

Indiz einer enzymatischen Reaktion ausgebildet. Die Sedimentbildung kann deshalb nicht durch das reaktivierte oder nicht völlig inaktivierte Kakaoenzym ausgelöst worden sein. Die Ursachen sind vielmehr in einer lokalen Überhitzung und dadurch bedingten Instabilität der Caseinpartikeln zu suchen [9].

### **Restaktivitäten oder Reaktivierung milchcoagulierender Enzyme während der Lagerung steriler Kakao-Milch-Getränke**

Bis jetzt konnten wir nach Anwendung der üblichen Erhitzungsverfahren keinen einzigen Fall einer echten Restaktivität oder Reaktivierung auffinden. Zwar treten im Elektropherogramm nach achtwöchiger Lagerung uperisierter oder sterilisierter Proben manchmal ganz schwache Bande des Para- $\kappa$ -Caseins auf; da sie aber in praktisch gleicher Stärke schon in den 0-Proben zu sehen sind, kann es sich nicht um aktive Zonen handeln. Eine Entscheidung, ob die Restaktivität — falls sie aus irgendeinem Grunde doch auftreten sollte — aus dem Kakaoenzym oder einem milcheigenen Enzym stammt, wird kaum zu treffen sein.

#### **Literatur**

1. Kiermeier, F., Schmid, M.: *Diese Z.* **133**, 217 (1967).
2. Kirchmeier, O.: *Milchwissenschaft* **24**, 336 (1969).
3. Kirchmeier, O.: In: Schmid, M.: *Diss. TH München* 1966.
4. Aschaffenburg, R.: *Nature* **192**, 431 (1961).
5. Schmidt, D. G.: *Biochim. biophys. Acta* **90**, 411 (1964).
6. Schmid, M.: Süßgerinnung bei Kakao-Milch-Getränken als Folge eines milchcoagulierenden Enzyms in Kakao. *Diss. TH München* 1966.
7. Kreher, D.: Über die Ausschaltung Milch coagulierender Enzyme in sterilen Kakao-Milch-Getränken. *Diss. TH München* 1970.
8. Berridge, N. J.: *Analyst* **77**, 57 (1952); *J. Dairy Res.* **19**, 328 (1952).
9. Andersen, G.: *Milchwissenschaft* **18**, 160 (1963).

Priv.-Doz. Dr. O. Kirchmeier,  
Milchwissenschaftl. Institut  
der TU München in Weihenstephan  
D-8050 Freising

## **Muster ninhydrinpositiver Substanzen in Extrakten dreier Muskeln von Hühnern, Hähnen und Kapaunen**

W. PARTMANN

unter technischer Mitarbeit von H. Schlaszus

Mitteilung aus der Bundesforschungsanstalt für Lebensmittelfrischhaltung, Karlsruhe

Eingegangen am 24. April 1970

### **Ninhydrin-Positive Substances in Three Muscle Extracts of Hens, Cocks and Capons**

*Summary.* The ninhydrin-positive substances of white *Musc. pectoralis major*, of deeply red *Musc. sartorius* and of slightly red *Musc. gastrocnemius* taken from 4 cocks, 4 hens and 4 capons were determined by column chromatography. Two animals of each group were at an age of 3 months, the rest were 4 months old.

The mean variation number [%] of the amino-acid-standard for the acid and neutral components was 2, whereas for muscle extracts this figure runs as high as 6.4.

Qualitatively, the ninhydrin-positive substances in the muscles of all 12 animals corresponded with each other.

The mean content of taurine in the two red muscles of all animals nearly made up half of the total content of ninhydrin-positive substances. In the white breast muscle, however, this value was about 1%. Anserine and carnosine made up more than 80% of all components in breast and about 20% in thigh muscles. Most of the other components were lower in white than in red muscles. A significant difference ( $t_{0,05}$ ) between the two types of muscle was not evident for: proline,  $\alpha$ -amino-butyric-acid, valine, methionine, isoleucine, tyrosine, phenylalanine and histidine. Between *Musc. gastrocnemius* and *Musc. sartorius* a significant difference in the content of glutamic acid, glycine,  $\beta$ -alanine, lysine, anserine and carnosine was found.

By comparison of the 3 and 4 months old animals, only the ninhydrin-positive substances in breast muscles showed marked differences. With the exception of taurine, glutathione and glutamic acid, at an average, the components could be found at higher levels in young animals rather than in old ones.

The sex and castrate comparison for all muscles resulted in higher mean values for capons considering threonine, asparagine, glycine,  $\alpha$ -alanine, tyrosine and arginine and in lower mean values considering  $\beta$ -alanine and carnosine. The mean values of most of the components in red muscles of cock were lower than in hens, whereas in breast muscles the relationship was vice versa.

The importance of ninhydrin-positive substances for meat flavour are also discussed.

*Zusammenfassung.* Die ninhydrinpositiven Substanzen wurden vom weißen *Musc. pectoralis major*, vom tiefroten *Musc. sartorius* und vom jeweils hell- bis dunkelroten *Musc. gastrocnemius* von 4 Hähnen, 4 Hühnern und 4 Kapaunen einer Herde (Nichols, Lohmann) säulenchromatographisch bestimmt. 2 Hähne, 2 Hühner und 2 Kapaune waren 3 Monate, die übrigen Tiere 4 Monate alt.

Während beim Aminosäurenstandard die mittlere Variationszahl [%] bei Parallelläufen für die sauren und neutralen Komponenten 2 war, betrug sie bei Parallelanalysen von Muskelextrakten 6,4.

