

Besteht neben normalen, PSE und DFD Fleisch noch eine "vierte Qualität" ? (Eine Diskussion)

FRANC BUČAR

Biotechnische Fakultät, Ljubljana, Jugoslawien

Es wird vermutet das neben normalen, PSE und DFD Fleisch noch eine "vierte Qualität" vorkommt. Normales und PSE Fleisch entwickeln sich wegen der Wechselwirkung Temperatur/pH-Wert im Bereich $20-43^{\circ}\text{C}$ /6,0-5,4. Bei hohen Temperaturen entwickelt sich denaturationsbedingt eine "offene" Struktur mit PSE Beschaffenheit und mit verringerten WBV; bei rund 20°C aber normales Fleisch mit "halboffener" Struktur und normalen Eigenschaften. DFD Fleisch, das pH-Werte über 6,0 zeigt und eine "geschlossene" Struktur mit gequollenen Eiweiss bedingt, ist dunkel, fest und trocken-leimig, begrenzt haltbar und nicht oxydationsfähig, weniger saftig und schmackhaft, aber zart.

Welche Prozesse laufen im Rahmen der Temperatur/pH-Wert Wechselwirkung ab und was für eine komplexe Beschaffenheit entwickelt sich, wenn das Fleisch p.mortem sehr schnell gekühlt wird? Das Fleisch weist eine "geschlossene" Struktur mit entquollenen Eiweiss auf. Der frische Schnitt ist dunkler als normal, oxygeniert aber schnell, fester als normal, aber nicht so fest als DFD, sowie nicht leimig. Das gegarte Fleisch ist zäher (Kälteschrumpfung), normal saftig, schmackhaft und besser haltbar.

Die Beschaffenheit des schnellgeköhlten Fleisches unterscheidet sich vom normalen und DFD Fleisch wesentlich und weist auf einen speziellen Typ des Fleisches hin, der die "vierte Qualität" darstellen könnte.

Does beside normal, PSE and DFD meat exist an other "fourth quality" ? (A discussion)

FRANC BUČAR

Biotechnical faculty, Ljubljana, Yugoslavia

It is to suppose that beside normal, PSE and DFD meat an other "fourth quality" of meat exists. Normal and PSE meat are the result of temperature/pH interaction in range $20-43^{\circ}\text{C}$ /6,0-5,4. At high temperature denaturation occurs and "open" structure develops, the meat become PSE and shows very low WHC with high drip. Reaching normal ultimate pH at about 20°C , a "halfopen" structure and normal gross morphology with normal properties of meat develops. DFD meat shows ultimate pH over 6,0, what causes "closed" structure with swollen proteins. The meat is : dark, firm and dry-sticky, keeping quality and oxygenation limited, WHC and EC high, tender and less juicy, flavor without acid nuance.

What processes in frame of temperature/pH interaction occur and what complex condition develops if the muscles are quickly chilled p.mortem? The structure of quickly chilled meat with normal ultimate pH is "closed" with unswollen proteins. It is: darker when freshly cut, but brightens rapidly when exposed to air; drip much lower than normal; texture firmer and dryer than normal, but less firm and dry than in DFD, never sticky; normal in juiciness and flavor, while dominantly negative sensory property is toughness (cold shortening).

Quickly chilled meat differs from normal and DFD meat appreciable and indicate a special type of meat, which could represent the "fourth quality" of meat.

A 5:2

Existe-t-il hors de la viande normale, PSE et DFD encore une "quatrième qualité" ?
(Une discussion)

FRANC BUČAR

Faculté Biotechnique, Université de Ljubljana, Jugoslavie

Trois qualités de la viande sont connues : normale, PSE et DFD. On suppose qu'une quatrième qualité existe. La viande normale et PSE sont le résultat de l'interaction température / pH avec des limites 20-43°C / 6,0 - 5,4. La température haute provoque une dénaturation de protéines et développe une structure "ouverte" ; la viande devient PSE avec un faible pouvoir de rétention d'eau. La température de 20°C cause une structure "demiouverte" et la viande normale. La valeur pH finale $\geq 6,0$ est celle que cause une viande DFD avec une structure "fermée" ; la viande DFD est de la couleur foncée, de l'état ferme et sec-gluant ; la conservation et l'oxygénation sont réduites ; le pouvoir de rétention d'eau et d'émulsification sont hautes ; la viande est tendre, moins succulente, la saveur sans la nuance acide.

