Biochemische Vorgänge und Ultrastrukturveränderungen im Muskelgewebe der Enten

T.TRZISZKA, T.SMOLIŃSKA, W.KOPEĆ

Institut für Aufbewahrung und Lebensmitteltechnologie,
Landwirtschaftliche Akademie, Wrocław, Polen

Einleitung

Das Gefrieren des Schlachgeflügels in verschiedenen Phasen p.m. ist noch nicht völlig erforscht. Die Untersuchungsergebnisse sind differenziert, u.a. infolge der unter den Geflügelarten auftretenden Unterschiede.
Über die Abhängigkeit der Gefrjeränderungen vom Ausgangszustand der Gewebe bestehen drei prinzipielle Anschauungen: 1. Überlegenheit des Gefrierens unmittelbar nach der Schlachtung; 2. Gefrieren nach vorhergehender Abkühlung (d.i. partielle oder völlige Verhinderung der Veränderung nach der Schlachtung); 3. ohne Berücksichtigung der Veränderngsphase nach der Schlachtung in Bezug auf die Qualität des Gefrierproduktes [4].
Aktuell wird in der Geflügelindustrie das Gefrieren nach vorhergehender intensiver Abkühlung breit angewendet. Derartiges technologisches Verfahren weckt jedoch Sanitätsvorbehalte.
Deswegen ist es notwendig eine Modifikation des technologischen Verfahrens zu erforschen, nämlich durch Eliminieren der Abkühlung (Gefrieren des warmen Geflügelmaterials).
Der Einfluss von niedrigen Temperaturen auf die Dynamik des endogenen Prozesses im Fleisch grosser Schlachtiere ist weitgehend bekannt. Dagegen in Bezug auf Geflügelfleisch und insbesondere auf Wassergeflügel fehlen komplexe Untersuchungen.
Im Zusammenhang damit wurden in unseren Untersuchungen Versuche unternommen, die Dynamik der glykolytischen und ultrastrukturalen Änderungen, die im Muskelgewebe der nach vorhergehender Abkühlung und ohne Abkühlung gefrorener Entenschlachtkörper vorkommen, zu erforschen.

Material und Methoden

Das Versuchsmaterial bestand aus Entenschlachtkörper gleichen Alters (9 Wochen), gleicher Abstammung, Gewicht, die aufgrund des pH-Wertes 6,5 - 6,6 im Brustmuskel 22 min. p.m. [3] selektioniert wurden.
In den Untersuchungen wurden drei verschiedene Gefriervarianten an gehüllten Schlachtierkörpern angewendet.

I. Industrielles Gefrieren-Entenschlachtkörper wurden abgekühlt und gemäss der in der polnischen Industrie üblichen Technologie gefroren [7]. Der Gefriervorgang begann 50 Min p.m. bei der Ausgangstemperatur 8°C im Brustumskel. Er dauerte 6 St. bis zur Temperatur -12°C im Brustmuskel.
II. Das Gefrieren von warmen Entenschlachkörpern verlief analog zu I, natürlich ohne Abkühlung. Es begann 45 min. p.m. bei der Ausgangstemperatur +32°C im Brustmuskel und dauerte 7 St. bis die Temperatur im Brustmuskel -12°C betrug.
III. Modellgefrieren (Kontaktmethode im festen CO_2). Die auspräparierten, gehüllten Brustmuskeln wurden 45 min. p.m. bei der Ausgangstemperatur +32°C im Brustmuskel gefroren. Das Gefrierverfahren dauerte 3 St. bis zur Temperatur -12°C.

Das Versuchsmaterial wurde in der Gefrieranlage bei der Temperatur -20°C 3 und 6 Monate lang aufbewahrt. Proben für die Untersuchungen wurden von warmen Schlachtierkörpern 30 Min. p.m., von abgekühlten 75 Min. p.m. und nach den angegebenen Aufbewahrungszeiten entnommen. Vor Beginn der Analysen wurden die Schlachttierkörper in Temp. 4°C aufgetaut bis die Temp. im Brustmuskel 0°C erreichte.
In den Untersuchungen wurden folfende Bezeichnungen durchgeführt:
- Glykogen und Milchsäuregehalt [1,2]
- Gehalt an Nukleotidenverbindungen testiert [5]
- Ultrastrukturanalyse des Muskelgewebes: unter Anwendung Osmiumoxydfixierung und für Mikroskopaufnahmen die Vergrösserung x 10.000-40.000

