

報 文

豚肉の品質による調理性の差異

今泉 雅子*・佐藤 紀子**・星野 忠彦***
 Masako Imaizumi Noriko Sato Tadahiko Hoshino

緒 言

最近本邦において、肉色が淡く、肉質が粗く、しかも浸出液が多い、いわゆる“むれ肉”(PSE筋肉 pale, soft, exudative porcine muscle)といわれる肉質異常の肉豚が多発している。

星野らは、枝肉のまま胸最長筋(ロース芯)のpH値を測定することによって、むれ豚の軽重度を鑑別する方法を確立した¹⁾。そしてこの方法を用いて宮城県内のむれ豚の発生率を調査し、昭和48~49年には軽症32.4%、中症18.2%、重症0.5%の発生率であることを報告している²⁾。しかし、全国的には食肉業者でさえもむれ豚を知らなかったり、枝肉のままでは鑑別が困難であるという現状のため発生率は不明であるが、市場にはむれ肉が相当量出廻っているものと考えられる。

本実験では調理学の立場から、正常豚肉とPSE豚肉との品質による調理性の差異について検討を行なった。

実験材料および方法

I. 試 料

豚肉はランドレース×ハンプシャー雑種の肉豚より得た。枝肉は-5~0°Cの冷蔵庫内に3日間保存したものである。正常豚枝肉、中症、重症むれ肉の枝肉を選び、ロース部分をとった。

試料の調製方法については結果の項で述べる。

II. 測定方法

肉の性状、食味などの比較のため、以下の測定を行なった。

1. 官能的評価

検査法は順位法³⁾で、検定はKramerの順位合計による有意差検定法³⁾を用いた。パネルは福島大学学生7~10名である。

* 福島大学教育学部 ** 福島県立農蚕高校 *** 東北大学農学部

2. 客観的測定

(1) 重量変化

加熱前後の重量を測定した。

(2) 色

カラースタジオ(日本電色工業製)を用い、表面色のUCS系-L, a, b値を測定した。なお、色差は $\Delta E = \Delta a^2 + \Delta b^2 + \Delta L^2$ より算出した。

(3) 硬さおよび破断力⁴⁾

カードメーター(飯尾電機製)を用い、試料温度30°C、重錘400g、感圧軸直径0.1cm、上昇速度0.12cm/sec.で測定し算出した。

(4) 食塩浸透量

硝酸銀滴定法により測定した。

3. 組織検査

生肉、加熱肉とも0.5cm角に切り出し、アセトン-ドライアイス法で瞬間凍結後、クリオスタット切片を作り、ヘリー液で固定、マロリー・ハイデンハインのアザン染色を施して検鏡した。

結果と考察

I. 生肉の状態

1. 肉眼観察

むれ肉を知らないパネルに、生の正常肉および中症・重症のむれ肉を提示し、食欲・嗜好性の比較

第1表 嗜好性の比較
一生肉一

試 料	Ti	検 定
正 常	9	*
中 症	15	
重 症	18	

順位法(パネル7名)

* 5%危険率で有意差あり

1表である。

表のように、正常肉とむれ肉の間には明らかに有意差が認められる。正常な肉はピンク色で弾力を持つが、むれ肉

は色が白っぽく、肉質も柔らかく、粗く、しかも浸出液が多いので、肉眼的に容易に識別することができる。色

豚肉の品質による調理性の差異

第2表 色の比較

試料		表面色			色差 ΔE
		L	a	b	
生	正常	35.84	+ 5.75	+ 3.50	16.03
	中症	51.02	+ 4.55	+ 8.67	
加熱	正常	63.53	+ 3.19	+10.71	3.99
	中症	61.77	- 0.37	+10.58	

の差異は第2表のカラースタジオによる測定値からも明らかである。

2. 組織学的観察

筋肉の横断面組織を検鏡したところ、正常筋肉では筋線維と筋内膜の間に空隙がなく、筋線維は緻密である(第1図①)。中症むれ肉では空隙がわずかに形成されていて、筋線維は粗剛でしかもアゾカルミン濃染線維が散在する(第1図②)。重症むれ肉では筋線維の空隙が更に拡大し、筋線維束内部の筋線維はアザン染色に濃染している(第1図③)。

縦断面では、正常筋肉は弛緩状態であるが、中症筋肉ではやや波形、重症筋肉では硬直状態を示す強い波形の筋線維である(第1図④~⑥)。

星野ら¹⁾はパラフィン切片によって、中・重症むれ肉組織所見を報告し、筋線維間の空隙がむれ肉の特徴であることを述べている。本実験では、固定およびパラフィン切片作製過程中的の人工像を避けて急速凍結クリオスタ