Quels processus dans le cadre de l'interaction température/pH se passent et quelle condition complexe se développe quand les muscles sont réfrigérés très rapidement post mortem ? La structure de la viande avec valeur pH finale normale est fermée ; la surface de l'incision fraîche et de la couleur foncée, devenant pourtant oxygénée très rapidement ; l'état est plus ferme et plus sec que normal, pourtant moins ferme et sec que la viande DFD ; jamais gluant ; la succulence et la saveur sont normales, cependant la dureté devient une qualité négative dominante (cold shortening).

La viande réfrigérée très rapidement post mortem se distingue de la viande normale et DFD considérablement et indique un type spécial de la viande, que peut représenter une "quatrième qualité".

Существует - ли наряду с нормальным, П С Е и Д Ф Д качествами мяса еще и четвертое качество?

Ф Р А Н Ц Б У Ч А Р

Биотехнический факультет Университета в Любляне, Югославия

Известны 3 качества мяса: нормальное, П С Е и ДФД. Предполагаем, что существует еще "четвертое качество". Нормальное и П С Е мясо являются последствием взаимодействия температуры и pH в области 20-43°C / 6,0-5,4. Высокая температура денатурирует белки, при чем развивается "открытая" микроструктура и мясо П С Е со слабой способностью удерживания воды. Последствием температуры около 20°C является "полуоткрытая" структура мяса и нормальное мясо. Конечный pH выше 6,0 вызывает "закрытую" структуру мяса и качество Д Ф Д, т.е. мясо темного цвета, плотное и сухо-клейкое; его устойчивость и способность окисления низки, способности связывания воды и эмульгирования положительны, мясо мягкое, менее сочное, в аромате отсутствует кислый оттенок.

Какие процессы развиваются в рамках взаимодействия температуры и pH и каково комплексное состояние мяса после очень быстрого охлаждения мышцы после смерти? Структура мяса с нормальным конечным pH "закрытая" ; цвет свежего разреза темный, но очень быстро связывает кислород; мясо более плотное и сухое, чем нормально, как мясо Д Ф Д; клейкость отсутствует; сочность и аромат нормальны, а жесткость является главным отрицательным качеством (cold shortening).

Мясо охлажденное очень скоро после смерти резко отличается от нормального мяса и представляет особый тип мяса, который можно рассматривать "четвертым качеством".

Besteht neben normalen, PSE und DFD Fleisch noch eine "vierte Qualität" (Eine Diskussion)

FRANC BUČAR

Biotechnische Fakultät, Universität Ljubljana, Jugoslawien

Einleitung

Allgemein wird angenommen, dass man die Muskeln bzw. das Fleisch der Schlachttiere in drei Qualitäten einstufen kann: normales Fleisch; blasses und wässriges oder PSE Fleisch; dunkles, festes und trockenes Fleisch oder DFD Fleisch. Es wird vermutet, dass neben der genannten drei Qualitäten, unter gewissen Umständen nach der Schlachtung der Schlachttiere noch eine Fleischqualität vorkommt.

Das Ziel dieses Beitrages ist es die Vorgänge in den Muskeln bei der Entwicklung der drei bekannten Fleischqualitäten und deren Eigenschaften zu erörtern ^{und} die hypotetischen Entwicklungsmechanismen der vermuteten neuen Fleischqualität und deren Eigenschaften zur Diskussion zu bringen.

