

전기전도도 기준에 의한 PSE육과 정상육의 육질 및 도체 특성에 관한 연구

김동훈·이무하*·이제룡**·박범영·유영모·이종문·김용곤
축산기술연구소 축산물이용과, *서울대학교 동물자원학과, **경상대학교 축산학과

Characteristics of Technical Meat Quality Parameters & Carcass Traits between the PSE and Normal Pork Classified by Conductance Threshold

Dong Hun Kim, Mu Ha Lee*, Jea Ryoung Lee**, Beum Young Park,
Young Mo Yoo, Jong Moon Lee and Yong Kon Kim

Dept. of Animal Product Utilization, National Livestock Research Institute

*Dept. of Animal Science and Technology, Seoul National University

**Dept. of Animal Science, Kyungsang National University

Abstract

The two hundreds and twenty two pork carcasses from commercial breed were tested to compare technical quality characteristics and relationships with meat quality parameters between PSE and normal pork classified by 24hr postmortem conductivity(C_u). In characteristics of PSE and normal pork by C_u value, highly significant differences were found in NPPC color scale and CIE L^* ($p < 0.001$), moderately significant differences in C_3 and cooking loss ($p < 0.01$), and significant differences in C_6 , CIE b^* , WHC and juiciness ($p < 0.05$). In correlation coefficients between C_u and other meat quality determining factors, C_u was poorly related with pH_1 ($R^2 = 0.28$, $p < 0.01$), CIE a^* ($R^2 = 0.14$, $p < 0.05$), b^* ($R^2 = 0.28$, $p < 0.01$) and cooking loss ($R^2 = 0.26$, $p < 0.01$). Also, relatively low correlation coefficients were observed in pH_u ($R^2 = 0.32$, $p < 0.001$), WHC ($R^2 = 0.39$, $p < 0.001$) and juiciness ($R^2 = 0.41$, $p < 0.001$). Moderately high coefficients were found in NPPC color scale ($R^2 = 0.59$, $p < 0.001$) and CIE L^* ($R^2 = 0.58$, $p < 0.001$).

Key words : muscle conductivity, PSE, pH, WHC, cooking loss.

서 론

PSE(Pale, Soft, Exudative)돈육은 정상돈육에 비해 색깔이 창백하고 조직이 연약하여 소비자가 구매를 기피하고 심한 육즙 분리로 인한 감량 발생으로 식육업체에 끼치는 경제적 손실이 크다. 또한 가공적성이 떨어져 육제품 제조 원료 육으로 사용하기에 부적당하다. 따라서 돈육 산업계는 현장에서 PSE 돈육을 쉽고 정확하게 판정할 수 있는 방법을 모색해 왔다. PSE판정 방법으로는 도축 1시간 후^(1,2) (pH_1)와 24시간 후의 pH 측정값⁽³⁾ (pH_u), 근육

의 광학적 반사도⁽⁴⁻⁶⁾, 육안에 의한 주관적 육색 평가법이 개발되었고⁽⁷⁻⁹⁾, 색차값을 이용한 Hunter, CIE 값이 이용되기도 한다^(10,11). 이와 같이 다양한 PSE 판정 방법이 개발되었음에도 불구하고 각 방법간의 PSE특징인 창백성, 연약성 및 삼출성의 표현능력에 대한 의문이 계속 제기되어 왔다^(12,13,14).

근육은 사후 강직이 진행됨에 따라 전기적 성질이 변한다. 사후 강직히 진행되는 동안 근육 내의 전해질 이동 현상에 따른 근육의 전기적 저항과 통전용량 변화를 이용하여 PSE돈육을 구분하는 MS-Tester, QM(Quality Meter)과 같은 기종이 현장에서 사용되고 있다^(12,15,16). 그러나 근육의 전기적 특성과 육질 결정 요인과의 관계는 다소 복잡한 양상을 띠어 정

Corresponding author : Dong Hun Kim, Sachon Branch, National Livestock Research Institute, RDA, Sachon 664-950, Korea.

