



원료육 종류에 따라 알칼리 조절법으로 제조한 계육 수리미의 수율, 이화학적 및 관능적 특성 비교

진상근 · 김일석* · 김동훈 · 정기종 · 최영준¹

진주산업대학교 동물소재공학과 · ¹경상대학교 해양생물이용학부

Comparison of Yield, Physico-chemical and Sensory Characteristics for Chicken Surimi Manufactured by Alkaline Adjustment with Different Raw Materials

Sang-Keun Jin, Il-Suk Kim*, Dong-Hoon Kim, Ki-Jong Jeong, and Yeung-Joon Choi¹

Department of Animal Resources Technology, Jinju National University

¹Division of Marine Bioscience, Gyeongsang National University

Abstract

This study was carried out to compare of yield, physico-chemical and sensory characteristics for chicken surimi manufactured by alkaline (pH 11) adjustment with different raw materials. Four experimental groups were surimi with chicken breast (T1) and chicken leg (T2) by spent hen, SF-MDCM (T3) and JY-MDCM (T4). Yield was higher in order of T1>T2>T3>T4 ($p<0.05$). The yield, physico-chemical and sensory characteristics of T1 were significantly higher than those of other treatments. Especially, L^* and W value, shear force, textural properties, folding test, breaking force, gel strength, breaking force×deformation, flavor, color and overall acceptability were higher in T1 but a^* value, cooking loss, collagen and myoglobin content of T1 were lower than those of other treatments ($p<0.05$). Deformation, aroma, juiciness, tenderness were higher but met-myoglobin and yield of T4 were lower than those of T2 and T3 ($p<0.05$). Crude fat, cooking loss and met-myoglobin content were higher in T2 but b^* value, brittleness, hardness, gumminess, chewiness, folding test, breaking force×deformation and aroma of T2 were lower than those of other treatments ($p<0.05$). pH, collagen and moisture content and b^* value were higher but crude protein, folding test, L^* and W value, cohesiveness, tenderness of T3 were lower than those of other treatments ($p<0.05$). Correlation coefficients ($r>0.8$) between folding test and other items was positive in crude protein, L^* value, shear force and cohesiveness but negative in moisture content ($p<0.05$).

Key words : yield, physico-chemical characteristics, sensory score, chicken, MDCM, pH adjustment, surimi

서론

국내 소비자들의 소비 성향에 비추어 볼 때 돼지고기의 경우 삼겹살과 목살을 주로 구워 먹다 보니 비선호 부위인 살코기가 많은 고기들은 상대적으로 재고 처리에 어려움을

겪고 있는 실정이다. 또한 닭고기의 경우, 역시 살코기가 많은 가슴살은 소비자들이 선호하지 않고 특히 노계육 등은 싼 값에 판매되고 있다. 또한 발골 후 뼈에 부착되어 있는 고기들을 기계로 회수한 여러 고기들[MRM(mechanical recovery meat), MDCM(mechanical deboned chicken meat), MDTM(mechanical deboned turkey meat)]은 칼슘과 골수 등이 혼입되어 있어 저장성과 가공적성이 떨어지는 단점을 지니고 있다.

“수리미”는 원래 일본어로 어육을 수세하여 불필요한 물질을 제거하고 정제한 염용성 어육 단백질 제품을 말하나 근래에는 축육을 이용하여 육단백질을 회수하는데 그 원리를

* Corresponding author : Il-Suk Kim, Department of Animal Resources Technology, Jinju National University, 660-758, Jinju, Korea. Tel: 82-55-751-3288, Fax: 82-55-751-3280, E-mail: iskim@jinju.ac.kr

