestellt.

Zusammenfassung

Es wurde die Reifung zweier fabrikmässig hergestellter Rohwurspartien im Verlauf von vier Wochen verfolgt. Die Vortrocknung und Räucherung geschah in zwei verschiedenen Anlagen: Serie Ö in einer Örico-, Serie A in einer Autotherm-Klimaanlage. Es wurde das Entstehen der Konsistenz und der Farbe, sowie die Veränderungen des Säuregrades, des Geschmacks und des Aromas verfolgt. Durch die chemischen Analysen wurden besonders die Veränderungen in den stickstoffhaltigen Substanzen untersucht. Ferner durch die Bestimmung nach der Dialyse die Veränderungen der löslichen Eiweisssubstanzen aus den Wasser- und TCE-Extrakten, sowie die Mengen von Ammoniak- und Aminostickstoff, Oligopeptiden und Extraktivstoffen.

Der wasserlösliche Proteinstickstoff wurde durch Agargelelektrophorese in 9 verschiedene Fraktionen getrennt. Die verschiedenen einzelnen Aminosäuren und ihre quantitativen Anteile untersuchte man durch zweidimensionale Papierchromatographie.

Die Mengen der folgenden, während der Reifung anwesenden Bakteriengruppen wurden bestimmt: Die Aeroben, die Anaeroben, die Fleischproteolyten, die Säurebildner und die nitratreduzierenden Bakterien.

Folgende Beobachtungen wurden gemacht:

- Eine Ursache zur Verbesserung der Konsistenz mag in der Koagulation der Eiweisstoffe liegen. Darauf weist die kontinuierliche Abnahme des wasserlöslichen Stickstoffes beim Fortschreiten der Reifung hin
- Amino- und Ammoniakstickstoff nehmen sehr langsam zu. Die Veränderungen und die Mengen dieser Substanzen sind jedoch so klein, dass sie wahrscheinlich keine Rolle spielen bei der Bildung von Geschmack und Aroma.
- Die Desaminierung und Proteolyse der Eiweisstoffe findet nur in sehr geringem Masse statt. Die Vermehrungsmöglichkeiten der proteolytischen Bakterien sind unter den herrschenden Verhältnissen (niedriger pH-Wert und relativ hohe Kochsalzkonzentration) sehr beschränkt.
- Es wurden dieselben freien Aminosäuren gefunden wie im Fleisch.

Die Mengenverhältnisse dieser Substanzen variierten während der Reifung folgendermassen: Arginin, alfa-Alanin und beta-Alanin nahmen ab, Phenylalanin, Treonin, Histidin und besonders Methionin nahmen zu. Ferner wurde mit dem Fortschreiten der Reifung das Auftreten von Tyramin festgestellt.

LITERATURVERZEICHNIS

- ten CATE, L. 1960. The microbiology of tempered dry sausage. Tijdschr. voor Diergeneeskunde 85, 743-751.
- " 1960. The flavour of dry sausage. Tijdschr. voor Diergeneeskunde 85, 859-864.
- CORETTI, K. 1956. Veränderungen des Keimgehaltes während der Reifung von Rohwurst. Fleischwirtschaft 8, 197-199.
- . 1956. Rohwurstkeime und Wurstreifung. Fleischwirtschaft 8, 260-261. 1956.
- CORRINGE, J.A.L. 1957. Lissamine green as a protein stain in paper electrophoresis. Clinica Chimica Acta 2, 353-371.
- CROCKER, E.C. 1948. Flavor of meat. Food Res. 13, 179-183.
- EMMANUELLE, F. 1939. La maturation du saucisson sec. L'Industria Italiana Delle Conserve. Sept-Oct. (Ref. Maillet und Henry, 1960)
- GORBATOV, V.M. 1957. Die neuen Ausführungen in der Fleisch- und Fleischwaren Untersuchung. III. Tagung europäischer Fleischforscher, Roskilde.
- GRAU, R. und BÖHM, A. 1958. Über freie Aminosäuren in frischem und gepökeltem Fleisch. Z. Lebensm.-Untersuch. u.-Forsch. 108, 135-143.
- GUASTALLA, (Ref. Pizzorno 1949).
- HIRS, C.H.W., MOORE, S. und STEIN, W. 1952. Isolierung von Aminosäuren durch Chromatographie an Ionenaustauschersäulen. J. Biol. Chem. 195, 669-683.
- HOFSTRAND, J. und JACOBSON, M. 1960. Role of fat in flavour of lamb and mutton as tested with broths and with depot fat. Food Res. 25, 706-711.
- HORNSTEIN, I. und CROWE, P.F. 1960. Flavor studies on beef and pork. J. Agric. Food Chemistry 8, 494-498.
- , CROWE, P.F. und SULZBACHER, W.L. 1960. Bestandteile des Rindfleischaromas. J. Agric. Food Chem. 8, 65-67.
- KELLER, H. 1954. Die bakterielle Aromatisierung der Rohwurst.