상육과 PSE 돈육을 구분하는 지표로 사용하는 데에는 상당된 견해가 보고되고 있다. 도축 45분 후(Qm₄₅)와 24시간 후(QMu)의 전기전도도 측정으로 PSE와 정상육을 구분할 수 있다는 보고^(12,13,17,18)가 있는 반면, 근육의 전기전도도 특성은 도축 후 일정한 시간이 지나야 나타나므로 도축 직후의 전기전도도 측정은 PSE돈육 구분능력이 크게 떨어지며⁽¹⁹⁾ 다른 육질측정치와의 상관관계가 낮아 육질 구분이 어렵다는 보고도 있다⁽²⁰⁻²²⁾.

본 연구는 근육의 전기전도도 측정이 PSE 돈육과 정상육의 차별능력을 검토하고 다른 육질 측정치와의 상관관계를 규명하여 산업현장에 도입 가능성을 검토하고자 실시하였다.

재료 및 방법

실험재료

축산기술연구소에서 사육된 생체중 100kg 내외의 돼지 222두를 동 연구소의 도축장에서 도축하여 조사하였다.

육 색

미국 NPPC(National Pork Producer's Council) 색도판을 이용하여 도축 24시간 후에 제 5~6능골 사이의 등심근을 절개하여 색깔 및 근육 상태를 조사하였다. 색도판을 기준으로 No. 1은 중중 PSE, No. 2는 경중 PSE, No. 3을 정상육, No. 4는 경중 DFD(Dark, Firm, Dry) 및 No. 5는 중중 DFD로 하였다. 도축 24시간 후에 Chromameter(Minolta Co. CR301)로 제 5~6능골 사이와 마지막 요추 부근의 등심근을 각각 5반복 측정하여 평균값을 구하였다.

pH

제 5~6능골 직상부 등심근에서 도축 후 45~60분, 3시간, 6시간에 pH* K21(NWK Co.)로 측정하여 각각 pH₁, pH₃ 및 pH₆ 값으로 하였으며 도축 24시간 후에 같은 위치의 등심 부위를 절개, 동일한 측정기기로 pH₂₄값을 측정하였다.

전기전도도

LT*21(NWK Co.)을 사용하여 제 5~6능골

사이의 등심근 심부에서 도축 후 45~60분, 3시간, 6시간 및 24시간에 측정하여 각각 C₁, C₃, C₆ 및 C₂₄값으로 하였고 C₂₄값에 의한 PSE와 정상육 판정은 Warriss 등⁽²²⁾의 PSE≥6.0> 정상육으로 하였다.

육질분석 및 도체특성

1) 보수성

보수성은 여지 압착 방식을 이용하였다. 플렉시 유리판에 여과지를 넣고 그 위에 0.5g의 시료를 넣은 후 압착기를 이용하여 50kg/cm²의 압력으로 2분간 압착하여 여과지 상의 시료 면적과 분리 육즙을 측정하여 시료 면적 대비 육즙 분리 면적 백분율로 하였으며 시료당 3반복 측정하였다.

2) 가열감량

제5능골 직상부의 배최장근을 두께 3cm로 절단하여 microwave oven에서 시료의 심부온도가 70℃에 이를 때까지 가열한 후 증량 대비 가열전 시료 증량의 백분율로 하였다.

3) 전단력

가열감량 측정 후의 시료를 알루미늄 호일에 싸서 12시간 정도 4℃냉장고에 보관하여 식힌 후 0.5inch 코아를 이용하여 근섬유 방향으로 시료를 조제한 다음 전단력 측정기(Warner-Bratzler shear meter) 측정하였다.

4) 관능검사

훈련된 관능검사 요원 10명으로 하여금 다즙성, 연도, 향미를 기호도 순위법(6점 만점)에 의해 검사하였다.