Ergebnisse und Besprechung

Kohlenhydrate - trotz ihrer geringer Anzahl - spielen im Muskelgewebe eine wichtige Rolle. Der Abban der Kohlenhydrate beginnt nach der Schlachtung am ehesten und die Geschwindigkeit der Glykogenolyse p.m. wird je nach der Temperaturabnahme immer kleiner. In allen drei Untersuchungs-warianten (Tab.1,2) wurden unmittelelbar nach der Schlachtung sowie im Laufe des weiteren technologischen Vorgangs als auch während der Gefrierauf-bewahrung eine statistisch wesentliche Glykogendegradation beobachtet (= 0,01).
Die schnellste Glykogenzersetzung trat beim Gefrieren der Entenschlachtkörper ohne vorhergehende Abkühlung ein, (Variante 2). In der grössten Anzahl und am längsten unverändert blieb das Glykogen in den Modelluntersuchungen (III - Gefrieren im festen CO_2).
Proportional zum Anstieg der Glykogenzersetzung sammelte sich im Muskelgewebe die Milchsäure. Nach dem Gefrieren wurden wesentliche Unterschiede in Bezug auf den Milchsäuregehalt zwischen den einzelnen Gefriervarianten statistisch festgestellt. Im Laufe der Aufbewahrungszeit beobachtete man ähnliche Zerzetzungsdynamik der Milchsäure bei allen Untersuchungswarianten.

Parallel zu den Änderungen der Kohlenhydrate traten die der Nukleotiden auf. Während der Aufbewahrung und des Gefrierens des Fleisches in der praerigoren Phase ist die Zersetzung der Phosphor-organischen Verbindungen besonders wichtig. Den Verlauf dieser Vorgänge illustrieren die beiliegenden Tab.1,2. Trotz quantitativer Unterschiede des Adenyl-Nukleidengehaltes sowie des Amsammlungsvorgangs IMP in den einzelnen Varianten wurde eine Zersetzungsrichtung beobachtet. Die ermittelte grosse Streuung der Ergebnisse, wovon die Standard-abweichungen zeugen, erlaubt keine eingehende statistische Interpretation. Jedoch in Anlehuung an die erzielten Daten ist festzustellen, dass vorhergehende Abkühlung sowie Gefrieren in CO_2 die Nukleidendegradation in der Aufangsperiode p.m. effektiv hemmen. Im Laufe der Aufbewahrung dagegen verläuft die Nukleidenzersetzung unterschiedlich abnehmend.

Das Ultrastrukturbild bestätigt im gewissen Mass die Ergebnisse der biochemischen Analysen. Die bestens bewahrte Struktur des Muskelgewebes beobachtet man beim schnellen Gefrieren in CO_2 sowie bei Anwendung des Gefrierens nach vorhergehender Abkühlung. Dagegen wies das ohne vorhergehende Abkühlung (im warmen Zustand), aber in Industriebedingungen gefrorene Muskelgewebe eine anfängliche Destruktion der Myofibrillen, Z-Linien, partielle Beschädigung der mitochondialen Kämme sowie gerinfügige Änderungen in der Sarkolemma.

Man kann zusammenfassend feststellen, dass durch rasches Gefrieren in CO_2 sowie durch Gefrieren nach Abkühlung in gewissen Masse die Glykolyse nach der Schlachtung gehemmt wird. Dagegen wurden keine grossen Unterschiede betreffs der Adenyl-Nukleidenkonzentration aufgewiesen. Jedoch ist das Gefrieren der Entenschlachtkörper ohne Abkühlung vor dem Auftreten der Todesstarre praktisch unmöglichwegen der schnellen glykolitischen Vorgänge.