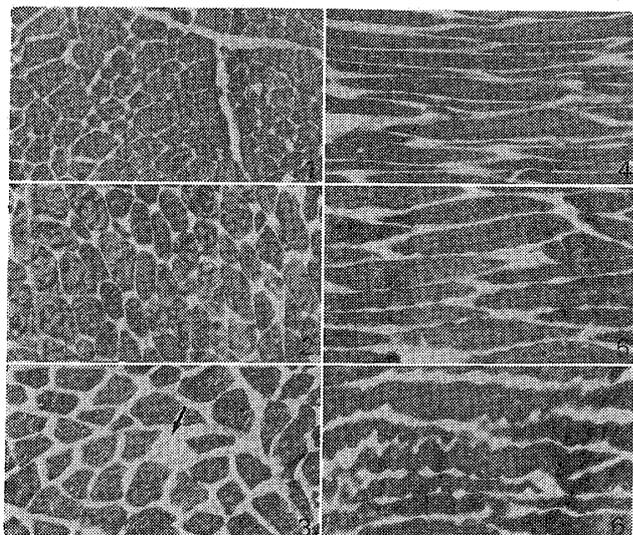


写真1~3は横断面、写真4~6は縦断面、アザン染色、80倍

(写真1) 正常筋肉、(写真2) 中症むれ肉、筋線維の間隙は拡く、筋線維は粗剛で、アゾカルミン濃染線維出現、(写真3) 重症むれ肉筋線維間隙拡張し、線維はすべてアゾカルミンに濃染、↓印部位は溶解筋線維、(写真4) 正常筋肉、(写真5) 中症むれ肉、筋線維に軽度の波状形成がある、(写真6) 重症むれ肉、筋線維には強度の波状形成がある。

第1図 胸最長筋生肉の組織像

ット切片で調べたが、所見は星野らと一致していた。

II. 加熱による変化

1. 重量変化および食塩の浸透

経験的にむれ肉は加熱による肉汁の流出が多く、調味料の浸透が悪いといわれている。約20gの肉片を5%食塩水100cc中で20分加熱し、重量変化および食塩浸透量を測定したところ、第3表にみられるように、むれ肉の加熱による重量変化は正常肉に較べ、かなり大きい。しかし、食塩の浸透量にはほとんど差が認められなかった。むれ肉は肉質が粗く保水性が少ないため、加熱により肉汁を失い、身がかたくしまることは、食味試験の結果からも明らかである。

第3表 加熱による肉の重量変化および食塩浸透量

試料	項目	肉の重量変化 ¹⁾	食塩浸透量(%)	
			肉	煮汁
正 常		62	0.65	4.35
中 症		55	0.55	4.45
重 症		55	0.60	4.40

1) 生肉を100とする

2. 色の変化

各試料を油焼きにし、焼き面と平行に厚さ $\frac{1}{2}$ に庖丁を入れ、切断面を測色し、測定値を第1表に付記した。生肉では正常肉とむれ肉の色差は16.03と非常に大きいが、

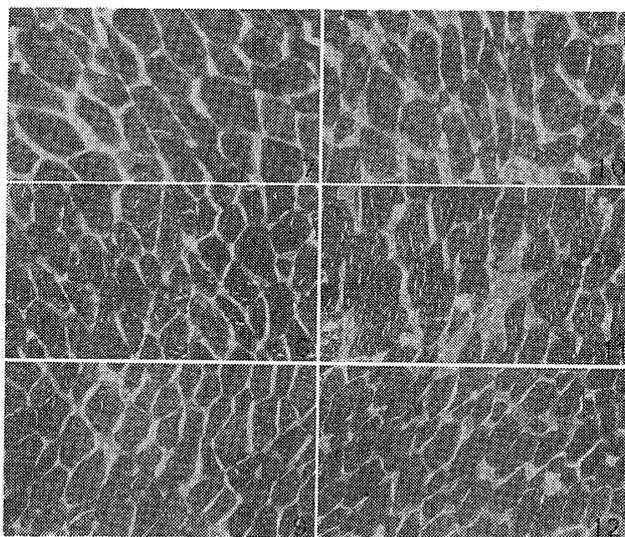


写真7~9は水煮10分、写真10~12は水煮30分、アザン染色80倍

(写真7) 正常肉、筋線維はやや膨化し、筋線維間隙が拡張する。筋形質の流出は少ない。(写真8) 中症むれ肉、筋線維の膨化は少ない。アゾカルミンに濃染し、筋形質の流出が多い。(写真9) 重症むれ肉、線維の間隙および膨化は中症と同じで筋形質の流出は多い。(写真10) 正常筋肉、筋形質の流出が拡張した線維間隙に多い。アゾカルミンにやや濃染する。(写真11) 中症むれ肉、筋形質の流出は正常筋肉より少ない。(写真12) 重症むれ肉、線維間は狭く、筋線維は僅かに萎縮、筋形質の流出は少なくなる。