5) 도체 특성 및 등급

등급은 등급 판정 기준에 의거 등지방층 두께와 온도체중에 의한 등급을 1차 등급으로 하였고 1차 등급 후 도체의 외관, 균칭, 마무리 등에 의한 등급을 2차 등급으로 하였으며, 등지방층 두께는 제11, 12능골 직상부의 지방층 두께를 측정하였다. 정육율은 발골하여 도체중 대비 백분율로 환산하였다.

통계분석

SAS General Linear Model을 이용하여 Duncan 다중검정, T 검정, 단순회귀상관계수를 구하였다.

결과 및 고찰

PSE와 정상육의 pH 및 전기전도도 특성

Table 1은 C_u 기준에 의한 PSE육과 정상육의 pH 및 사후 경과 시간별 전기전도도 특성을 나타낸 것이다.

C_u 기준에 의한 PSE육과 정상육의 pH특성은 측정 시점에 관계없이 PSE육이 정상육에 비해 유의적으로 낮은 pH특성을 나타내고 있었으며 측정시간별로는 pH_1 및 pH_u ($p < 0.001$)가 pH_3 , 및 pH_6 ($p < 0.01$)보다 유의차가 컸다.

도축후 시간 경과에 따른 전기전도도의 특성은 C_1 에서 PSE육과 정상육간에 유의적인 차이가 없었으나 C_3 및 C_6 는 PSE육이 정상육에 비해 유의적으로 높았다 ($p < 0.001$, $p < 0.05$). 이와 같은 결과는 Swatland⁽²³⁾의 가설과 본 실험과 같은 PSE분류 기준을 이용하여 육질 분류 기준을 정상육 < 6 및 PSE ≥ 6 으로 하여 pH_1 과 pH_u 특성을 구명한 Warriss 등⁽²²⁾의 결과 및 근육의 전기전도도 특성이 PSE육 구분에 유효한 수단이라는 하지만 측정 시간의 영향이 크다고 한 Honikel⁽¹⁹⁾의 보고와 일치하는 경향이였다.

본 연구 결과로 보아 전기전도도 특성은 도축 3시간 이후에 나타나는 것으로 추정되며 전

기전도도에 의한 PSE 판정은 도축후 충분한 시간이 경과한 후에 하는 것이 바람직한 것으로 사료되었다.

PSE와 정상육의 육색 특성

Table 2는 전기전도도 기준에 의한 PSE육과 정상육의 육색 특성을 나타낸 것이다.

NPPC기준⁽⁸⁾에 의한 육색 특성은 PSE육이 정상육에 비해 고도로 유의 ($p < 0.001$)하게 낮았고 전기전도도와 같은 측정부위인 제 4~5늑골 직상부 LD(longissimus dorsi)근육에서 측정된 CIE L*값 또한 PSE육이 정상육에 비해 유의적 ($p < 0.001$)으로 높아 도축 24시간 후의 전기전도도 측정에 의한 PSE와 정상육 구분은 PSE돈육의 주요 특징 중의 하나인 창백도 (paleness)를 차별화 할 수 있는 것으로 사료되었으나 측정 부위가 다른 마지막 요추 부위의 CIE L*, a*, b*에서는 유의적인 차이가 없어 전기전도도 측정에 의한 CIE 육색 추정은 같은 부위를 측정하는 것이 중요함을 알 수 있었다.

Oliver 등⁽¹³⁾은 일본 JPCS(Japanese Pork Color Standard)모델에 의한 전기전도도 특성은 PSE, 정상육 및 경증 DFD 간에 유의한 차이가 있다고 하였으며 Warriss 등⁽²²⁾도 PQMu (Pork Quality Meter) 측정값을 DFD < 5 , $5 \leq$ 정상육 < 6 및 PSE ≥ 6 으로 분류하여 CIE L*값을 조사한 결과 정상육과 PSE육간에 유의적인 차이 ($p < 0.05$)가 있었다고 하였다.