Die einzelnen Qualitäten des Fleisches bzw. Muskeln nach der Kühlung (gewöhnlich 24 Stunden nach der Schlachtung) sind ein visueller, taktiler, histologischer und physisch-chemischer Zustand des Fleisches mit Folgen für die sensorischen und technologischen Eigenschaften. Dieser Zustand entwickelt sich aufgrund von Prozessen, die durch die Wechselwirkung zwischen Acidität (pH-Wert) und Temperatur der Muskeln während der postmortalen Glykolyse induziert sind (Wismer-Pedersen, 1966, Penny, 1972). Der Ausgangspunkt dieser Diskussion ist die Voraussetzung, dass die Grundvorgänge der Entwicklung bei der einzelnen Fleischqualität, die durch die genannte Wechselwirkung induziert sind, bei allen Fleischarten gleich sind, wennauch eine gewisse Fleischqualität eines Species in normalen Produktionsbedingungen aus ötiologischen Gründen öfters und bei anderen Species seltener vorkommt. Im Prinzip kann man experimentell alle Fleischqualitäten in den Muskeln aller Schlachttiere "produzieren". Beschränkung besteht darin, dass gewisse Abweichungen durch physiologisch bedingte Unterschiede zwischen Species oder zwischen einzelnen Tieren eines Species oder zwischen Muskeln eines Tieres auftreten (Lawrie, 1977).

Normales Fleisch

Wismer-Pedersen/ Briskey (1961) schrieben, dass die Schweinemuskeln eine normale Farbe, Konsistenz (Textur) und Feuchtigkeit aufweisen, wenn die Totenstarre mit vollem Glykolyseumfang (pH_{co} rund 5,5) bei einer Temperatur von rund 20°C abläuft. Andererseits stellten Locker/Hagyard (1963) an der ausgeschnittenen Rindmuskeln die geringste Verkürzung (rund 10 %) fest, wenn die Totenstarre bei normalen End-pH-Wert im Temperaturbereich 14 bis 19°C endete. Unter den beschriebenen Bedingungen, verlaufen im Muskelgewebe folgende Vorgänge: Im Muskel in vivo liegen Miofibrillen in sehr viskosem Sarkoplasma und die Proteine binden grosse Wassermengen. Während des postmortalen pH-Wert-Abfalles wird das gebundene Wasser fortschreitend in das Sarkoplasma abgegeben, das entsprechend weniger viskos wird. Bei genannter Temperatur ist die Milchsäure (in der Menge, die einen normalen End-pH-Wert bedingt) nur mässig aggressiv und nur gegen gewisse strukturelle Teile des Muskelfasers. So wird die Semipermeabilität des Sarkolemmas in mässigen Ausmasse vermindert und ein Teil der Flüssigkeit aus dem verdünnten Sarkoplasma wandert in die Zwischenräume der Muskelfasern ein. Die Zwischenräume vergrössern sich dementsprechend. Penny (1977) stellte nämlich fest, dass im M. long. dorsi des Schweines, der 6 Stunden nach dem Tode bei 20°C und weiter bei 10°C aufbewahrt wurde, einen Tag später die Zwischenräume im mikroskopischen Feld rund 17 % dieses Feldes ausmachten (5 % bei 10°C und 25 % bei 37°C). Die entsprechenden Mengen von "drip" waren bei 20°C 4 %, bei 10°C 1,3 %, 10 bis 14 % bei 37°C). Man kann vermuten, dass die Fleischstruktur, wenn man die Terminologie Callows (1938) annimmt, "halboffen" ist. Das Fleisch weist eine normale Farbe, mässig feste Konsistenz und eine mässige Feuchtigkeit auf. Aus diesen Zustand resultieren physisch-chemische, sensorische und technologische Eigenschaften des Fleisches mit entsprechenden normalen absoluten Werten.