第2図 胸最長筋水煮の組織像

第4表 調理名, 材料配合, 調理法

調理名	材料配合	調理法
ポークソテー	肉……………30g (厚さ1cm) 塩……………0.3g 肉の1% 油……………1.5cc 肉の5%	塩で下味をつけ, 10分後に油焼きする ・強火, ふたなし 表裏とも強火30', 弱火3', 計7' ・弱火, ふた 表裏とも弱火5', 計10'
つけ焼 (生姜焼)	肉……………100g (厚さ3~4mm) 酒……………5cc さとう……………1.5g しょうゆ……………10cc しょうが汁……………1cc 油……………5cc	調味液に30分浸漬後, 表裏強火で各30', 弱火で各1'計3', 油焼きする
焼き豚 (叉焼肉)	肉……………600g(かたまり) しょうゆ……………60cc ねぎ……………90g 酒……………30cc しょうが……………25g さとう……………15g	肉を糸で巻き, 形を整え, つぶしたねぎ, 薄切りしょうがとともに調味液に2時間つけ, ガス天火の網上で160~170°C, 40分焼く, 途中でつけ汁をかける
パン粉揚げ (ポークカツ)	肉……………50g(厚さ1cm) 塩……………0.5g 肉の1% 小麦粉, 卵, パン粉, 油	塩で下味をつけ, 10分後, 小麦粉, 溶き卵, パン粉をつけ, 180°Cの油で3'揚げる
肉の揚団子 (炸丸子)	ひき肉……………100g しょうが汁……………1.5cc しょう油……………3cc ねぎ……………7g 酒……………1cc 塩……………1g でんぷん……………10g	ひき肉にしょうが汁, みじん切りのねぎ, 調味料を混ぜ7つの団子を作り, 180°Cで2'30"揚げる
スープストック (湯)	肉……………75g ねぎ……………10g 水……………750cc しょうが……………3g 塩……………5g 酒……………5cc	定量の水に肉, つぶしたねぎ, しょうが, 酒を入れ, 火にかけ, 約30'加熱後, 濾し, 500ccに仕上げ, 塩味をつける

加熱肉では3.99で判別できる程度の差であった。

3. 組織の変化

水煮10分および30分の肉について, 組織学的検索を行った。

水煮10分: 正常肉では筋線維の膨化が目立ち, 筋線維と筋内膜間に空隙が生じ, 空隙内には筋形質が流出したと考えられるアゾカルミン陽性顆粒が少量存在している。この顆粒は内筋鞘にできた空隙にも流出している。筋線維はアゾカルミンにやや濃染しており, 線維の形状は保たれている(第2図⑦)。むれ肉では筋内膜下の空隙内の顆粒は正常肉に較べやや多い。筋線維ではアゾカルミンに対して正常肉よりもやや濃染している。線維の溶解もみられる。筋線維はやや膨化しているが正常筋肉ほどではない(第2図⑧, ⑨)。

水煮30分: 正常肉では筋線維からのアゾカルミン陽性顆粒の流出が非常に多い(第2図⑩)。これに反して, 水煮1~10分のもので流出が多量であったむれ肉では正常筋肉よりも少なくなっており, しかも中症よりも重症筋肉で少ない。このことは, むれ肉では流出アゾカルミン陽性顆粒は, この時期にはすでに肉塊外に流れ出たものと考えられる。筋線維の膨化の程度は前段階よりもやや萎縮する。アゾカルミンに対する染色性は水煮正常肉でもやや濃染しているが, むれ肉では水煮が進むにしたが

って, 一層濃染し, かつ, 30分水煮では10分よりもやや線維が萎縮していることから, むれ肉では水煮によって脱水が正常肉より早く, しかも多いということが考えられる。そして, むれ肉では筋形質の流出も多く, 早く肉塊から流出するというのも合わせて, これらは調理における肉のかたさと味の低下に影響するものと考えられる(第2図⑪, ⑫)。

Ⅲ. 応用調理

前述のように, むれ肉は加熱により肉汁を失い, しかもかたくなるなど, 正常肉に較べ品質が劣ることが判った。

実際にむれ肉を調理した場合, 種々の調理法によってどの程度食味が違うか, また, どのような調理法をとれば味や香がカバーできるかを, 比較検討した。調理名, 材料配合, 調理法の概略を第4表に示す。