Table 1. pH and conductance characteristics of PSE and normal pork classified by C_u value

	PSE ≥ 6.0			Normal < 6.0			Significant level
	Means	SE	N	Means	SE	N	
pH							
pH_1 ¹⁾	5.92	0.05	22	6.12	0.02	201	***
pH_3	5.67	0.04	18	5.86	0.03	78	**
pH_6	5.60	0.04	18	5.76	0.03	78	**
pH_u	5.51	0.02	22	5.67	0.01	201	***
Conductance (ms/cm)							
C_1	1.09	0.06	18	1.06	0.03	78	NS
C_3	2.71	0.22	18	2.01	0.10	78	***
C_6	3.43	0.35	18	2.65	0.12	78	*

¹⁾ Subscripts means postmortem time.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, NS ; None significant.

Table 2. Color characteristics of PSE and normal pork classified by Cu value

	PSE≥6.0			Normal < 6.0			Significant level
	Means	SE	N	Means	SE	N	
NPPC score ¹⁾	1.77	0.19	22	2.52	0.06	208	***
1 ²⁾ . CIE L*	50.82	0.92	22	45.94	0.32	208	***
a*	9.92	0.48	22	10.17	0.17	208	NS
b*	5.50	0.30	22	4.74	0.11	208	*
2 ³⁾ . CIE L*	48.95	0.70	22	47.66	0.34	208	NS
a*	10.11	0.62	22	9.87	0.18	208	NS
b*	5.52	0.36	22	5.60	0.12	208	NS

¹⁾ NPPC score ; measured by NPPC color standard at 4~5th thoracic vertebrae.

²⁾ 1 ; Measured by color difference meter at 4~5th thoracic vertebrae.

³⁾ 2 ; Measured by color difference meter at last lumbar vertebrae.

* p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, NS; None significant.

PSE와 정상육의 육질 및 도체 특성

Table 3은 전기전도도 기준에 의한 PSE와 정상육의 육질, 관능 및 도체 특성을 나타낸 것이다.

육질 특성 중 보수성은 PSE육과 정상육이 각각 41.9 및 45.2%로 PSE육이 정상육에 비해 유의하게 낮았으며(p<0.05) 가열감량은 반대의 경향을 보여 정상육이 PSE육보다 낮은 결과를 보였다(p<0.01). 또한 전단력은 PSE육과 정상육간에 유의적인 차이가 없었

다. 관능특성에서는 다즙성만이 PSE육에 비해 정상육이 유의적으로 높았고(p<0.05) 연도와 향미에서는 유의차가 없었다. 도체 특성에 있어서 등급, 등지방층 두께 및 정육율은 PSE육과 정상육간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 따라서 도축 24시간 후의 전기전도도 측정에 의한 PSE육과 정상육 구분은 보수성, 가열감량 및 다즙성과 같은 근육 내 수분 이동과 관련된 항목에서 차별성이 있는 것으로 나타났다.

이와 같은 결과는 도축 24시간 후의 전기전

Table 3. Meat quality and carcass characteristics of PSE and normal pork classified by Cu value

	PSE≥6.0			Normal<6.0			Significant level
	Means	SE	N	Means	SE	N	
Meat quality.							
WHC ¹⁾ (%)	41.94	1.04	15	45.20	0.66	152	*
Cooking loss(%)	42.65	0.77	17	40.18	0.37	154	**
Shear value(kg /0.7cm ²)	4.55	0.26	17	4.79	0.10	155	NS
Pannel score							
Juiciness	3.48	0.09	12	3.71	0.05	126	*
Tenderness	3.69	0.18	12	3.73	0.04	126	NS
Flavor	4.04	0.08	12	4.06	0.03	126	NS
Carcass trait							
Grade	1.67	0.17	21	1.95	0.66	204	NS
BFT ²⁾ (mm)	17.90	1.37	21	17.87	0.35	203	NS
Lean yield(%)	65.95	0.73	21	65.27	0.26	205	NS

¹⁾ WHC ; Water holding capacity, 2)BFT ; Back fat thickness.

