

ЕВРОПЕЙСКИЙ КОНГРЕСС РАБОТНИКОВ
И И МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

th EUROPEAN CONGRESS
OF MEAT RESEARCH INSTITUTES ^{24b}

ter EUROPÄISCHER KONGREG
DER FLEISCHFORSCHUNGSINSTITUTE

ème CONGRES EUROPEEN
DES INSTITUTS DE RECHERCHES
SUR LES VIANDES

A. K. Iskandarjan

DIE UNTERSUCHUNG DES BILDUNGSMECHANISMUS
VON GRÜNEN PIGMENTEN IN DEN GEPOKELTEN
FLEISCHWAREN

.N



МОСКВА 1962г.

DIE UNTERSUCHUNG DES BILDUNGSMECHANISMUS
VON GRÜNEN PIGMENTEN IN DEN GEPÖKELTEN FLEISCHWAREN

Kand. Chem. Wiss. A.K. Iskandarjan
Allunions-Forschungs-Institut der Fleischwirtschaft

Früher haben wir festgestellt (1-4), dass die Bildung von grünen Pigmenten in den gepökelten Fleischwaren durch den Überschuss von Hydroxylamin (500 γ % und höher) in den Pökellaken bedingt ist. Das Hydroxylamin entsteht gewöhnlich während der Denitrifizierung sowie bei Nitrat-, als auch bei Nitritpökellung. Die Denitrifizierung erfolgt in schwachsaurem Milieu, das gewöhnlich im gepökelten Fleisch und in den Pökellaken beobachtet wird (5,6). Das schwachsaure Milieu fördert seinerseits die Entwicklung der Reduktionseigenschaften von Hydroxylamin, das Ferrieisenionen zu Ferroeisenionen reduziert. Es ist bekannt, dass die quantitative Reduktion von Ferrieisenionen unter dem Einfluss von Hydroxylamin bei pH 3-6 erfolgt (7). Bei solchem pH geht unterdessen im Fleisch sowie vor der Pökellung, als auch während dieser die Oxydation von Myoglobin zu Metmyoglobin vor sich. Vor der Pökellung oxydiert das Myoglobin des Fleisches unter dem Einfluss von Luftsauerstoff (8-10) und während der Pökellung - unter dem Einfluss von dem in den Pökellaken gelösten Luftsauerstoff, sowie von freiem Nitrat (11) und Nitrit (12,13). Dabei wird die Oxy-

dation von Myoglobin mit Luftsauerstoff durch Natriumchlorid katalysiert (8).

An Hand der obenerwähnten Literaturangaben kann man annehmen, dass das in den Pökellaken (4,14) und im gepökelten Fleisch (15) gebildete Hydroxylamin an der Reduktion der Ferrieisenionen von Myoglobin zu Ferroeisenionen beteiligt ist, die für die Entstehung von Nitrosomyoglobin (16) notwendig sind. Wie wir festgestellt haben, hängt die Nitrosomyoglobin-Konzentration vom Eisenmyoglobingehalt im Muskelgewebe direkt ab (17,18). Aber die sonst positiven Reduktionseigenschaften von Hydroxylamin können unter Pökkelungsbedingungen und in Gegenwart von den in der Pökellake gelösten Luftsauerstoff sowie Nitrit und Nitrat auch negativ auf die Pökelfarbe des Fleisches einwirken.

In der vorliegenden Arbeit wird der Einfluss des in den Pökellaken gelösten Luftsauerstoffes auf die Bildung von grünen Pigmenten in Anwesenheit von Hydroxylamin untersucht. Dabei bezweckten wir die Bestimmung des Prozentsatzes von Ferro- und Ferrieisenionen in grünen, braunen sowie grauen Hämoglobinlösungen.

Anstatt Myoglobins wurde mit kristallinem Hämoglobin gearbeitet, was die Lösung der gesetzten Aufgaben äusserst vereinfachte und erleichterte. Solch ein Ersatz ist durchaus möglich, da die Redoxeigenschaften der Eisenionen von Blut- und Muskelgewebepigmenten gleich sind (19). Zur Gewinnung von kristallinem Hämoglobin haben wir die Methode von Kanig verwendet (20). Das mit dieser Methode gewonnene Hämoglobin wird der Myoglobinlösung analog getrocknet und mit früher

beschriebenen Methoden zum konstanten Gewicht gebracht (17,18).