- Fleischwirtschaft 6 ,453-454.
- KRAMLICH ,W.E. und PEARSON ,A.M. 1958. Some preliminary studies on meat flavor. Food Res. 23 , 567-574.
- KURTZ, G.W. 1961. Die Chemie des Fleischaromas. Ref. Z. Lebensm.-Unters. u. -Forsch. 114 ,43.
- MAILLET, J. und HENRY, M. 1960. Etude de quelques produits de la proteolyse et de la lipolyse dans le saucisson cru. C. I. I. A. - B. I. P. C. A. VI Symposium, Madrid 1960.
- NIINIVAARA, F.P. 1955. Über den Einfluss von Bakterienreinkulturen auf die Reifung und Umrötung der Rohwurst. Dissertation Helsinki.
- " und POHJA, M.S. 1956. Über die Reifung der Rohwurst. I. Mitteilung. Die Veränderungen der Bakterienflora während der Reifung. Z. Lebensm.-Untersuch. u. -Forsch. 104, 413-422.
- PIZZORNO, L. N. 1949. Indice de maduracion de los embutidos estacionados. Revista de la Asociacion Bioquimica Argentina. XIV, Sept. -Oct. 2-9.
- POHJA, M.S. , KOMULAINEN, S.E. und NIINIVAARA ,F.P. 1956. Die Fettbestimmung in Fleisch und Fleischprodukten nach dem verfahren von Gerber. Z. Lebensm.-Unters. u. -Forsch. 103 , 331-341.
- " und NIINIVAARA, F.P. 1960. Die Bedeutung einiger stark proteolytischer, zur Gattung Bacillus gehöriger Sämme, bei der Reifung der Rohwurst. Fleischwirtschaft 12, 932-934.
- " ,RIGLER.F. und NIINIVAARA ,F.P. 1960. Ein Verfahren zum Nachweis der Proteolyse im Fleisch. Fleischwirtschaft 12, 834-835.
- POLITI, I. , COLLA, C. und CORBERI, E. 1943. The process of ripening and the preservation of sausages. III. Investigations on the rapid ripening of smoked sausages. Ann. microbiol. 3, 16-29. (Ref. Chem. Abstr. 38, 5994, 1944.)

- POPE, C.G. und STEVENS, M.F. 1939. The determination of aminonitrogen using a copper method. *Biochem. J.* 33, 1070-1077.
- PUCHER, G. , VICKERY, H.B. und LEAWENWORTH, C.S. 1935. Determination of ammonia and of amide nitrogen in plant tissue. *Ind Eng. Chem. Anal. Ed.* 7, 152-156.
- WATZKE, E. 1956. Eine einfache Apparatur zur labormässigen Gefrier-trocknung. *Naturwissenschaften* 43, 83.
- WOOD, I. 1961. The browning of OX-muscle extracts. *J. Science Food Agrig.* 12, 61-69.
- ZANZUCCHI, A. und DELINDATI, G. 1955. Studio su alcuni stipiti batterici produttori di aroma, isolati da insaccati durante il processo di maturazione. *Industria Conserve* 30, 167-171.
- " . 1957. SULL' influenza della flora batterica nei processi di maturazione degli insaccati. *Industria Conserve* 32, 10-17.