A 5:4

PSE Fleisch

Aufgrund zahlreicher Untersuchungen stellte Briskey (1964) fest, dass sich das PSE Fleisch entwickelt, wenn die postmortale Glykolyse ausserordentlich schnell bei hohen Körpertemperatur verläuft. Bendall/ Lawrie (1964) führen an, dass sich PSE Fleisch entwickelt wenn die Glykolyse so rasch verläuft, dass der pH-Wert rund 45 Minuten nach der Entblutung niedriger als 6,1 ist und die Temperatur des Muskels mehr als 35°C beträgt. Beide Autoren stellten auch die Hypothese über die Vorgänge, die zur PSE Beschaffenheit des Fleisches führen, auf. In den Muskelfasern, während des Absinkens des pH-Wertes, der sich dem isoelektrischen Punkt nähert, verdünnt vom Eiweiss abgegebene Flüssigkeit das Sarkoplasma. Bei hoher Temperatur ist die Aggressivität der Milchsäure in der Menge, die einen normalen pH-Wert-Abfall bedingt, sehr gross. Je niedriger der pH-Wert ist und je höher die Temperatur, desto umfangreicher ist die Denaturierung des fibrillaren Eiweisses (Penny, 1972). Die Denaturierung führt zu einer weiteren Abgabe des an die fibrillen gebundenen Wassers, die das Sarkoplasma zusätzlich verdünnt. Gleichzeitig wird auch das Sarkolemma sehr beschädigt und seine Semipermeabilität stark vergrössert. Eine ziemlich grosse Menge der Sarkoplasmaflüssigkeit verbreitet sich in die Zwischenräume, die sich von rund 17 % des mikroskopischen Feldes bei normalem Fleisch (bei 20°C konditioniert) auf 25 % bei PSE Fleisch (konditioniert bei 37°C) vergrösserten. Die Mikrostruktur des Fleisches kann man als "offen" bezeichnen. Es wird vermutet, dass unter den erörterten Bedingungen auch das Myoglobin (Forrest/Mit., 1975) und das Kollagen (Briskey, 1964; McClain, 1969) teilweise denaturieren. Das Fleisch ist blass, weich (teigartig) und wässrig. Die dominante negative Eigenschaft ist das sehr verminderte WBV. Der ausgeschnittene Rindmuskel konditioniert bei 37°C schrumpft um 30 % ein und wird zäher (Locker/ Hagyard, 1963).

DFD Fleisch

DFD Fleisch entwickelt sich in den Muskeln der Tiere, die im Moment des Todes wegen Stress zuwenig Glykogen enthalten, das ein Absinken des pH-Wertes auf seinen normalen Endwert von 5,4 bis 5,8 sichert (Lawrie, 1965). Dieser liegt also zwischen 5,8 und 7,0 oder noch höher. Das Fleisch kann man als DFD betrachten, wenn der pH-Wert beim Rind oberhalb 6,2 (Munns/Burrell, 1965) und beim Schwein oberhalb 6,2 (Briskey, 1964; Scheper, 1976) liegt. Ein grosser Teil der Sarkoplasmaflüssigkeit ist an die fibrillaren Proteine gebunden und das Fleisch zeigt ein verbessertes WBV. Da die Acidität ungenügend ist, wird das Sarkolemma nicht beschädigt und die Struktur "geschlossen". Die Folgen sind, dass das Fleisch kernig (beim Rind fast hart), trocken/leimig und die Farbe des frischen Schnittes dunkler als die Farbe des Fleisches mit normalem End-pH-Wert, ist. Die dominierende Charakteristika sind: das Myoglobin oxigeniert nicht ins Oxy-myoglobin (Munns/Burrell, 1965) und die Haltbarkeit ist begrenzt (Bem/Mit., 1976). Gekochtes Fleisch ist zarter, aber weniger saftig und aromatisch und zeigt ein besseres Emulsionsvermögen als normales Fleisch.

"Vierte Fleischqualität" ?

Die früheren beschriebenen Vorgänge, die durch die Wechselwirkung zwischen dem niedrigen pH-Wert und der Temperatur von rund 20°C bzw. 37°C zur PSE und normalem Fleischqualität führen, ergeben folgende Frage. Welche Vorgänge verlaufen im Rahmen der fundamentalen Wechselwirkung pH-Wert/ Temperatur im Muskel und welche komplexe Beschaffenheit entwickelt sich, wenn die postmortale Glykolyse normalen Umfanges, vorwiegend oder teilweise bei Temperaturen, die niedriger als die genannten sind, verläuft? So eine Frage hat sich bis jetzt nicht gestellt, sie scheint aber ganz reell, nicht nur aus theoretischen Gründen, sondern auch vom Produktionsgesichtspunkt aus, zu sein. Die Kühlung der Schlacht tierkörper wird nämlich immer schneller und es ist reell den Temperaturabfall ins Bereich unter 15°C während oder schon vor Beginn der Totenstarre zu erwarten. Einige Vorgänge sind schon eingehend untersucht worden, z.B. die Kälteschrumpfung (cold shortening) (Locker/Hagyard, 1963; u.a.). Es bestehen aber Indikationen, dass unter den genannten Umständen noch weitere Vorgänge ablaufen und sich, unserer Meinung nach, ein komplexer Zustand der Muskeln entwickelt, der sich, auf Grund bisher bekannte Eigenschaften von den Eigenschaften der bekannten Fleischqualitäten (normales, PSE

und DFD Fleisch) deutlich unterscheidet.