Zur Bestimmung des Prozentsatzes von Ferro- und Ferrieisenionen beim gemeinsamen Vorkommen derselben in grünen, braunen sowie grauen Hämoglobinlösungen wurde ein photokolorimetrisches Verfahren entwickelt, das auf der von Wong (21) vorgeschlagenen Rhodanidmethode der Bestimmung von Gesamteisengehalt im Blut beruht. Der Vorteil dieses Verfahrens gegenüber allen anderen kolorimetrischen Methoden zur Bestimmung von Eisen im Blut besteht darin, dass hier äusserst empfindliches Reagenz - Rhodankalium verwendet wird. Das ermöglicht das Erhalten von gefärbten Lösungen in starksaurem Milieu. Diese Tatsache wurde von Wong zur quantitativen Abspaltung des Eisens vom Hämoglobin ausgenutzt, was seinerseits auch unsere Aufgabe bei der Entwicklung eines Verfahrens zur Bestimmung von Ferri- und Ferroeisen in Hämoglobinlösungen erleichterte. Aber neben dem obengenannten Vorteil hat das Verfahren von Wong zwei wesentliche Nachteile. Erstens ruft die Zugabe der gesättigten Kaliumpersulfatlösung zwecks Ferroeisenoxydation eine schnelle Bildung von gelben Stoffen hervor, die künstlich die Extinktion von Rhodanideisen steigern (7). Zweitens wird als Eiweissfällungsmittel das Natriumwolframat verwendet, das, wie bekannt, in saurem Milieu Ferrieisenionen reduziert, was natürlich den Extinktionswert von Eisenrhodanid herabsetzt. Ausserdem steht das Verfahren von Wong, das auf der visuellen Extinktionsbestimmung beruht, der photokolorimetrischen Methode an Präzision nach. Unten wird eine von uns entwickelte, von obenbemerkten Nachteilen freie photokolorimetrische Methode zur Bestimmung von Ferro- und

Ferrieisenionen beim gemeinsamen Vorkommen derselben in den Hämoglobinlösungen beschrieben.

Reagenzien:

Ammoniumrhodanatlösung (3 M). 23 g NH_4CNS (p.a.) werden in einen 100 ml Messkolben abgewogen und in 50-60 ml bidestilliertem Wasser gelöst. Dann werden 4 ml Aceton zugefügt. Die hergestellte Lösung wird stehengelassen, bis sie sich auf Zimmertemperatur erwärmt. Danach wird bis zur Marke mit bidestilliertem Wasser aufgefüllt. Schliesslich wird die Lösung durch Filterpapier in einen Glasstopfen - Zylinder aus dunklem Glas filtriert.

Kaliumpersulfatlösung (1%). 1 g $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ (p.a.) wird in einem 100 ml Messkolben mit bidestilliertem Wasser gelöst, wonach die Lösung durch Filterpapier filtriert wird. Falls während der Lagerung weisse Flocken erscheinen, ist eine frische Lösung herzustellen.

Schwefelsäure, konz. (spez. Gew. 1,835), p.a.

Schwefelsäurelösung (9 N).

Schwefelsäurelösung (10%).

Aceton, p.a., farblos.

Trichloressigsäurelösung (20%).

Für das Verdünnen und andere Zwecke ist das zweimal im Glasgerät und Liebigkühler destillierte Wasser zu verwenden. Beim Entdecken von Eisenspuren in bidestilliertem Wasser ist es wieder zu destillieren.

Alle benutzten Kolben und Reagenzgläser sind sorgfältig mit Chromsäuregemisch, dann mit Leitungswasser und schliess-

lich mit bidestilliertem Wasser zu reinigen.

Bestimmung der Konzentration von Ferroeisenionen

Herstellung von Standardlösungen

Lösung N° 1. 0,7 umkristallisiertes Mohrsches Salz $\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ werden in einen 1000 ml Messkolben abgewogen und in 200-250 ml gekochtem bidestilliertem Wasser gelöst, in das 10 ml 10% ige Schwefelsäure zugegeben werden. Danach wird mit gekochtem bidestilliertem Wasser bis zur Marke aufgefüllt. Die Lösung enthält 100 γ Eisen/1 ml.

Lösung N° 2. 100 ml der Lösung N° 1 werden in einen 1 l Messkolben mit 10 ml 10% iger H_2SO_4 einpipettiert und mit gekochtem bidestilliertem Wasser bis zur Marke aufgefüllt. Die Lösung enthält 10 γ Eisen/1 ml.