NUMBER OF MEAT
PROTEOLYZERS

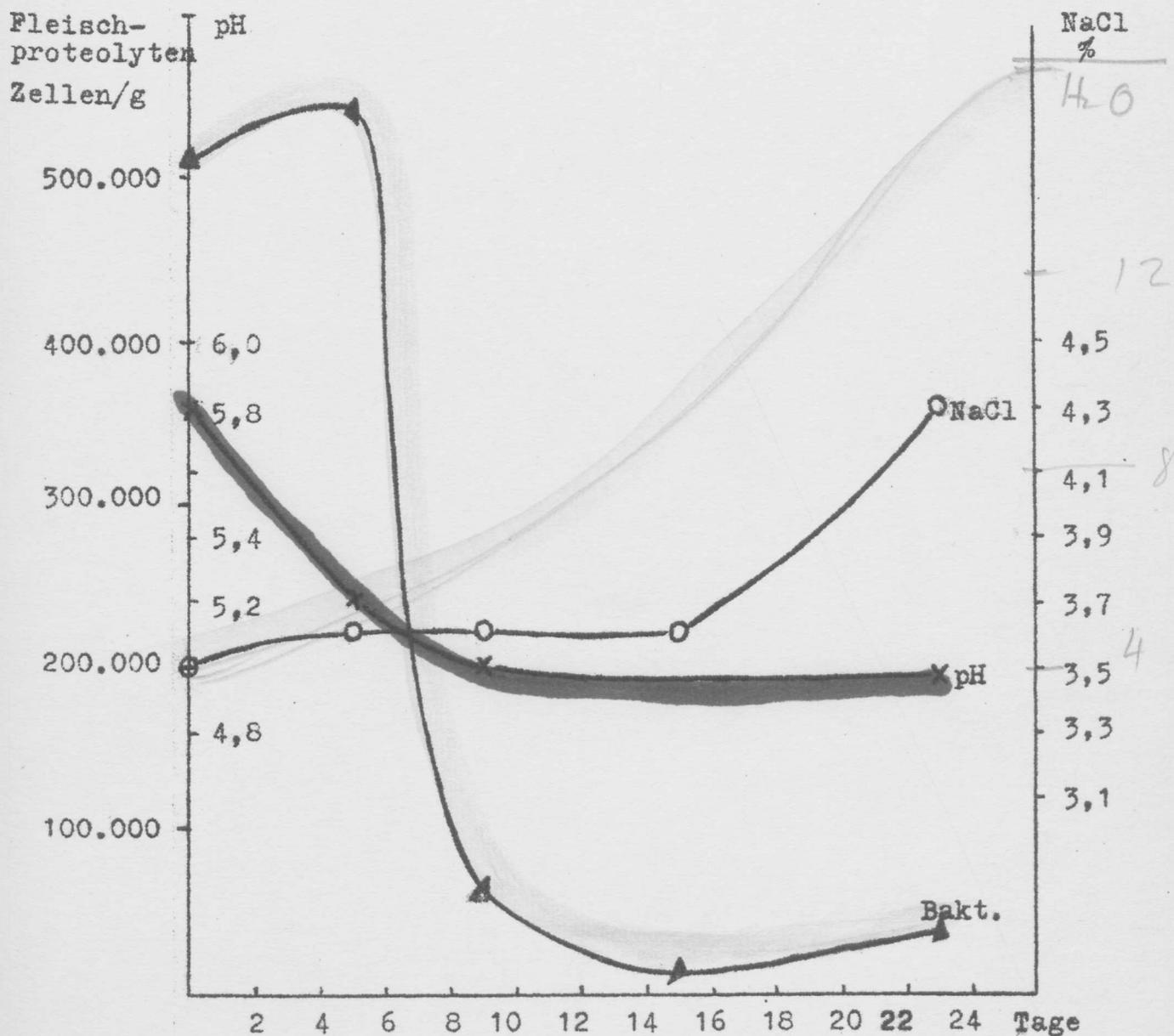


Abb. 1. Die Veränderungen der Menge der Fleischproteolyten.