Qualitativ stimmten die Muster an ninhydrinpositiven Substanzen bei den Muskeln aller 12 Tiere überein.

Der mittlere Tauringehalt in den beiden roten Muskeln aller Tiere machte knapp die Hälfte des Gesamtbestandes an ninhydrinpositiven Substanzen aus. Dagegen betrug er im weißen Brustmuskel etwa 1%. Demgegenüber lieferten Anserin und Carnosin im Brustmuskel mehr als 80% aller Komponenten und in den Schenkelmuskeln gut 20%. Die meisten übrigen Komponenten waren im weißen Muskel schwächer vertreten als in den roten. Ein gesicherter Unterschied ( $t_{0,05}$ ) zwischen beiden Muskeltypen lag nicht vor für: Prolin,  $\alpha$ -Aminobuttersäure, Valin, Methionin, Isoleucin, Tyrosin, Phenylalanin, und Histidin. Zwischen dem *Musc. gastrocnemius* und *Musc. sartorius* wurde ein signifikanter Unterschied im Gehalt an Glutaminsäure, Glycin,  $\beta$ -Alanin, Lysin, Anserin und Carnosin gefunden.

Beim Vergleich der 3 und 4 Monate alten Tiere ergaben sich nur für den Brustmuskel markante Differenzen in den Gehalten an ninhydrinpositiven Substanzen. Mit Ausnahme von Taurin, Glutathion und der Glutaminsäure waren die in nennenswerten Konzentrationen vorhandenen Komponenten bei den jüngeren Tieren im Mittel stärker vertreten als bei den älteren.

Der Vergleich der Geschlechter und Kastraten ergab für alle 3 Muskeln bei Kapaunen höhere Mittelwerte für Threonin, Asparagin, Glycin,  $\alpha$ -Alanin, Tyrosin und Arginin und geringere für  $\beta$ -Alanin und Carnosin als bei Hähnen und Hühnern. Bei den Hähnen waren die mittleren Gehalte der meisten Komponenten in den roten Muskeln kleiner als bei den Hühnern. Im Brustmuskel wurde die umgekehrte Tendenz gefunden.

Die Bedeutung der ninhydrinpositiven Substanzen für den Geschmack von Fleisch wurde diskutiert.

## Einleitung

Die hochspannungselektrophoretische Trennung der Stickstoffrestsubstanzen von Hühnermuskeln hatte bereits ergeben, daß zwischen verschiedenen Muskeln eines Tieres mit abweichenden Myoglobingehalten beträchtliche Unterschiede an freien Aminosäuren und den Dipeptiden Anserin und Carnosin bestehen [1, 2]. Differenzen in der Körpergröße sowie im Geschmack und anderen sensorischen Eigenschaften nach der küchenmäßigen Zubereitung ließen es möglich erscheinen, daß auch unter übereinstimmenden Aufzuchtbedingungen bei den gleichen Muskeln von Hahn, Huhn und Kapaun feinere Unterschiede im Muster der Stickstoffrestsubstanzen erkennbar

sind. Dieser Gedanke liegt deshalb nahe, weil ninhydrinpositive Substanzen zusammen mit post mortem gebildeten Abbauprodukten von Nucleotiden, insbesondere vom Adenosintriphosphat, an der Bildung von Geschmackskomponenten beteiligt sind, die für Warmblüterfleisch und Fisch typisch sind.

Da unter den modernen Bedingungen der Geflügelerzeugung in der Junggeflügelmast mit einem fünfmaligen Umtrieb im Jahr zu rechnen ist, ergibt sich eine für die Erzeugung von Fleischproteinen beachtliche Syntheseleistung in Abhängigkeit von der Mastzeit. Es ist denkbar, daß der für die Fleischproduktion notwendige intensive Stoffwechsel in Abhängigkeit vom Lebensalter zumindest in quantitativer Hinsicht Unterschiede im Muster an freien Aminosäuren und ähnlichen Verbindungen im Muskel bedingt.

Wenn das zutrifft, könnte in Zukunft daran gedacht werden, den Zeitpunkt während der Mast zu ermitteln, an dem in geschmacklicher Hinsicht die optimale Fleischqualität zu erhalten ist.

Um einen Ansatzpunkt zur Beantwortung dieser offenen Fragen zu finden, wird im folgenden über die Muster an freien Aminosäuren, Taurin, Glutathion, Anserin und Carnosin in 3 Muskeln von Hahn, Huhn und Kapaun nach einem Lebensalter von 3 und 4 Monaten berichtet. An Hand dieser Ergebnisse wird diskutiert, ob die nunmehr vorwiegend säulenchromatographisch ermittelten Befunde sich mit den früheren Ergebnissen an Hühnern anderer Herkunft [1, 2] vergleichen lassen und ob zwischen den Geschlechtern und den zwei verschiedenen Lebensaltern Unterschiede im Bestand an ninhydrinpositiven Substanzen erkennbar werden, die in Zukunft weitere Untersuchungen in dieser Richtung an einem umfangreicheren Tiermaterial rechtfertigen.

#### Versuchsteil

*Material.* Die zu den Versuchen verwendeten Tiere (Nichols, Lohmann) wurden uns freundlicherweise von der Landesgeflügelzuchtanstalt der Universität Hohenheim überlassen. Zur Fütterung war Geflügelmast-Alleinfutter mit einem Mindestgehalt von 22% Rohprotein und einer umsetzbaren Energie von ca. 3000 cal/kg Futter benutzt worden. Die untersuchten 2 Gruppen von je 6 Tieren gehörten derselben Herde an und setzten sich zusammen aus je zwei Hähnen, Kapaunen und Hühnern. Die Tiere der ersten Gruppe waren 3 und die der zweiten Gruppe 4 Monate alt.