Lösung N° 3. 50 ml der Lösung N° 2 werden in einen 500 ml Messkolben, der 5 ml 10% ige H_2SO_4 enthält, einpipettiert und mit gekochtem bidestilliertem Wasser bis zur Marke aufgefüllt. Die Lösung enthält 1 γ Eisen/1 ml.

Lösung N° 4. 25 ml der Lösung N° 3 werden in einen 250 ml Messkolben, der 2,5 ml 10% ige H_2SO_4 enthält, einpipettiert und mit gekochtem bidestilliertem Wasser bis zur Marke aufgefüllt. Die Lösung enthält 0,1 γ Eisen/1 ml.

Ermittlung der Eichkurve

Zur Bestimmung der Eichkurve-Anfangspunktes wird 1 ml der Standardlösung N° 4 in einen 25 ml Messkolben einpipettiert. Danach werden der Reihenfolge nach 0,5 ml bidestilliertes Wasser, 5 ml 9N H_2SO_4 und 2,5 ml 1% iges $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ hinzugefügt. Dann wird gerührt und 2-3 Minuten lang stehengelassen.

sen, wonach 1 ml Trichloressigsäure sowie 12,5 ml Aceton beigegeben, mit Leitungswasser abgekühlt und 2,5 ml Ammoniumrhodanatlösung zugefügt werden. Der Kolben wird verstopft und die Lösung gerührt. Die Farbintensität der Lösung wird sofort mit einem Photokolorimeter gemessen. 25 ml der Lösung enthalten 0,1 γ Eisen.

Zur Bestimmung des nächsten Punktes der Eichkurve wird 1 ml der Standardlösung N^o 3 in einen 25 ml Messkolben einpipettiert, und weiter wird wie oben verfahren. 25 ml der Lösung enthalten 1 γ Eisen. Dann werden 0,5 ml der Standardlösung N^o 2 in einen 25 ml Messkolben einpipettiert. Weiter wird wie oben verfahren mit dem Unterschied, dass 1 ml bidestilliertes Wasser hinzugefügt wird. 25 ml der Lösung enthalten 5 γ Eisen.

Zur Bestimmung des nächsten Eichkurvenpunktes wird 1 ml der Lösung N^o 2 in einen 25 ml Messkolben einpipettiert, wonach wie oben beschrieben verfahren wird. 25 ml der Lösung enthalten 10 γ Eisen.

Die obengenannten Schwefelsäurekonzentrationen in den Ferrosalz-Standardlösungen hemmen praktisch bei Zimmertemperatur deren Oxydation mit Luftsauerstoff (7).

Die erhaltenen Ergebnisse der Farbmessung ermöglichen die Ermittlung der Eichkurve für die Lösungen mit bestimmtem Ferroisengehalt (s. Abb.).

Wie aus der Abbildung zu ersehen ist, besteht eine lineare Abhängigkeit zwischen der Farbintensität und dem Ferroisengehalt nur bei dessen Konzentration im Bereich von 0,1 bis 10,0 γ in 25 ml der kolorimetrierten Lösung, da bei höh-

301
eren Eisenkonzentrationen die Lösungsfarbe nicht mehr dem Lambert-Beerschen Gesetz folgt.

Bestimmung der Konzentration von Ferrieisenionen

Zu diesem Zweck wurden Reagenzien derselben Konzentrationen und Volumina verwendet, wie auch zur Bestimmung der Konzentration von Ferroeisenionen, nur ohne Zugabe von Kaliumpersulfat, das als Ferroeisenionen-Oxydant auftritt.

Die vorläufigen Versuche mit Eisenammoniumalaun-Standardlösungen $/\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}/$ ergaben die Gültigkeit der entwickelten Methode der Bestimmung von Ferroeisenionen-Konzentration auch zur Bestimmung von Ferrieisenionen-Konzentration. Die lineare Abhängigkeit zwischen der Intensität der entstehenden Farbe und dem Ferrieisenionengehalt in der Lösung ist der für die Ferroeisenlösungen erhaltenen Abhängigkeit identisch. Sie wird auch bei Eisenionenkonzentrationen im Bereich von $0,1-10 \gamma$ in 25 ml der kolorimetrierten Lösung beobachtet.