* p<0.05, **p<0.01, NS, None significant.

도도와 감량은 거의 관련이 없다고 한 Murray 등^(20,21)의 결과와는 일치하지 않았으나 전기전도도 측정치가 보수성, 가열감량 등 근육내 수분이동 사항을 비교적 잘 나타낸다고 보고한 Oliver 등⁽¹³⁾ 및 Garrido 등⁽¹⁸⁾의 결과와는 일치하였다.

전기전도도와 육질 측정치와의 단순 회귀 상관

도축24시간 후 제 4~5늑골 직상부의 등심근에서 측정된 전기전도도 값, C_u 와 pH, 측정 시간을 달리한 C_1 , C_3 , C_6 , 육색 및 육질 관련요인과의 단순 회귀 상관계수는 Table 4에 나타나 있다.

C_u 와 pH_1 , pH_3 , pH_6 및 pH_u 와의 단순 회귀 상관계수는 각각 0.28, 0.41, 0.22 및 0.32로서 측정 시간에 따라 변이가 컸으며 전반적으로 C_u 와 pH값의 상호 관련성은 낮은 편이었다.

Table 4. Coefficients of determination(R^2) of simple linear regressions and standard errors between meat quality measurements and C_u

	MQM ¹⁾	R^2	SE	SL ²⁾
pH				
$pH_1^{3)}$		0.28	0.04	**
pH_3		0.41	0.03	***
pH_6		0.22	0.04	**
pH_u		0.32	0.03	***
Conductance				
C_1		0.04	0.04	NS
C_3		0.20	0.10	**
C_6		0.17	0.13	**
Sub. & objective color				
NPPC ⁴⁾		0.59	0.09	***
CIE L*		0.58	0.50	***
a*		0.14	0.31	*
b*		0.28	0.19	**
Meat quality				
WHC		0.39	0.95	***
Cooking loss		0.26	0.58	**
Juiciness		0.41	0.06	***

¹⁾ MQM ; Meat quality measurements.

²⁾ SL ; Significant level, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, NS ; None significant.

³⁾ Subscripts means postmortem time.

⁴⁾ NPPC ; National pork producer's council color score.

C_u 와 pH값의 상관관계와 관련하여 Garrido 등⁽¹⁸⁾은 C_u 와 pH_1 및 pH_u 의 r 값이 각각 0.49 및 0.23으로 비교적 낮다고 하여 본 연구와 비슷한 결과를 보고하였으나 Oliver 등⁽¹³⁾은 C_u 와 pH_1 , pH_2 및 pH_u 와의 단순상관을 각각 -0.78, 0.64 및 -0.31로 발표하였고 Warriss등⁽²²⁾도 같은 경향의 결과를 보고하여 본 연구와는 다른 경향을 보였다.

C_u 와 C_1 , C_3 및 C_6 의 단순 회귀 상관계수(R^2)는 각각 0.04(NS), 0.20($p < 0.01$) 및 0.17로($p < 0.01$) 매우 낮았다. 육색과의 단순 회귀 상관계수는 NPPC기준과 CIE L*값이 각각 0.59 및 0.58로 측정 요인 중 가장 높았다.

이와 같은 결과는 QMu값으로 JPCS의 분류 기준에 의한 PSE육은 83% 정상육은 76.5%를 구분 할 수 있다고 한 Oliver 등(13)의 결과에 비해 낮은 수준이었으나 전기전도도와 CIE L*값과의 R^2 치를 0.29로 보고한 Wariss 등⁽²²⁾의 결과에 비해서는 다소 높았다.