Tabelle 1. Gewichte der untersuchten Hühner, Hähne und Kapaune

Tier	Gewicht ohne Innereien in g	
	Alter 3 Mon.	Alter 4 Mon.
1. Huhn	1330	2080
2. Huhn	1510	1950
1. Hahn	1600	2080
2. Hahn	1700	2520
1. Kapaun	1650	2450
2. Kapaun	2000	2170

Die für das geschlachtete Geflügel ohne Innereien ermittelten Gewichte sind aus Tab. 1 zu ersehen. Bei diesen Tieren wurden die ninhydrinpositiven Substanzen von folgenden Muskeln verglichen: dem großen weißen Brustmuskel (*Musculus pectoralis major*), dem *Musculus gastrocnemius*, dessen oberer Teil hellrot und dessen unterer Teil dunkelrot gefärbt ist, und dem tiefroten *Musculus sartorius*.

#### Methoden

*Entnahme und Lagerung der Proben.* Die Muskeln wurden etwa 6 Std. nach dem Schlachten der Tiere präpariert. Die großen Brustmuskeln wurden einzeln in Polyäthylenbeutel (0,05 mm) verpackt, während bei den mengenmäßig geringeren Schenkelmuskeln jeweils die beiden gleichen

Muskeln eines Tieres zusammengenommen und später auch zusammen weiterverarbeitet wurden. Die Proben wurden in bewegter Luft bei  $-40^{\circ}\text{C}$  gefroren und bis zur Aufarbeitung bei dieser Temperatur gelagert. Die Muskelextrakte wurden innerhalb eines Jahres nach der an anderer Stelle angegebenen Methode [3] hergestellt und bis zur Analyse der Stickstoffrestsubstanzen bei  $-50^{\circ}\text{C}$  gelagert. Durch zeitlich abgestufte Wiederholungsversuche konnte sichergestellt werden, daß sich innerhalb des zur Aufarbeitung benötigten Zeitraumes der Bestand an analysierten Verbindungen praktisch nicht änderte.

*Bestimmung der ninhydrinpositiven Substanzen.* Die ninhydrinpositiven Substanzen wurden mit Ausnahme von Glutathion säulenchromatographisch nach der von Moore, Spackman u. Stein angegebenen Methode [4, 5] bestimmt. Bekanntlich ist eine gute Auftrennung aller Komponenten zugleich im Bereich der Aminosäuren, Asparaginsäure, Threonin, Serin, Asparagin, Glutamin und Glutaminsäure bei Verwendung des ursprünglich benutzten Natriumcitratpuffers (pH 3,25) kaum möglich. Sie können aber durch den von Benson, Gordon u. Patterson vorgeschlagenen Lithiumcitratpuffer [6] befriedigend getrennt werden.

Zur automatischen Bestimmung diente der Aminosäuren-Analysator Biochrom der Fa. Biochemical Instrument, München. Die Bedingungen für den Lauf der neutralen und sauren Substanzen waren:

Probe: 1 ml (Muskelextrakt verdünnt), Säulenfüllung:  $0,9 \times 58$  cm, Ionenaustausch-Harz: Aminex A 6, Durchflußgeschwindigkeit: 60 ml/Std Puffer, 30 ml/Std Ninhydrinlösung, Druck: maximal 30 atü.

Tabelle 2. Zeit-Temperatur-Puffer-Programm für neutrale und saure ninhydrinpositive Substanzen

Schritt	Dauer des Schrittes in min	Temperatur in $^{\circ}\text{C}$	Puffer Art	pH-Wert
1	130	40	Lithiumcitrat	2,55
2	30	40	Natriumcitrat	3,25
3	70	49	Natriumcitrat	3,25
4	140	49	Natriumcitrat	4,25

Das Zeit-Temperatur-Puffer-Programm für neutrale und saure ninhydrinpositive Substanzen ist aus Tab. 2 zu ersehen. Bei sonst übereinstimmenden Bedingungen waren zur quantitativen Analyse der basischen ninhydrinpositiven Substanzen naturgemäß Änderungen des Zeit-Temperatur-Puffer-Programms notwendig. Nach 320 min bei  $49^{\circ}\text{C}$  und Natriumcitratpuffer pH 5,25 waren die basischen Komponenten unter Einschluß von Ammoniak und mit Ausschluß von Arginin im Chromatogramm erfaßt. Das Arginin, das bei der langen Säule erst Stunden später eluiert worden wäre, wurde mit der kurzen Säule  $0,9 \times 25$  cm bei  $49^{\circ}\text{C}$  und Natriumcitratpuffer pH 5,25 nach einer Laufzeit von 70 min bestimmt.

Glutathion fiel unter unseren Bedingungen in den Testläufen der Standardlösungen mit Asparaginsäure zusammen (vgl. auch Moore, Spackman u. Stein [4]). Es wurde daher hochspannungselektrophoretisch nach der früher angegebenen Methode bestimmt (2).

Auf die Darstellung von Tryptophan- und Asparaginsäurewerten wurde verzichtet, da Tryptophan unter unseren methodischen Bedingungen instabil ist und Asparaginsäure mit den Resten von Glutathion im Säulenchromatogramm zusammenfällt.