Wenn in der Lösung Ferro- und Ferrieisenionen anwesend sind, ist zuerst ohne Zusatz von Kaliumpersulfat die Ferrieisenionen-Konzentration zu bestimmen. Danach wird zu einer anderen Probe Kaliumpersulfat hinzugefügt und der Gesamtgehalt an Ferro- und Ferrieisenionen bestimmt. Dabei bezeichnet die Differenz zwischen dem Gesamteisengehalt und dem an Ferrieisenionen die Konzentration von Ferroeisenionen. Die Anwesenheit von $25 \cdot 10^{-6} \%$ igem NH_2OH in dem zu analysierenden Milieu hindert die quantitative Eisenbestimmung nicht.

Bestimmung der Konzentration von Eisenionen in grünen, grauen und braunen Hämoglobinlösungen.

In ein 30 ml Zentrifugenglas werden 2,5 ml der zu analysierenden Lösung unter Vaselineölschicht eipipettiert, 2,5 ml konz. Schwefelsäure (spez. Gew. 1,835) zugegeben, mit einem Glasstab 3-4 Minuten sorgfältig umgerührt und danach 3-4 Minuten stengelassen. Dann werden 3 ml sauerstoffreies bidestilliertes Wasser unter Vaselineölschicht einpipettiert, 2 ml Trichloressigsäure hinzugefügt, 2-3 Minuten umgerührt und noch 3-4 Minuten stengelassen. Unter Umrühren mit einem Glasstab wird das Gemisch auf Zimmertemperatur mit Leitungswasser abgekühlt und dann 10 Minuten bei 5000 U/Min. zentrifugiert.

Da bei Zugabe von Schwefelsäure die Lösung sich erwärmt, was die Ferroeisenionen-Oxydation mit Luftsauerstoff fördert (7), ist sie von der Einwirkung der Umgebung durch die 2 cm dicke Vaselineölschicht zu schützen.

Bei niedrigen Konzentrationen von Ferro- und Ferrieisenionen wird die Lösung zusätzlich nicht verdünnt. Aber vor dem Abpipettieren der Probe wird die Luft aus der Lösung entfernt, wozu man den CO_2 -Strom 10-15 Minuten lang durch die Lösung strömen lässt. Danach wird zugleich mit dem Einstellen von CO_2 -Zufuhr die Lösungsoberfläche mit der 4 cm dicken Vaselineölschicht übergossen. Damit der Luftsauerstoff in der Probe sich nicht löst, wird zuerst 2-2,5 ml Vaselineöl in die Pipette eingenommen. Dann wird die Pipette in die Lösung eingetaucht und die Probe langsam eingesaugt.

Bei hohen Konzentrationen von Ferro- und Ferrieisenionen

wird die Lösung zunächst um das 10-fache mit gekochtem bidestilliertem Wasser verdünnt. Vor dem Abpipettieren der Probe wird die Luft wie oben entfernt und das Probeabpipettieren wie oben beschrieben durchgeführt. 307

Damit die Lösung sich nicht erwärmt, werden zur Bestimmung von Ferrieisenkonzentration 5 ml Zentrifugat in einen 25 ml Messkolben eingetragen, der in Eiswasser gehalten wird. Nach 8-10 Minuten werden 5 ml bidestilliertes Wasser und 12,5 ml Aceton zugefügt; zum Durchmischen der Lösung wird der Kolben gedreht und zum Abkühlen noch 7-8 Minuten lang stehen gelassen. Dann wird der Kolben aus Eis herausgenommen, es werden 2,5 ml Rhodanid gegeben. Anschliessend wird kolorimetriert. Es wird ein grünes Filter verwendet.

Zur Bestimmung des Gesamteisengehaltes an Ferro- und Ferrieisenionen werden 5 ml Zentrifugat in einen 25 ml Messkolben eingetragen, 2,5 ml bidestilliertes Wasser und danach 12,5 ml Aceton hinzugefügt. Nach dem Umrühren werden 2,5 ml Kaliumpersulfatlösung zugegeben. Die Lösung wird wieder durchgemischt und 2-3 Minuten stengelassen. Danach wird photokolorimetriert.

Das Photokolorimeter wird parallel zu Grundversuchen eingestellt. Dabei werden die mit obengenannter Methode hergestellten Lösungen benutzt mit dem Unterschied, dass anstatt Ammoniumrhodanats dieselben Mengen von destilliertem Wasser zugefügt werden.

Es werden vier Arten von Hämoglobinlösungen hergestellt.