Welche Vorgänge verlaufen unter den genannten Umständen während der Glykolyse? Die Proteine geben das Wasser ab und das Sarkoplasma wird verdünnt. Das Sarkolemma wird nicht beschädigt, da die Milchsäure bei niedriger Temperatur nicht genug aggressiv wirkt. Die Sarkoplasmaflüssigkeit bleibt also in den Muskelfasern. Wie die Befunde Pennys (1977) ergeben, sind die extrazelluläre Räume klein; der Anteil der Räume im mikroskopischen Feld des Muskels, der bei 10°C konditioniert wurde, betrug 5 % (bei 20°C 17 % und bei 37°C 25 %). Man kann die Struktur als "geschlossen" betrachten.

Wie schon erwähnt, wurde in zahlreichen Untersuchungen, die von Locker/Mit. (1975) zusammengestellt sind, eine Verschlechterung der Zartheit festgestellt und so ist die Zähigkeit die dominanteste negative Eigenschaft des schnellgekühlten Fleisches. Die nächste bekannte (positive) Eigenschaft stellt der verminderte "drip" vor. Nach den Befunden Pennys (1977) betrug die Menge von "drip" beim Schweinemuskel der bei 10°C konditioniert wurde 1,3 % (bei 20°C 4 % und bei 37°C 10 bis 14 %).

Dunklere Farbe ist eine weniger bekannte (negative) Eigenschaft. Die schnellgekühlten Muskeln sind sicher dunkler als normale, wahrscheinlich wegen der "geschlossenen" Struktur. Borchert/Briskey (1964) beschrieben als erste die unannehmbar dunkle Farbe der Schweinemuskeln, nachdem sie die Schinken sofort nach der Schlachtung, während Kurzfristigen Eintauchens in den flüssigen Stickstoff, schnell abgekühlt haben. Weiter haben Fröhlich/Mit. (1977) signifikant niedrigere Remissionswerte am M. long. dorsi der Kälber, die enthäutet bei 1°C gekühlt wurden, als im selben Muskel der Tiere, die mit Haut bei 20°C 24 Stunden konditioniert worden sind, festgestellt. Im Gegensatz zu dem DFD Fleisch oxygeniert das schnellgekühlte Rindfleisch sehr gut. Weiter verursacht die "geschlossene" Struktur eine festere/elastischere Konsistenz (Textur) als sie normal vorkommt, ist aber weniger fest/elastisch als beim DFD Fleisch; der frische Schnitt ist trocken, jedoch feuchter als beim DFD Fleisch, nie leimig (Bučar/Mit., 1977). Die Meinungen über WBV und Kochverluste des Schnellgekühlten Fleisches sind divergent; die Differenzen in beiden Richtungen sind aber klein (Bouton/Mit., 1972; Locker/Daines, 1974 a, b, 1975; Davey/Gilbert, 1975; Bučar/Mit., 1977). Schliesslich, das schnellgekühlte Fleisch ist besser haltbar als die anderen drei Qualitäten.

Schlussfolgerung

Briskey (1964) beschrieb in seinem vorzüglichen Überblick "Etiological status and associated studies of pale, soft and exudative muscles of pigs" die Beschaffenheit des Fleisches, die sich als Folge eines schnellen Abkühlens der Muskeln entwickelte, im Kapitel "DFD Muskel" und nannte sie "DFD Muskel mit atypisch niedrigen pH-Wert". Die beschriebenen, von normalen und DFD Fleisch vielseitig und bedeutend sich unterscheidenden strukturellen, morphologischen, physisch-chemischen, sensorischen und technologischen Eigenschaften des schnellgekühlten Fleisches weisen jedoch darauf hin, dass der beschriebene Zustand nicht nur eine Variante des DFD Fleisches ist, sondern, dass er einen neuen komplexen "Typ" des Fleisches darstellen könnte.