Die in den Tabellen verwandten Symbole bedeuten:  $\bar{x}$  = arithmetischer Mittelwert der Meßgröße,  $s$  = Standardabweichung und  $v$  = Variationszahl = Standardabweichung in % des arithmetischen Mittelwertes.

*Ermittlung methodisch bedingter Fehler.* Für die Auswertung und Diskussion der Versuchsergebnisse ist es wichtig, Informationen über die methodisch und biologisch verursachte Streuung der Meßwerte zu besitzen. Bei Parallelläufen von Standardgemischen mit mäßigen, aber gleichen Konzentrationen saurer und neutraler ninhydrinpositiver Substanzen betrug die mittlere Variationszahl 2. Für Parallelläufe von Gewebeextrakten mit den sehr großen Konzentrationsunterschieden der gleichen Komponenten wurde die mittlere Variationszahl 6,4 berechnet.

## Ergebnisse

Eine Durchsicht der gesamten analytischen Daten, die zu einem Teil in Tab. 3–5 niedergelegt sind, lehrt, daß in qualitativer Hinsicht eine grundsätzliche Übereinstimmung im Muster der freien ninhydrinpositiven Substanzen bei allen untersuchten

Tieren und Muskeln besteht. Es wird aber auch zugleich deutlich, daß in quantitativer Hinsicht beträchtliche Unterschiede vorliegen, die einen Vergleich der Analysenwerte für die einzelnen Muskeln bei den verschiedenen Geschlechtern und Altersklassen nahelegen.

*Muster der ninhydrinpositiven Substanzen bei den einzelnen Muskeln*

Die arithmetischen Mittelwerte der ninhydrinpositiven Substanzen ( $\bar{x}$ ) sind neben den Variationszahlen ( $v$ ) für den *Musc. pectoralis major*, den *Musc. gastrocnemius* und den *Musc. sartorius* von allen 12 Tieren in Tab. 3 zusammengestellt. Der weiße Brustmuskel erreicht den höchsten Betrag in der Gesamtsumme der Komponenten wie auch im Mittelwert der Variationszahlen. Die niedrigsten Werte für diese Größen

Tabelle 3. *Ninhydrinpositive Substanzen in drei Hühnermuskeln von 12 Tieren (4 Hühner, 4 Hähne, 4 Kapaune). Abkürzungen:  $\bar{x}$  = mittlere Konzentration,  $v$  = Variationszahl; *M. pec.* = *M. pectoralis*, *M. gas.* = *M. gastrocnemius*; *M. sar.* = *M. sartorius*; *M* = statistischer Vergleich der Mittelwerte ( $t_{0,05}$ ). *Tau* = Taurin, *Glh* = Glutathion, *Sar* = Sarkosin, *Amb* = Aminobuttersäure; *Ans* = Anserin, *Car* = Carnosin*

Komponente	<i>M. pec.</i>		<i>M. gas.</i>		<i>M. sar.</i>		<i>M</i>	
	$\bar{x}$	$v$	$\bar{x}$	$v$	$\bar{x}$	$v$	<i>M. pec.</i> und <i>M. sar.</i>	<i>M. gas.</i> und <i>M. sar.</i>
	µmol/ml		µmol/ml		µmol/ml			
Tau	1,24	30	44,4	16	41,1	19	≠	=
Hyp	0,24	31	0,47	61	0,50	50	≠	=
Glh	0,76	24	1,39	34	1,84	39	≠	=
Thr	1,21	33	1,72	29	1,57	18	≠	=
Ser	1,75	19	2,77	18	2,57	12	≠	=
Asn	0,38	34	0,73	29	0,65	18	≠	=
Gln	1,82	28	7,45	24	7,20	24	≠	=
Glu	1,83	30	2,35	28	3,43	16	≠	≠
Sar	0,46	43	0,89	31	1,13	45	≠	=
Gly	1,58	33	4,51	23	3,31	17	≠	≠
Pro	0,25	35	0,33	55	0,30	41	=	=
α-Ala	2,64	25	4,64	19	4,36	17	≠	=
α-Amb	0,10	50	0,14	36	0,14	29	=	=
Val	0,62	32	0,64	27	0,61	25	=	=
Met	0,26	35	0,18	44	0,14	43	=	=
Ile	0,34	30	0,33	27	0,29	21	=	=
Leu	0,57	26	0,50	28	0,46	15	≠	=
Tyr	0,48	35	0,40	30	0,37	24	=	=
Phe	0,25	28	0,22	32	0,21	19	=	=
β-Ala	0,58	35	1,77	38	1,08	36	≠	≠
Lys	1,00	44	2,56	32	1,63	23	≠	≠
Ans	67,6	16	13,4	13	16,6	10	≠	≠
Car	26,5	26	6,40	34	4,60	27	≠	≠
His	0,32	25	0,44	30	0,48	17	=	=
Arg	0,59	42	1,12	35	0,79	25	≠	≠
Summe	113,4		99,8		95,4			

liegen für den tiefrot gefärbten *Musc. sartorius* vor. Es ist bemerkenswert, daß die in µmol angegebenen Summen nicht weit mehr voneinander abweichen, obwohl in den roten Muskeln knapp die Hälfte der ninhydrinpositiven Substanzen vom Taurin gestellt wird, während diese Komponente im weißen Brustmuskel nur gut 1% des Bestandes ausmacht. Umgekehrt liefern die beiden Dipeptide Anserin und Carnosin im weißen Muskel zusammen mehr als 80% aller Komponenten, wohingegen sie in den Schenkelmuskeln mit gut 20% beteiligt sind. Dieses auffallende Übergewicht