1. 焼き肉

a. ポークソテー

加熱による重量変化と品質の比較を第5表に, 嗜好性の比較の結果を第6表に示した。

いずれの測定値にも大きな差が認められる。すなわち, おいしいポークソテーを作るには正常な肉を用いなければならない。

焼き肉の要領は強火で焼くことである。すなわち, 表

豚肉の品質による調理性の差異

第5表 品質の比較 —ポークソテー—

加熱方法	試料	加熱時間 (分)	肉の重量 変化 ¹⁾	肉の焦 げ色 ²⁾	浸出液の 有無 ²⁾	硬 さ (dyne/cm ²)	破断力 (dyne/cm ²)
強 火 ふたなし	正 常	7	78	卅	—	1.02×10 ⁶	2.77×10 ⁸
	中 症	7	71	卅	+	1.58×10 ⁶	7.33×10 ⁸
	重 症	7	70	卅	卅	1.81×10 ⁶	1.00×10 ⁹
弱火, ふた	正 常	10	75	—	卅	1.30×10 ⁶	6.86×10 ⁸

- 1) 生肉を100とする
- 2) その程度により+, 卅, 卅, ない場合は—とする

第6表 嗜好性, 硬さの比較—ポークソテー—

試料	項目						硬 さ (やわら かい順)
	嗜好性						
	外 観	香	口ざわり	味	総 合		
正 常	12.0*	15.0	10.0**	10.0**	11.0**	9.0**	
中 症	17.5	20.0	19.0	18.0	17.0	18.0	
重 症	24.5**	19.0	25.0**	26.0**	26.0**	27.0**	

順位法 (パネル9名)

** 1%危険率で有意差あり

* 5%危険率で有意差あり

面のたん白質を凝固させて、内部からの肉汁の流出を防ぐようにする。弱火で焼くと肉汁が出てしまい、肉もかたくなりやすい。第5表より明らかなように、むれ肉の焼肉は、正常肉を弱火でふたをして焼いた場合よりも、肉汁の流出が多く(蒸発するため見かけは少ない)、かたくなる。

b. つけ焼 (生姜焼)

生姜しょう油でつけ焼にし、官能検査にかけたが、塩

第7表 嗜好性, 塩味, 硬さの比較—つけ焼—

試料	項目						硬 さ (やわら かい順)
	嗜好性					塩味 (きつ い順)	
	香	口ざわり	味	総 合			
正 常	11.0**	12.0*	11.0**	12.0*	18.0	9.0**	
中 症	20.0	15.0	16.0	15.0	18.0	18.0	
重 症	23.0	27.0**	27.0**	27.0**	18.0	27.0**	

順位法 (パネル9名)

** 1%危険率で有意差あり

* 5%危険率で有意差あり

第8表 品質, 嗜好性の比較—焼豚—

試料	肉の重 量変化 ¹⁾	官能検査 ²⁾ (Ti)						硬 さ (やわら かい順)
		嗜好性						
		外 観	香	口ざわり	味	総 合		
正 常	88	18.0	16.0	15.0	19.0	18.0	15.0	
中 症	86	20.0	18.5	20.0	16.0	18.0	16.0	
重 症	82	16.0	19.5	19.0	19.0	18.0	23.0	

1) 生肉を100とする

2) 順位法 (パネル9名)

いずれも有意差なし

味のポークソテーと同様に、正常肉使用のものが好まれた。

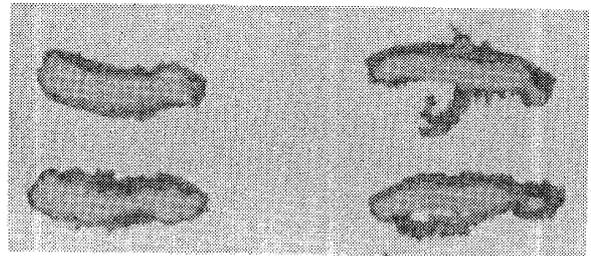
2. 焼き豚 (叉焼肉)

1. の焼き肉では正常肉が好まれたが、調味液に漬け込み、時間をかけて焼き上げた焼豚では第8表のように差がみられない。前節の3項で述べたように、加熱肉の組織を比較したところ、むれ肉、正常肉の差は短時間加熱 (水煮1

分) で著しく、長時間加熱 (水煮30分) するとあまり差がみられなかった (第2図)。焼き肉では組織検索を行なわなかったが、組織の状態は焼き肉が水煮1分、焼き豚が水煮30分のものに相当すると思われる。