Die aus den vorhergehenden Untersuchungen, die u.a. die Degradation der Nukleidenverbindungen in den ohne Abkühlung gefrorenen Entenmuskeln umfassten, erzielten Daten waren ähnlich und die organoleptische Bewertung wies gute Mürbheit der Schlachtierkörpermuskeln auf [6]. Daher vom kulinar-sanitären Gesichtspunkt scheint das Gefrieren der Enten ohne Abkühlung günstig zu sein. Dagegen in Bezug auf das technologische Verfahren sowie die fortschreitenden Änderungen p.m. ist die schnellste Temperaturabnahme in den Muskeln durch Abkühlung oder rasches Gefrieren in Trockeneistemperatur günstiger.

Verlauf des glykolytischen Prozesses auf Grund der Änderung des Gehaltes an charakteristischen Verbindungen in Entenbrustmuskeln gefroren mit und ohne Abkühlung

Tabele 1

Versuchswarianten		I (mit Abkühlung)				II (ohne Abkühlung)			
Untersuchte Verbindungen / Versuchszeit		Glykogen %	Milchsäure %	Nukleotiden-Adenilsumme µm/100 g	IMP µm/100 g	Glykogen %	Milchsäure %	Nukleotiden-Adenilsumme µm/100 g	IMP µm/100 g
1. Warme Schlachttierkörper (30 Min.p.m.)	$\bar{x}$	-	-	-	-	0,72	0,30	374,0	307,6
	s	-	-	-	-	0,06	0,03	70,0	89,3
2. Abgekühlte Schlachttierkörper (90 Min.p.m.)	$\bar{x}$	0,74	0,28	377,8	280,1	-	-	-	-
	s	0,04	0,03	48,2	107,7	-	-	-	-
3. Schlachttierkörper nach Auftauung (24 Std.p.m.)	$\bar{x}$	0,43	0,58	359,1	226,4	0,41	0,70	175,5	239,5
	s	0,02	0,03	63,0	79,4	0,02	0,03	39,0	26,0
4. 3 Monate aufbewahrte Schlachttierkörper	$\bar{x}$	0,36	0,59	227,2	142,9	0,34	0,67	164,0	131,3
	s	0,02	0,02	18,6	66,2	0,02	0,02	18,6	46,1
5. 6 Monate aufbewahrte Schlachttierkörper	$\bar{x}$	0,21	0,53	103,8	66,0	0,18	0,57	124,5	72,0
	s	0,02	0,02	20,6	19,9	0,02	0,02	23,3	28,9

Verlauf des glykolytischen Prozesses auf Grund der Änderung des Gehaltes an charakteristischen Verbindungen in Entenbrustmuskeln gefroren in Trockeneis

Tabele 2

Untersuchte Verbindungen / Versuchszeit		Glykogen %	Milchsäure %	Nukleotiden-Adenilsumme µm/100 g	IMP µm/100 g
1. Warme Schlachttierkörper (30 Min. p.m.)	$\bar{x}$	0,72	0,30	374,0	307,5
	s	0,06	0,03	69,6	89,3
2. Schlachttierkörper nach Auftauung (24 Std. p.m.)	$\bar{x}$	0,65	0,45	296,7	202,5
	s	0,02	0,03	45,0	80,1
3. 3 Monate aufbewahrte Schlachttierkörper	$\bar{x}$	0,58	0,60	181,4	164,6
	s	0,02	0,02	23,3	40,2
4. 6 Monate aufbewahrte Schlachttierkörper	$\bar{x}$	0,31	0,56	183,0	101,6
	s	0,01	0,01	35,0	50,0

Literaturverzeichnis

1. KRISMAN C.R. (1962), Anal.Biochem. 4, 17
2. KRYŁOWA H., LJASKOWSKAJA J.: (1961), Fizykochemiczeskije metody śladowanja produktow żiwotnowo proischożdenja, Moskwa
3. NIEWIAROWICZ A., TROJAN M., PIKUL J.: (1980), Przem.Spoż. 1, 29
4. POSTOLSKI J., GRUDA Z. (1974), Zamrażanie Żywności, WNT, Warszawa
5. SŁOWIK M., MROCZEK J., WASILEWSKI S. (1971), Przem.Spoż., 1, 31
6. SMOLIŃSKA T., TRZISZKA T. (1981), Chłodnictwo 2, 15
7. POLSKA NORMA PN 67/A-07005