Zur Herstellung der ersten Lösung werden 0,15 g trockenes kristallines Hämoglobin in einen 50 ml Messkolben abgewogen

und der Reihenfolge nach 15-20 ml bidestilliertes Wasser sowie 10 ml Citrat-Phosphat-Pufferlösung mit pH 5,2* zugegeben. Danach wird der Kolbeninhalt mit demselben Wasser bis zur Marke aufgefüllt. Diese Lösung dient zur Kontrolle.

Die zweite Lösung wird ebenso hergestellt, aber mit Zugabe von 5 ml 0,005% igem Hydroxylamin.

Die dritte Lösung wird wie die zweite hergestellt, aber zusätzlich werden 2,5 g 5% iges Natriumchlorid hinzugefügt. Das sichert einen den Pökelwaren eigenen Salzgehalt in der Probe (22). Nach dem Umrühren wird jede Lösung in eine tiefe Petrischale eingetragen und offen bei 15-17°C stengelassen.

Die vierte Lösung wird wie die zweite hergestellt, aber nach dem Auffüllen bis zur Marke und Umrühren wird daraus der gelöste Luftsauerstoff mit Hilfe von Kohlendioxyd entfernt. Danach wird die Lösungsoberfläche mit Vaselineöl übergossen und bei der für alle anderen Lösungen angegebenen Temperatur stengelassen. Die quantitative Bestimmung von Ferro- und Ferriseisenionen wird an dem Tage durchgeführt, als in einer von Petrischalen die Lösung sich grün färbte.

Die Ergebnisse sind in Tab.1 zusammengestellt.

*) Für das Milieu haben wir den pH-Wert 5,2 gewählt, denn, wie unsere vorläufigen Versuche mit verdünntem defibriniertem Blut ergaben, entwickelt sich die grüne Färbung von Hämipigmenten bei solchem pH-Wert in Anwesenheit von Hydroxylaminüberschuss besonders intensiv. Die Bildung von grünen Pigmenten geht auch bei pH 5,8 vor sich. Bei pH 4 färben sich die Hämipigmente braun, während bei pH 6,8 - dunkelrot. Für diese Versuche wurden Citrat-Phosphat-Pufferlösungen verwendet.

Tabelle 1

Konzentration von Ferro- und Ferrieisenionen in grünen, braunen und grauen Hämoglobinlösungen am siebenten Lagerungstag

6302

	Bei Luftzutritt		:Ohne :Luftzutritt	
	:ohne :NH ₂ OH :und NaCl :(Kontrolle)	:in Anwe- :senheit: :von :NH ₂ OH	:in Anwe- :senheit : :von NH ₂ OH :und NaCl	:in Anwe- :senheit :von NH ₂ OH
Farbe	braun	grün	dunkel-grün	grau
Fe ⁺⁺ , γ%	140	956,05	913,95	1020,08
Fe ⁺⁺⁺ , γ%	880,4	63,95	105,51	Spuren
Fe ⁺⁺ + Fe ⁺⁺⁺ , γ%	1020,4	1020,0	1019,46	1020,08

Die Umrechnung des Gesamteisengehaltes in einzelnen Hämoglobinlösungen auf die Einwage des zu analysierenden Hämoglobins zeigte, dass die von uns entwickelte photokolorimetrische Methode der bestimmten volumetrischen an Präzision nicht nachsteht. Mit Hilfe der volumetrischen Methode wurde festgestellt, dass Hämoglobin 0,34% Eisen enthält (19).

Auf Grund der in Tab.1 angegebenen Resultate wurde der Anteil von Ferro- und Ferrieisen in grünen, braunen und grauen Hämoglobinlösungen gerechnet. Diese Ergebnisse sind aus Tab.2 ersichtlich.

Tabelle 2

Anteil von Ferro- und Ferrieisenionen in grünen, braunen und grauen Hämoglobinlösungen am siebenten Lagerungstag

	Bei Luftzutritt				Ohne Luftzutritt
	ohne NH_2OH und NaCl : (Kontrolle):	in Anwesenheit von NH_2OH	in Anwesenheit von NH_2OH und NaCl	in Anwesenheit von NH_2OH	in Anwesenheit von NH_2OH
Farbe	braun	grün	dunkel-grün	grau	
Fe^{++} , %	13,72	93,73	89,65	100	
Fe^{+++} , %	86,28	6,27	10,35	Spuren	