der beiden Dipeptide im weißen Muskel wird mengenmäßig dadurch kompensiert, daß neben dem Taurin die übrigen Komponenten mit Ausnahme vom Prolin von der  $\alpha$ -Aminobuttersäure, vom Valin, Methionin, Isoleucin, Tyrosin, Phenylalanin und Histidin im Mittel statistisch gesichert ( $t_{0,05}$ ) schwächer vertreten sind als in den beiden Schenkelmuskeln (Tab. 3). Bei den beiden Schenkelmuskeln ergab sich ein statistisch gesicherter Unterschied im Gehalt an Glutaminsäure, Glycin,  $\beta$ -Alanin, Lysin, Anserin, Carnosin und Arginin (Tab. 3). Glutaminsäure und Anserin waren im *Musc. sartorius* im Mittel stärker vertreten als im *Musc. gastrocnemius*, während Glycin,  $\beta$ -Alanin und Lysin im Unterschenkelmuskel höhere Konzentrationen erreichten.

Tabelle 4. *Ninhydrinpositive Substanzen im Musculus pectoralis major von je 6 Tieren (2 Hühner 2 Hähne, 2 Kapaune) in zwei Lebensaltern. Abkürzungen: vgl. Tab. 3;  $\frac{\bar{x}_1}{\bar{x}_2}$  = Konzentrationsverhältnis*

Komponente	Alter 3 Mon.		Alter 4 Mon.		$\frac{\bar{x}_1}{\bar{x}_2}$
	$\bar{x}_1$ $\mu\text{mol/ml}$	$v_1$	$\bar{x}_2$ $\mu\text{mol/ml}$	$v_2$	
Tau	1,16	19	1,31	37	0,89
Glh	0,69	25	0,83	22	0,83
Thr	1,40	29	1,02	30	1,37
Ser	1,92	36	1,58	18	1,22
Asn	0,45	30	0,29	21	1,55
Gln	2,01	21	1,63	37	1,23
Glu	1,74	28	1,92	33	0,91
Gly	1,88	31	1,29	18	1,46
$\alpha$ -Ala	2,92	23	2,36	24	1,24
Val	0,72	31	0,53	24	1,36
Ile	0,38	26	0,29	27	1,31
Leu	0,62	28	0,52	23	1,19
Tyr	0,52	42	0,44	20	1,18
Phe	0,27	30	0,22	20	1,23
$\beta$ -Ala	0,63	41	0,53	24	1,19
Lys	1,14	49	0,87	16	1,31
Ans	70,8	18	64,4	13	1,10
Car	27,8	25	25,2	26	1,10
Arg	0,64	50	0,55	26	1,16

Arithmetisches Mittel der Konzentrationsverhältnisse  $1,20 \pm 0,18$

#### *Muster der ninhydrinpositiven Substanzen bei jungen und alten Tieren*

Bei Berücksichtigung der Standardabweichungen ergab die Gegenüberstellung der arithmetischen Mittelwerte der 6 Tiere jeder Altersklasse, daß lediglich beim *Musc. pectoralis major* eine einheitliche Tendenz in den Unterschieden festzustellen war, die eine weitere vergleichende Auswertung rechtfertigte (Tab. 4). Mit Ausnahme von Taurin, Glutathion und der Glutaminsäure waren die arithmetischen Mittelwerte der in nennenswerten Konzentrationen vorhandenen Komponenten bei den jüngeren Tieren höher als bei den älteren.

Die mittleren Threoninwerte lagen übrigens auch in den beiden Schenkelmuskeln bei den jüngeren Tieren höher als bei den älteren. Bei der Gegenüberstellung der Mittelwerte von jüngeren und älteren Tieren fällt auf, daß im *Musc. gastrocnemius* und *Musc. sartorius* bei den in geringeren Konzentrationen vorliegenden Komponenten Isoleucin, Leucin, Tyrosin und Phenylalanin nur unbedeutende Unterschiede bestehen.

*Muster der ninhydrinpositiven Substanzen bei Hähnen, Hühnern und Kapaunen*

Der Vergleich der ermittelten Komponenten bei den je 4 Hähnen, Hühnern und Kapaunen ergab nur in wenigen Fällen Unterschiede, die auf einen Zusammenhang mit der Ausprägung des Geschlechtes hinweisen. Wie Tab. 5 zeigt, sind in allen 3 Muskeln die Mittelwerte für Threonin, Asparagin, Glycin,  $\alpha$ -Alanin, Tyrosin und Arginin bei Kapaunen höher als bei Hähnen und Hühnern. Dafür erreichen die mittleren Konzentrationen von  $\beta$ -Alanin und Carnosin bei den kastrierten Tieren geringere Werte.

Während in den roten Muskeln die überwiegende Mehrzahl der bestimmten Komponenten bei den Hähnen im Mittel in niedrigeren Gehalten vorkam als bei den Hühnern (Tab. 5), war für den *Musc. pectoralis major* die umgekehrte Tendenz festzustellen.