육질과 C_u 와의 상관관계는 다중성($R^2 = 0.41$) 보수성($R^2 = 0.39$) 및 가열감량($R^2 = 0.26$)순이었으나 그 수준이 높지 않아 이들 육질 특성에 대한 C_u 의 표현력이 다소 떨어지는 것으로 사료되었다. 이상의 결과로 보아 도축 24시간 후의 전기전도도 값은 육색에 대한 차별성은 어느 정도 인정되었으나 pH 및 육질 특성에 대해서는 거의 없는 것으로 사료되었다.

요 약

본 연구는 PSE돈육을 판정하는 수단으로 이용되고 있는 전기전도도기준을 대상으로 측정시간 및 부위에 따른 PSE 표현능력을 검토하고 다른 육질 측정치와의 상관관계를 구명하고자 축산기술연구소에서 사육된 생체중 100 kg 내외의 비육돈 223두를 공시하여 수행하였다. C_u 에 의한 PSE와 정상육 구분 기준은 정상육 $< 6.0 \leq$ PSE으로 하였다. C_u 에 의한 PSE육과 정상육의 pH특성은 전 측정구간에서 PSE육이 정상육에 비해 유의적으로 낮았으며 전기전도도 특성 중 C_1 은 유의적인 차이가 없었으나 C_3 및 C_6 는 PSE육이 정상육에 비해 유의하게 높았다($p < 0.01$ 및 $p < 0.05$). NPPC기준은 PSE가 정상육에 비해 유의하게($p < 0.001$) 낮았고 같은 부위에서 측정된 CIE L*

($p < 0.001$) 및 $b^*(p < 0.05)$ 는 유의한 차이가 있었으나 요추부위에서는 전 측정치에서 유의적인 차이가 없어 측정부위에 따라 결과가 달랐다. 보수성은 PSE육이 정상육보다 유의($p < 0.05$)하게 낮았고 가열감량은 높았다($p < 0.01$). 또한 전단력은 PSE육과 정상육간에 유의적인 차이가 없었으며 관능특성에서는 다즙성만이 PSE육에 비해 정상육이 유의적($p < 0.05$)으로 높았다. 단순회귀 상관계수(R^2)는 pH_1 , pH_3 , pH_6 및 pH_v 가 각각 0.28, 0.41, 0.22 및 0.32로 비교적 낮은 수준이었다. C_1 , C_3 및 C_6 는 각각 0.04, 0.20 및 0.17로 매우 낮았다. NPPC기준과 CIE L^* 은 각각 0.59 및 0.58로 중간정도의 수준이었다. 다즙성, 보수성 및 가열감량은 각각 0.41, 0.39 및 0.26으로 그 수준이 높지 않았다.