Tabelle I

Table I

Einige Eigenschaften der drei bekannten und der vermutlichen "vierten Fleischqualität"
Some properties of three known and of supposed "fourth meat quality"

	normales Fleisch normal meat	PSE Fleisch PSE meat	DFD Fleisch DFD meat	"vierte Qualität" "fourth quality"
Struktur structure	halboffen halfopen	offen open	geschlossen closed	geschlossen closed
frische Schnitt fresh cut	normale Farbe normal color	hell, blass light, pale	sehr dunkel very dark	dunkel dark
Oxygenation oxygenation	gut good	-	fällt aus doesn't appear	gut good
Wässrigkeit wateriness	mässig feucht medium wet	wässrig watery	trocken, leimig dry, sticky	trocken dry
Textur texture	normal normal	sehr plastisch very plastic	fest, kernig firm	fest, elastisch firm, elastic
WBV WBC	normal normal	vermindert decreased	vergrössert increased	Daten verschieden results differ
"drip" drip	normal normal	vergrössert increased	vermindert decreased	vermindert decreased
Kochverlust cookig loss	normal normal	vergrössert increased	vermindert decreased	Daten verschieden results differ
Zartheit tenderness	zart tender	mässig zäh medium tough	zarter more tender	sehr zäh very tough
Saftigkeit juiciness	saftig juicy	trocken dry	trocken dry	saftig juicy
Geschmack flavor	gut good	schlechter less good	schlechter less good	gut good
Haltbarkeit keeping quality	gut good	gut good	vermindert decreased	vergrössert increased

Literatur

- Bem Z., H. Hechelmann, L. Leistner. 1976. Die Flw. 56, 985.
- Bendall R., R. A. Lawrie. 1964. Die Flw., 44, 1415.
- Borchert L. L., E. J. Briskey. 1964. J. Fd. Sci., 29, 203.
- Bouton P. E., P. V. Harris, W. R. Shorthose. 1972. J. Fd. Sci., 37, 351.
- Briskey E. J. 1964. Adv. Fd. Res., 13, 89.
- Bučar F. und Mit. 1977. Unveröffentlichte Untersuchungen.
- Callow E. H. 1938. Gt. Brit. Food Invest., Ann. Rept.
- Davey L. V., K. V. Gilbert. 1975. J. Sci. Fd. Agric., 26, 761.
- Forrest J. C., E. D. Aberle, H. B. Hedrick, M. D. Judge, R. A. Merkel. 1975. Principles of meat science. Freeman Comp., San Francisco.
- Fröhlich A., B. Žlender, Alenka Rajar, F. Bučar. 1977. Tehnologija mesa, 23, 17.
- Hendrick H. B., J. B. Boillot, D. E. Brady, H. D. Naumann. 1959. Res. Bul. 717, Univ. Missouri.
- Lawrie R. A. 1965. Proc. Symp. Physiol. Biochem. Muscle Food. Univ. Wisconsin Press.
- Lawrie R. A. 1977. Editorial introductory. Meat Sci., 1, 1.
- Locker R. H., C. L. Davey, P. M. Nottingham, D. P. Haughey, N. H. Law. 1975. Adv. Fd. Res. 21, 158.
- Locker R. H., C. J. Hagyard. 1963. J. Sci. Fd. Agric. 14, 787.
- Locker R. H., G. J. Daines, J. Sci. Fd. Agric. 1974a, 939, 1974b 1411, 1975, 1711.
- McClain P. E., A. M. Pearson, J. R. Brunner, G. A. Crevasse. 1969. J. Fd. Sci., 34, 115.
- Munns W. O., D. E. Burrell. 1965. Fd. Technol. 19, 1432.
- Penny I. F. 1972. Symp. No 2, MRI Langford. Paper 5.
- Penny I. F. 1977. J. Sci. Fd. Agric., 28, 329.
- Sayre R. N., E. J. Briskey, W. G. Hoekstra. 1963. J. Fd. Sci., 28, 292.
- Scheper J. 1976. Die Flw., 56, 970.
- Sybesma W. 1968. Proc. Inter. Symp. "Recent points view condition meat quality pigs". Zeist, Holland.
- Wisner-Pedersen J., E. J. Briskey. 1961. Fd. Technol., 15, 232.
- Wisner-Pedersen J. 1966. Die Flw., 46, 787.