### Diskussion der Ergebnisse

Der wenig differenzierte Geschmack des Frischfleisches wird erst zu dem geschätzten und für die Fleischart typischen Geschmack bei der küchenmäßigen Zubereitung. Im Wasserextrakt verschiedener Fleischarten wurden als nichtflüchtige Komponenten des „Fleischgrundgeschmacks“ (*basic meaty flavor*) im rohen Fleisch neben manchen Aminosäuren, Aminenzuckern und Inosinmonophosphat die Peptide Anserin, Carnosin und Glutathion und Taurin ermittelt. Fraktionen mit diesen Komponenten ergaben beim Erhitzen den typischen Fleischgeschmack [7]. Minor, Pearson u. Stine (8) gelang es, mit den 3 Bestandteilen Glutathion, Methionin und 2,3-Butandion von Hühnermuskeln eine wäßrige Lösung herzustellen, die nach dem Erhitzen an eine Bouillon aus weißem Hühnermuskel erinnerte. Durch weiteren Zusatz der im Hühnermuskel vorkommenden Geschmacksverstärker Mononatriumglutamat, Dinatriuminosinat und Dinatriumguanylat und von Taurin glich der Geschmack dem einer Bouillon aus rotem Hühnermuskel. Es liegt nahe anzunehmen, daß die Bildung zumindest einiger der Geschmackskomponenten beim Zubereiten des Fleisches durch Reaktion freier Aminosäuren, Dipeptide, des Glutathions und Taurins mit Kohlenhydraten und anderen Bestandteilen der Muskulatur erfolgt (9). Beim Erhitzen von Kaltwasserextrakten von Rind-, Schweine- und Lammfleisch wurden große Verluste an einigen Aminosäuren und vor allen Dingen an Carnosin, Anserin und Taurin beobachtet (10).

Da die nichtflüchtigen Bestandteile bei reinem Muskelfleisch von Schwein, Lamm und Rind qualitativ gut übereinstimmen, sind feinere Unterschiede im „Fleischgrundgeschmack“ nach dem Erhitzen offenbar durch den Anteil einiger niedrigmolekularer stickstoffhaltiger Komponenten wie des Glutathions, Carnosins und Anserins und des Taurins bedingt. Der spezifische und charakteristische Geruch des Lammfleisches scheint in erster Linie von Carbonylverbindungen des Fettes herzuführen [11].

Diese kurze und unvollständige Erörterung der für die Geschmacksbildung bei Fleisch bekannten Faktoren möge als Grundlage zur Diskussion der eigenen Ergebnisse dienen. Bereits die großen Abweichungen im Gehalt an den beiden Dipeptiden Anserin und Carnosin, an Glutathion und Taurin bei den Muskeln mit unterschiedlichen Myoglobingehalten machen die geschmacklichen Unterschiede nach der Zubereitung verständlich. Glutathion und vor allen Dingen Taurin dürften an der Entstehung des ausgeprägten Fleischgrundgeschmackes der Schenkelmuskulatur mitwirken. Unsere Kenntnisse sind noch nicht ausreichend, um auf die spezifische Wirkung der übrigen Komponenten eingehen zu können, bei denen im vorliegenden Tiermaterial gesicherte quantitative Unterschiede zwischen weißen und roten Muskeln bestehen. Die geschmacksaktiven Verbindungen Inosinsäure und Glutaminsäure sind in beiden Muskeltypen vorhanden, und zwar Glutaminsäure im Brustmuskel im

Tabelle 5. *Ninhydrinpositive Substanzen* ( $\mu\text{mol/ml}$ ) in 3 *Muskeln* von je 4 *Hähnen, Hühnern und Kapaunen*. Abkürzungen: vgl. Tab. 3;  
s = Standardabweichung

Komp.	Hähne		M. pec. Hühner		Kapaune		Hähne		M. gas. Hühner		Kapaune		Hähne		M. sar. Hühner		Kapaune	
	$\bar{x}_1$	$s_1$	$\bar{x}_2$	$s_2$	$\bar{x}_3$	$s_3$	$\bar{x}_4$	$s_4$	$\bar{x}_5$	$s_5$	$\bar{x}_6$	$s_6$	$\bar{x}_7$	$s_7$	$\bar{x}_8$	$s_8$	$\bar{x}_9$	$s_9$
Tau	1,25	0,31	1,45	0,35	1,00	0,38	45,9	6,6	38,3	6,8	48,9	3,3	40,8	6,1	41,8	10,7	41,0	8,1
Gly	0,90	0,11	0,66	0,15	0,72	0,22	1,21	0,11	1,49	0,75	1,53	0,42	1,92	0,75	1,65	0,90	1,94	0,64
Thr	1,15	0,22	1,00	0,34	1,48	0,51	1,41	0,21	1,50	0,16	2,25	0,49	1,43	0,23	1,46	0,13	1,81	0,34
Ser	1,81	0,32	1,44	0,17	2,01	0,81	2,46	0,33	2,84	0,68	3,00	0,28	2,49	0,52	2,66	0,26	2,56	0,14
Asn	0,38	0,10	0,32	0,07	0,42	0,20	0,66	0,10	0,73	0,10	0,81	0,36	0,60	0,04	0,68	0,08	0,69	0,18
Glu	1,78	0,46	1,90	0,57	1,77	0,70	7,03	2,08	7,03	2,5	8,31	1,76	7,15	2,47	7,43	1,35	7,02	1,71
Gly	1,72	0,32	1,79	0,29	1,98	0,93	1,95	0,54	2,76	0,82	2,33	0,42	3,57	0,32	3,67	0,73	3,07	0,39
$\alpha$ -Ala	1,67	0,51	1,29	0,25	1,79	0,69	4,14	0,86	4,52	0,50	4,87	1,69	3,08	0,30	3,40	0,73	3,47	0,70
Val	2,68	0,57	2,01	0,33	3,22	0,47	4,37	0,32	4,33	1,20	5,22	0,73	4,39	0,41	4,26	0,77	4,44	1,06
Ile	0,64	0,13	0,56	0,11	0,68	0,32	0,53	0,11	0,73	0,18	0,65	0,18	0,55	0,09	0,67	0,14	0,61	0,20
Leu	0,38	0,05	0,29	0,08	0,35	0,15	0,28	0,05	0,38	0,12	0,32	0,09	0,28	0,03	0,32	0,08	0,29	0,07
Tyr	0,64	0,05	0,48	0,08	0,58	0,25	0,43	0,10	0,58	0,18	0,50	0,13	0,46	0,08	0,48	0,09	0,46	0,08
Phe	0,53	0,03	0,38	0,08	0,54	0,27	0,36	0,07	0,41	0,16	0,44	0,14	0,41	0,11	0,37	0,12	0,41	0,11
$\beta$ -Ala	0,27	0,03	0,21	0,03	0,27	0,11	0,18	0,04	0,25	0,07	0,22	0,08	0,22	0,05	0,23	0,05	0,22	0,05
Lys	0,64	0,19	0,63	0,27	0,47	0,11	1,96	0,33	2,05	0,98	1,29	0,35	1,02	0,06	1,40	0,53	0,84	0,06
Ans	1,27	0,51	0,70	0,09	1,04	0,38	3,14	0,83	1,90	0,73	2,63	0,30	1,89	0,17	1,39	0,53	1,62	0,21
Car	72,9	12,9	60,6	8,3	69,3	10,0	13,3	2,10	13,5	2,0	13,3	1,3	17,0	2,4	16,7	2,0	16,1	0,40
Arg	26,8	10,0	30,8	3,9	22,0	2,4	6,72	2,50	6,86	2,77	5,64	1,35	4,98	1,40	5,12	1,23	3,69	0,70
	0,59	0,14	0,47	0,11	0,72	0,38	0,95	0,28	0,87	0,18	1,55	0,26	0,66	0,12	0,72	0,16	0,98	0,16