NUMBER
AMOUNT OF MEAT PROTEOLYZING BACTERIA,
CORRELATION TO PH-VALUE AND $\frac{NaCl}{H_2O}$
CONCENTRATION

% von tot.-N
der Wurst

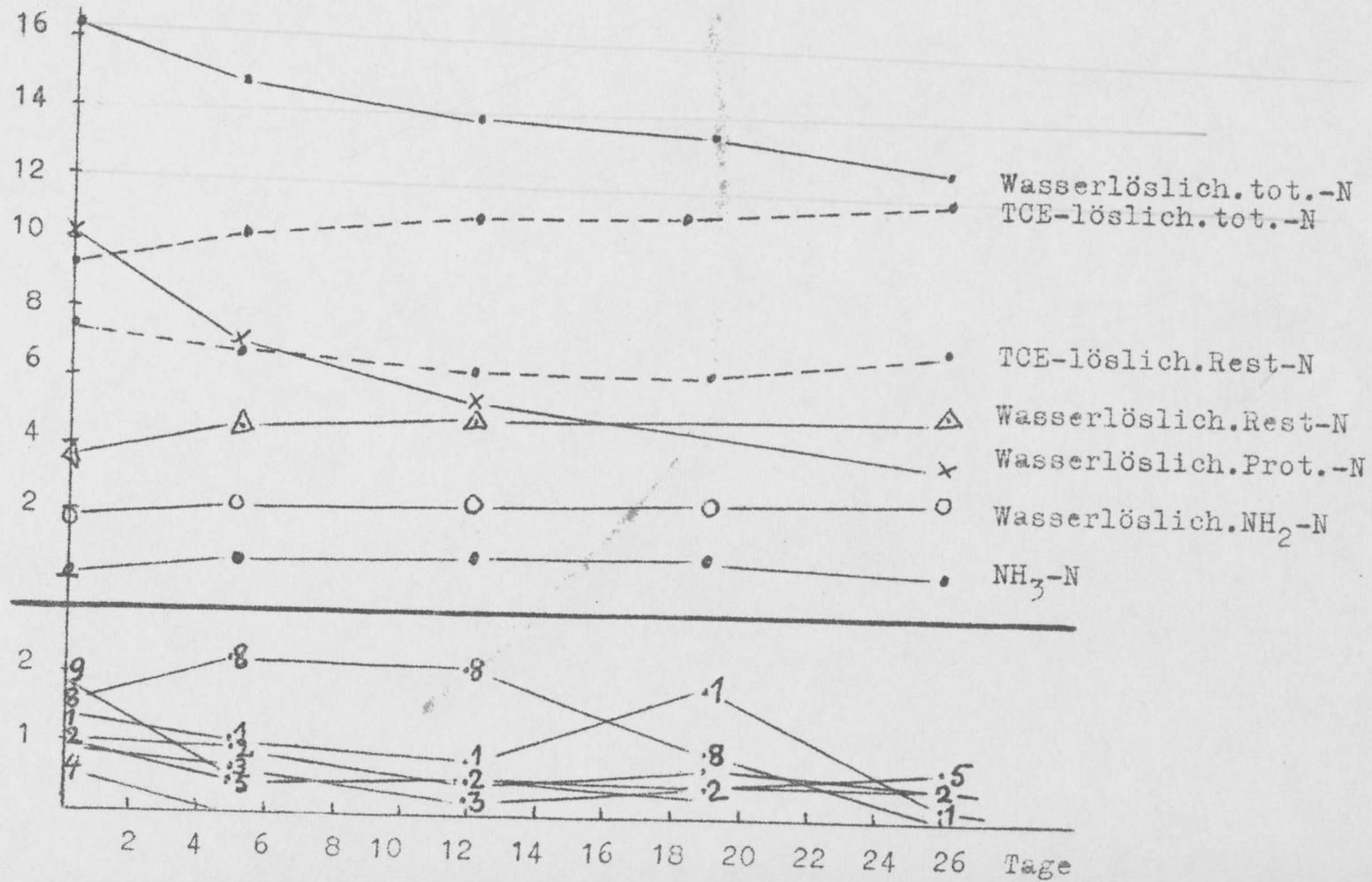


Abb. 2. Die Veränderungen der Mengen der verschiedenen Stickstoff- und Proteinfractionen in der Rohwurst (Serie A).