3. パン粉揚げ (ポークカツ)

ポークカツを作り、衣のつき具合、食味などを比較した。中症、重症むれ肉とも、揚げた直後は衣がよくつき、からりとしているが2~3分経過すると、第3図のように、肉汁のため衣がべたつき、はがれてくる。肉はかたく、筋っぽく、旨味がない。この事実は水煮筋肉の組織学的所見と一致している。



正常肉 中症むれ肉

第3図 衣の状態—ポークカツ—

4. 肉の揚げ団子 (炸丸子)

むれ肉使用のソテー、カツなどの嗜好性は劣っていたが、ひき肉で肉団子を試作したところ、第9表のように、重量変化はむれ肉でやや大きいですが、嗜好性には差が認められなかった。これは肉を挽くことにより組織が壊されるので、口ざわり、かたさに差がなく、副材料のしょうが、ねぎ、酒、吸着された揚げ油などで肉の味、香りが

第9表 品質嗜好性の比較—肉の揚げ団子—

試料	肉の重 量変化 ¹⁾	官能検査 ²⁾ (Ti)					硬 さ (やわら かい順)
		嗜好性					
		香	口ざわり	味	総 合		
正 常	86	17.0	17.0	16.0	16.0	16.0	
中 症	83	14.0	17.0	19.0	19.0	19.0	
重 症	82	23.0	20.0	19.0	19.0	19.0	

1) 生肉を100とする

2) 順位法 (パネル9名)

いずれも有意差なし

第10表 嗜好性の比較—スープストック—

試料	項目	Ti		
		香	味	総 合
正 常		18.0	17.0	17.0
中 症		16.0	16.0	16.0
重 症		20.0	21.0	21.0

順位法 (パネル9名)
いずれも有意差なし

パーされるためと思われる。

5. スープストック (湯)

第10表はスープストックの食味を比較したものであるが、試料間に差はみられなかった。むれ肉では加熱途中の泡立ち、あくの浮きが非常に多いが、この現象は組織学的にも立証できる (第2図)。

以上、実際に調理を行ない、食味を比較したところ、時間をかけて焼く焼き豚、挽肉の形で用いる肉団子、スープストックなどでは嗜好性に差が認められなかったが、肉そのものの味やテクスチュアを楽しむソテー、カツなどでは、むれ肉使用のものは非常にまずいことが判った。

調理の技術とともに、材料の選択も非常に重要である。また、豚肉は実験試料に用いられることが多いが、本実験から正常な肉を選ばなければならないことは言うまでもない。

要 約

最近本邦において“むれ肉”といわれる肉質異常の肉

豚が多発し、市場に相当量出廻っている。そこで、豚肉の品質による調理性の差異を、官能検査、客観的測定および組織検査により検討した結果

(1) むれ生肉は色が白っぽく、肉質も柔らかく、粗く、浸出液が多いので、肉眼的に容易に識別することができる。組織学的にも、むれ肉では筋線維に空隙と変性がみられるなど、正常肉との差異は著しい。

(2) むれ肉は加熱により肉汁を失い、身がかたくなる。この加熱による変化は組織学的にも立証できるが、正常肉との差は短時間加熱で著しく、長時間加熱するとあまり差はみられなくなる。

(3) 正常肉、むれ肉を用い、調理を行ない食味を比較したところ、焼き豚、肉団子、スープストックでは嗜好性に差が認められなかったが、ソテー、カツなどではむれ肉使用のものは非常にまずいことが判った。

謝 辞

本実験の試料を提供していただいた宮城県迫町の株式会社佐利肉店、ならびに渡辺礼子氏の協力に深く感謝いたします。

(昭50.4.4.受理)

参考文献

- 1) 星野忠彦他：酪農科研 6, 236 (1973)
- 2) 星野忠彦他：医学と生物学 4, 219 (1974)
- 3) 吉川・佐藤：食品の品質測定, 光琳書院 (1967)
- 4) 飯尾尚子：調理科学 2, 54 (1969)

お 願 い

本誌の文献抄録欄は、各大学の紀要等に発表された、調理科学に関係のある論文を重点的に取り上げ、広く関係者に知っていただきたいと考えています。そのため、各大学で紀要等を発行されましたなら、お手数で恐れ入りますが、1部ずつそれぞれの地区の下記抄録担当者のもとにお送りいただきますようお願い申し上げます。

北海道・東北・関東地区……………お茶の水女子大学 福場 博保
中部・近畿・中国・四国地区……………大阪市立大学 宮川久邇子
九州地区……………福岡教育大学 園田 育子