Mittel in schwächeren Konzentrationen als im Schenkelmuskel. Dafür dürfte Inosinsäure nach Untersuchungen von Davidek u. Khan im weißen Muskel in etwas höheren Maximalkonzentrationen vorkommen als im roten. Es sollte allerdings auch bedacht werden, daß bei Temperaturen über Gefrierbeginn bereits nach einer Abhängezeit von 24 Std das Inosinmonophosphat zu Inosin und weiterhin zum Hypoxanthin abgebaut wird [12]. Hypoxanthin wird bei manchen Fischprodukten als wesentlich für eine bittere Geschmacksnuance angesehen.

Bei der Durchsicht von Tab. 3 fällt auf, daß  $\beta$ -Alanin im Brustmuskel im Mittel in kleineren Konzentrationen vorhanden ist als im Schenkelmuskel, obwohl die beiden Dipeptide Anserin und Carnosin, an deren Aufbau es beteiligt ist, zusammen im weißen Muskel etwa viermal so stark konzentriert sind wie im roten Muskel. Ähnlich liegen die Verhältnisse zwischen Histidin und Carnosin bei den beiden Muskeltypen. Die Beurteilung der unterschiedlichen Gleichgewichtslage zwischen Komponenten und Dipeptiden wird noch dadurch erschwert, daß freies L-Methylhistidin, das mit  $\beta$ -Alanin das Anserin aufbaut, nicht mit Sicherheit gefunden wurde. Alle bisherigen Ergebnisse sprechen jedenfalls dafür, daß die beiden Dipeptide nicht etwa in der Leber, sondern im Muskel selbst synthetisiert werden [13, 14].

Es ist noch nicht zu übersehen, welchen Aussagewert die von Angehörigen einer Herde bestimmten mittleren Gehalte an ninhydrinpositiven Substanzen für alle Tiere vergleichbaren Lebensalters haben, die unter den heute in der Geflügelmast gebräuchlichen Aufzuchtbedingungen aufwachsen. Daß gewisse Übereinstimmungen bestehen, möchten wir aus früheren Ergebnissen schließen. In diesen Versuchen [1, 2] wurden die Komponenten bei 20 Monate alten Hühnern anderer Herkunft hochspannungselektrophoretisch bestimmt. Ein Vergleich der Werte der beiden altersmäßig so unterschiedlichen Tiergruppen lehrt, daß zwar Abweichungen bis zu 54% vom Mittelwert vorliegen, die wesentlichen Unterschiede zwischen den Mustern an freien Aminosäuren von roten und weißen Hühnermuskeln jedoch gleichsinnig ausgeprägt sind.

Diese Ergebnisse lassen bereits vermuten, daß mit grundsätzlichen Differenzen im Muster an ninhydrinpositiven Substanzen zwischen 3 und 4 Monate alten Tieren derselben Herde nicht zu rechnen ist. Die vergleichsweise höheren Werte der meisten freien Aminosäuren im Brustmuskel bei den jüngeren Tieren (Tab. 4) können auf eine gegenüber der Schenkelmuskulatur andersartige Stoffwechselsituation im Brustmuskel während dieses Lebensabschnittes hindeuten. Daß die Eiweißsynthese im Brustmuskel — insbesondere im noch jüngeren Alter — sehr hoch ist, zeigen neuere Untersuchungen von Scholtyssek u. Tawfik [15]. In qualitativer Hinsicht scheint sich das Muster der ninhydrinpositiven Substanzen bei Hühnern nur während der Embryonalentwicklung auffallend zu wandeln [16, 17]. Besonders große quantitative Veränderungen dürften den ersten Wochen nach dem Schlüpfen vorbehalten sein und betreffen in hohem Maße Anserin und Carnosin [14] und im weißen Muskel die Enzymaktivitätsmuster [18]. Es ist wohl kaum möglich, ohne Modellversuche vorauszusagen, ob die Unterschiede an freien ninhydrinpositiven Substanzen im weißen Brustmuskel von 3 und 4 Monate alten Hühnern solche Geschmacksdifferenzen des Hühnerfleisches zur Folge haben, daß daraus der optimale Zeitpunkt für das Ende der Hühnermast abgeleitet werden kann.