% von tot.-N
der Wurst

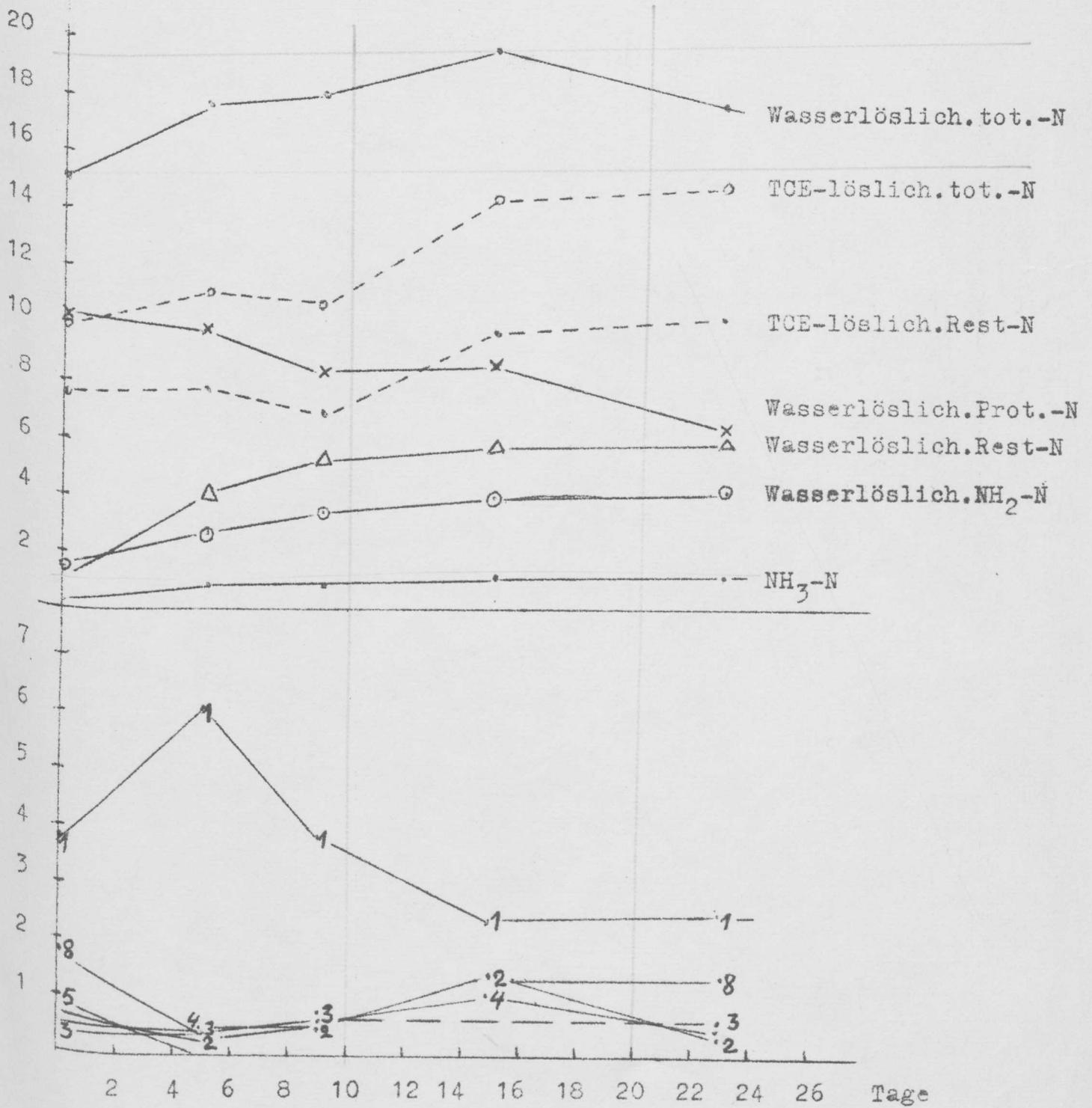


Abb. 3.. Die Veränderungen der Mengen der verschiedenen Stickstoff- und Proteinfraktionen in der Rohwurst (Serie Ö).