참고문헌

1. Taylor, A. A. : The incidence of watery muscle in commercial British pigs. *J. Food Technol.*, 1, 193 (1966).
2. Bendall, J. R., Cuthbertson, A. and Gatherum, D. P. : A survey of pH_1 and ultimate pH values of British progeny-test pigs. *J. Food Technol.*, 1, 201 (1966).
3. Eikelenboom, G., Campion, D. R., Kauffman, R. G. and Cassens, R. G. : Early postmortem methods of detecting ultimate porcine muscle quality. *J. Anim. Sci.*, 39, 303 (1974).
4. MacDougall, D. B. and Jones, S. J. : The use of a fibre optic probe for the detection of pale pork. Proc. 21st European Meeting of Meat Research Workers, Berne, Switzerland, p. 113 (1975).
5. Barton-Gade, P. A. : Slaughter investigations into relationships between measurements carried out in the slaughter line and pig meat quality the day after slaughter. Proc. 26th European Meeting Meat Research Workers, Colorado Springs, USA. p. 50 (1980).
6. Kempster, A. J., Evans, D. G. and Chadwick, J. P. : The effects of source population feeding regimen, sex and day of slaughter on the muscle quality characteristics of british crossbred pigs. *Anim. Prod.*, 39, 455 (1984).
7. Agriculture Canada : A guide to understanding colour and structure of pork muscle. Agriculture Canada, Ottawa, Canada. Publ. 5180/B (1984).
8. NPPC : Procedures to Evaluate Market Hogs. 3rd ed. National Pork Producers Council, Des Moines, Iowa, USA (1991).
9. Nakai, H., Saito, F., Ando, S. and Komatsu, A. : Standard models of pork colour. Bulletin No. 29, National Inst. of Anim. Indust., Chiba, Japan (1975).
10. Santos, C., Roseiro, L. C., Goncalves, H. and Melo, R. S. : Incidence of different pork quality categories in a Portugese slaughterhouse: A survey. *Meat Sci.*, 38, 279 (1994).
11. Joo, S. T., Kauffman, R. G., Kim, B. C. and Kim, C. J. : The relationship between color and water-holding capacity in post-rigor porcine longissimus muscle. *J. Muscle Food*, 6, 211 (1995).
12. Schmitt, F., Schepers, K. H. and Festerling, A. : Evaluation of meat quality by measurement of electrical conductivity. In *Evaluation and Control of Meat Quality in Pigs*. eds. P. V. Tarrant, G. Eikelenboom and G. Monin, Martinus Nijhoff, Publishers, p. 191 (1987).
13. Oliver, M. A., Gispert, M., Tibau, J. and Diestre, A. : The measurement of light scattering and electrical conductivity for the prediction of PSE pig meat at various times post mortem. *Meat Sci.*, 29, 141 (1991).
14. Kauffman, R. G. W., Sybesma, F. J. M., Smulders, G., Eikelenboom, B., Engel, R. L. J. M., van Laak, A. H., Hoving-Bolink, P., Sterrenburg, E. V. and Nordheim, P., Walstra and van der Wal, P. G. : The effectiveness of

- examining early post-mortem musculature to predict ultimate pork quality. *Meat Sci.*, **34**, 283 (1993).
15. Schmitzen, F., Schepers, K. H., Jungst, H., Reul U. and Festerling, A. : Meat quality in the pig: Experiments in determining it. *Fleischwirts.*, **64**, 1238 (1984).
 16. Chizzolini, R., Novelli, E., Badiani, A., Delbono, G. and Rosa, P. : Objective evaluation of pork quality: results of on-line measurements. *Meat Sci.*, **34**, 79 (1993a).
 17. Seidler, D., Bartnick, E. and Nowak, B. : PSE detection using a modified MS tester compared with other measurements of meat quality on the slaughter line. In *Evaluation and Control of Meat Quality in Pigs*, eds, P. V. Tarrant, G. Eikelenboom and G. Monin, Martinus Nijhoff, Dordrecht, p. 175 (1987).
 18. Garrido, M. D., Pedauye, J., Banon S. and Laencina, J. : Objective assessment of pork quality. *Meat Sci.*, **37**, 411 (1994).
 19. Honikel, K. O. : Quality products demand suitable methods of measurement. *Fleischwirtsch.*, **73**, 1010 (1993).
 20. Murray, A. C., Jones, S. D. M. and Sather, A. P. : The effect of preslaughter feed restriction and genotype for stress susceptibility on pork lean quality and composition. *Can. J. Anim. Sci.*, **69**, 83 (1989a).
 21. Murray, A. C., Jones S. D. M. and Tong, A. K. W. : Evaluation of the colormet reflectance meter for the measurement of pork muscle quality. Proc. 35th International Congress of Meat Sci. and Technology, Copenhagen, Denmark. p. 188 (1989b).
 22. Warriss, P. D., Brown, S. N. and Adams, S. J. M. : Use of the Tecpro pork quality meter for assessing meat quality on the slaughterline. *Meat Sci.*, **30**, 147 (1991).
 23. Swatland, H. J. : Remote monitoring of postmortem metabolism in pork carcasses. in *Évaluation and Control of Meat Quality in Pigs*, eds. P. V. Tarrant, G. Eikelenboom and G. Monin, Martinus Nijhoff, Dordrecht. p. 143 (1987).

(1998년 9월 30일 접수)