Ähnliche Überlegungen gelten auch für die Beurteilung der nicht großen Unterschiede im Muster der Stickstoff-Restssubstanzen in den gleichen Muskeln von Hähnen, Hühnern und Kapauern bei einer Lebenszeit von 3 bis 4 Monaten.

Offenbar ist ein 3 oder 4 Monate altes und genetisch einheitliches Tiermaterial aus einer Herde in den Mustern an freien ninhydrinpositiven Substanzen so gleichartig, daß es sich gut dazu eignen würde, Einflüsse von speziellen Diäten und extremen Umweltbedingungen auf die Stickstoffrestsubstanzen der Muskulatur zu prüfen.

## Literatur

1. Partmann, W.: Bull. Inst. Intern. Froid Annexe **1965I**, 243 (1965).
2. Partmann, W.: diese Z. **133**, 289 (1967).
3. Partmann, W.: diese Z. **129**, 205 (1966).
4. Moore, St., Spackman, D. H., Stein, W. H.: Anal. Chem. **30**, 1185 (1958).
5. Spackman, D. H., Stein, W. H., Moore, St.: Anal. Chem. **30**, 1190 (1958).
6. Benson, J. F., Jr., Gordon, M. J., Patterson, J. A.: Anal. Biochemistry **18**, 228 (1967).
7. Landmann, W. A., Batzer, O. F.: J. Agr. Food Chem. **14**, 210 (1966).
8. Minor, L. J., Pearson, A. M., Stine, C. M.: J. Agr. Food Chem. **14**, 416 (1966).
9. Koehler, H. H., Jacobson, M.: J. Agr. Food Chem. **15**, 707 (1967).
10. Maly, R. L., Naumann, H. D., Bailey, M. E.: J. Food Sci. **29**, 142 (1964).
11. Hornstein, I., Crowe, P. F.: J. Agr. Food Chem. **11**, 147 (1963).
12. Davidek, J., Khan, A. W.: J. Food Sci. **32**, 155 (1967).
13. Harms, W., Winnick, Th.: Biochim. Biophys. Acta **15**, 480 (1954).
14. McManus, I. R., Benson, M. S.: Arch. Biochem. Biophys. **119**, 444 (1967).
15. Scholtyssek, S., Tawfik, L. E. S.: Fleischwirtschaft **48**, 56 (1968).
16. Alexander, M. D., Keys, Ch. E.: J. Alabama Acad. Sci. **38**, 37 (1967).
17. Moss, F. P., Leibholz, J., Simmonds, R. A.: Poultry Sci. **47**, 475 (1968).
18. Bass, A., Lusch, G., Pette, D.: Eur. J. Biochem. **13**, 289 (1970).

Dr. W. Partmann, Bundesforschungsanstalt für  
Lebensmittelfrischhaltung  
D-7500 Karlsruhe 1, Engesserstraße 20

---

## Elektrodialytische Dekontamination von Apfelsaft

O. FRINDIK

Mitteilung aus dem Institut für Strahlentechnologie der Bundesforschungsanstalt  
für Lebensmittelfrischhaltung, Karlsruhe\*

Eingegangen am 19. März 1970

### The Electrodialytic Decontamination of Apple Juice

*Summary.* Inactive or radioactive cesium and strontium salts were added to clear apple juice and removed by electrodialysis. Conditions are described which permit removal of about 98% of the added quantity of cations, without affecting the quality of the apple juice.

*Zusammenfassung.* Klarem Apfelsaft wurden inaktive oder radioaktive Cäsium- und Strontiumsalze zugesetzt und durch Elektrodialyse wieder entfernt. Die Arbeitsbedingungen werden beschrieben, die eine Entfernung von etwa 98% der zugesetzten Kationenmenge erlauben, wobei die Qualität des Saftes weitgehend erhalten bleibt.

#### Einleitung

Die insbesondere durch den Fallout von Kernwaffenexplosionen radioaktiv kontaminierten Lebensmittel kann man im Hinblick auf die Dekontaminationsverfahren in feste und flüssige Lebensmittel unterteilen. Die Arbeiten von Paulus [1, 2] und Endres u. Fischer [3] behandeln am Beispiel verschiedener Gemüsesorten die Problematik der Dekontamination fester Nahrungsmittel. Von den flüssigen Nahrungsmitteln wurde bisher nur die Milch mit verschiedenen Dekontaminationsmethoden untersucht [4].

Mit der vorliegenden Arbeit wird ein weiterer Beitrag zur Frage der Dekontamination von flüssigen Nahrungsmitteln geliefert. Als Modells substanz wurde klarer

---

\* Herrn Dr. W. Mehringer wird für die Unterstützung bei der Lösung mathematischer Probleme und Herrn R. Kiby für die Mitarbeit bei der Durchführung der Versuche gedankt.