Die in Tab.1 und 2 zusammengestellten Werte zeigen, dass Eisenionen von Häm pigmenten, die verschiedene Valenz besitzen, an der Bildung von grünen Pigmenten in den gepökelten Fleischwaren beteiligt sind. Diese Resultate ergeben auch, dass der Ferroeisenionen-Gehalt in grünen Häm pigmenten den von Ferrieisenionen bedeutend übertrifft. Dabei hängt die Farbe der Hämoglobinlösungen von dessen Gehalt an Ferro- und Ferrieisenionen ab. Daraus geht hervor, dass die Bildung von grauen, grünen, dunkel-grünen und braunen Pigmenten in den gepökelten Fleischwaren auch vom Gehalt an Eisenionen in Häm pigmenten abhängt. Die Tabellen 1 und 2 ergeben auch, dass Hydroxylamin bei pH 5,2 in Anwesenheit von gelöstem Luftsauerstoff die Ferrieisenionen von Methämoglobin oder Methämochromogen zu Ferroeisenionen quantitativ reduziert. Diese Ferroeisenionen oxydieren dann teilweise und bilden grüne Pigmente. Die Zahl

von oxydierten Ferroeisenionen beträgt in diesen Pigmenten 6,27%. In Abwesenheit von gelöstem Luftsauerstoff, aber bei genügender Hydroxylaminmenge bilden sich die grauen Pigmente, die zweiwertige Eisenionen enthalten. Doch in Abwesenheit von Hydroxylamin und in Gegenwart von gelöstem Luftsauerstoff sowie bei pH 5,2 geht in der Hämoglobinlösung eine intensive Oxydation von Ferroeisenionen vor sich, wobei die braunen Pigmente entstehen. In diesen Pigmenten beträgt die Zahl von oxydierten Ferroeisenionen 86,28%.

303

Eine genügende Menge von Hydroxylamin, die die Ferrieisenionen von Hämpigmenten reduziert, hemmt zugleich die Oxydation von Ferroeisenionen mit dem in Pökellaken gelösten Luftsauerstoff. Das führt zu einer gewissen Stabilisierung der grünen Farbe.

Die erhaltenen Resultate bestätigen ausserdem die Angaben von Brooks (8), dass die Natriumchloridionen die Oxydation von Ferroeisenionen der Hämpigmente mit Luftsauerstoff katalysieren und dass diese Natriumchloridwirkung in Anwesenheit von Hydroxylaminüberschuss unbedeutend ist. In Gegenwart von Natriumchlorid und Hydroxylamin färben sich die Hämoglobinlösungen dunkel-grün. Die Zahl von oxydierten Ferroeisenionen beträgt 10,35%.

ZUSAMMENFASSUNG

1. Eine photokolorimetrische Methode zur Bestimmung von Ferro- und Ferrieisenionen beim gemeinsamen Vorkommen derselben in Hämoglobinlösungen wurde entwickelt. Diese Methode beruht auf der kolorimetrischen Farbmessung von Eisenrhodanid

und ermöglicht die quantitative Eisenbestimmung bei dessen Konzentrationen im Bereich von 10γ bis $0,1 \gamma$ in 25 ml der Lösung. Zur Bestimmung von Ferroeisenionen-Konzentration ist die Konzentration von Ferrieisenionen vor der Zugabe von Kaliumpersulfat festzustellen. Danach wird Kaliumpersulfat hinzugefügt und der Gesamteisengehalt bestimmt. Die Differenz zwischen dem Gesamteisengehalt und der Ferrieisenionen-Konzentration ergibt die Ferroeisenionen-Konzentration.

2. Beim Hydroxylaminüberschuss bilden sich die grünen Pigmente bei pH 5,2-5,8, wobei eine besonders intensive Färbung bei pH 5,2 erfolgt. Bei pH 4 färben sich die Hämpigmente braun, während sie bei pH 6,8 dunkel-rot werden.

3. In schwach-saurem Milieu reduziert Hydroxylamin die Ferrieisenionen der Hämpigmente und nämlich quantitativ - bei pH 5,2.

4. Die grünen Pigmente der gepökelten Fleischwaren bilden sich dank der teilweisen Oxydation von Ferroeisenionen der Hämpigmente beim Hydroxylaminüberschuss unter dem Einfluss von dem in den Pökellaken gelösten Luftsauerstoff. Das Hydroxylamin, das die Ferrieisenionen von Hämpigmenten reduziert, hemmt dabei die Oxydation von Ferroeisenionen der Hämpigmente mit Luftsauerstoff. Dadurch wirkt das Hydroxylamin auf den Oxydationsvorgang als Inhibitor.

5. Die Veränderung der normalen rosa-roten Farbe von gepökelten Fleischwaren hängt hauptsächlich mit dem elektrochemischen Zustand von Eisenionen der Hämpigmente zusammen. Dabei bilden sich je nach dem Anteil von Ferro- und Ferrieisenionen graue, grüne, dunkel-grüne sowie braune Pigmente.

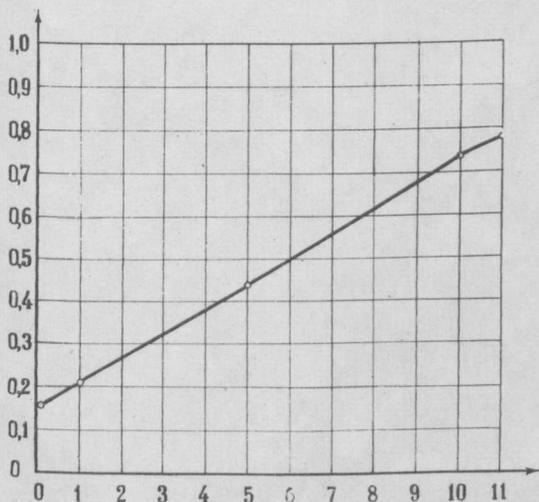
In grauen Pigmenten überwiegen Ferroeisenionen, während die Zahl der oxydierten Ferroeisenionen in grünen Pigmenten 6,27% und in dunkel-grünen 10,35% beträgt. In grauen Pigmenten beträgt die Zahl der oxydierten Ferroeisenionen am siebenten Lagerungstag schon 86,28%.

300

LITERATUR

1. Дроздов Н., Искандарян А. "Мясн. индустр. СССР", 6, 1953, 23.
2. Искандарян А.К. Тез. докл. на IX науч. сессии АМН СССР. Институт питания, Медгиз, 1955, 176.
3. Искандарян А.К. Докл. на IV Европ. конгр. работн. НИИ мясн. пром. в г.Кембридже, Англия (тезисы). "Fleischwirtschaft", 11, 2, 1959, 132.
4. Дроздов Н., Искандарян А. "Изв. вузов СССР". Пищевая технология, 6, 1959, 38.
5. Искандарян А.К. Исследование в области химии посола свиного мяса, Дисс., М., 1954.
6. Вольферц В.Ю. Ветеринарно-санитарная экспертиза. Сельхозгиз, 1950.
7. Sandell E. Colorimetric Determination of Traces of Metals, London, 1959.
8. Brooks J. "Food res.", 2, 1, 1938, 75.
9. Rikert A., Ball O., Stier E. "Food tech.", 12, 1, 1958, 17.
10. Ball O. "Nat. prov.", 143, 27, 1960, 10.
11. Bradley W., Beath O., Eppson H. "Science", 89, 1939, 365.
12. Грау Р. Биохимические основы технологии пищевых производств. У Международного биохимического конгресса, симпозиум УШ, Москва, 1961, 9.

Werte der kolorimetrischen Messung



Eisenkonzentration in γ in 25 ml Lösung

Die Kurve zur Bestimmung von Ferro- und
Ferrieisenionen in Lösungen

Зак.187. ВНИИМП

13. Watts B. Rev. conserve France et Outre-mer, 16, 6, 1961, 88-90, 96-97, 99.
14. Jensen L. Microbiology of Meats, Illinois, 1954.
15. Niinivaara F. Über den Einfluss von Bakterienreinkulturen auf die Reifung und Umrötung der Rohwurst, Helsinki, 1955.
16. The Science of Meat and Meat Products. W.H. Freeman and Company, 1960.
17. Искандарян А.К. Доклад на VI Европейском конгрессе работников НИИ мясной промышленности в Утрехте, Голландия (тезисы). "Fleischwirtschaft", 12, 12, 1960, 1051.
18. Искандарян А.К. Тр. ВНИИМПа, XI, М., 1962, 139-143.
19. Нейрат Г. и Бэйли К. Белки, т.Ш, Изд.иностр.лит., М., 1958.
20. Kanig K. "Biochem. Z.", 325, 5, 1954, 347-350.
21. Wong S. "J. biol. chem.", 77, 1928, 409.
22. Moulton R. Meat through the microscope. Chicago, 1940.