적용하기 시작하였으며, 축육 수리미라는 과학 용어로 사용하고 있다(Knight, 1992). Lee와 Han(1999a)은 수세 용액의 온도 및 pH가, Lee 등(1999)은 수세 용매 종류와 횡수가 기계 발골 계속으로 제조한 수리미의 품질에 영향을 미친다고 하였다. 수세를 통한 일반적인 수리미 제조 공정은 수세 횡수가 증가함에 따라 수용성 물질들(근장 단백질, 힘색소, 아민류, 비타민류, 효소류)은 물론 근원섬유 단백질의 일부가 소실된다고 보고하였다(Stefansson and Hultin, 1994). 수리미는 전 세계적으로 게맛살이나 새우 맛살 또는 어묵의 형태로 가공되며(Lee, 1984), 독특한 조직감과 높은 영양적 가치로 인하여 매우 높은 인기를 누리고 있다(Park and Morrissey, 2000). 최근에 새롭게 개발된 pH 조절(Choi and Park, 2000)에 의해 회수한 단백질들은 수리미와 구별하여 “회수 단백질”로 정의하고 있다. 수세법으로 제조한 수리미에 비하여 산과 알칼리 조건을 부여한 pH 조절법으로 생산된 회수 단백질은 수세로 인해 소실되는 수용성단백질의 손실을 줄여 수율이 높을 뿐만 아니라(Lin and Park, 1996), 폐수 처리 비용을 대폭 줄일 수 있고(Park et al., 2003a), 가공용 중간원료로 이용 시 조직감면에서 더 좋은 결과를 나타낸다(Kristinsson and Hultin, 2003).

어육을 이용한 수리미에 대해서는 많은 연구가 되어 있으나, 축육을 이용한 수리미에 대한 연구로는 닭가슴살(Knight, 1992), 양고기(Antonomanolaki et al., 1999), 동물의 심장(Ha and Woo, 1997) 및 기계발골육(Lee and Han, 1999b, Lee et al., 1999; Smyth and O'Neill, 1997; Wimmer et al., 1993; Yang and Froning, 1992) 등을 활용한 것들이 주종을 이루고 있다. 계육 중 비선호 부위에 해당되는 닭가슴살은 결체조직이 적고 단백질 수율이 높아 어육 수리미 대체 원료로서 이용될 수 있다. Jung 등(2004)은 냉동 꼬마 민어 회수 단백질을 축육으로 닭가슴살, 돼지 후지육 회수 단백질의 적절한 혼합 비율 조절로 물성 값이 다른 다양한 연제품 제조 시 활용이 가능하다고 보고하였다. 그러나 수세법이 아닌 pH 조절법으로 제조한 회수 단백질에 관한 연구는 축육(Jung et al., 2004)을 이용한 몇몇 연구가 진행되었을 뿐 노계육, MDCM 및 부산물을 활용한 연구는 전무한 상태이다.

이렇게 제조된 수리미나 회수 단백질은 중간 원료로서 게맛살형 축육 제품이나 인조 바닷가제 및 햄, 소시지 제품에 결합육으로 이용할 수 있다(Park and Morrissey, 2000).

본 연구는 최근에 개발된 많은 장점을 지니고 있는 알칼리 pH 조절법을 활용하여 품질에 대한 검증(Park et al., 2003a)이 이미 되어 있는 고가(4,000원/kg)의 닭가슴살 회수 단백질을 대체할 수 있는 원료를 구명하고자 저가 원료[노계육(2,800원/kg)을 이용한 닭가슴살 및 닭다리살, 두 회사의 MDCM(600원/kg)]을 활용, 회수 단백질을 제조하여 품질적으로 하자가 없고 경제성이 있는 회수 단백질 원료의 특성을

구명하고자 실시하였다. 이를 통해 저가 원료들에 대한 부가 가치 향상 방안을 제시하는데 그 목적을 두었다.

재료 및 방법

실험재료 및 처리조건

1) 공시 재료 및 시험 설계

시험에 공시한 원료육은 SF사의 노계육을 이용한 닭가슴살(T1) 및 닭다리살(T2)과 두 회사 즉 SF사의 MDCM(mechanical deboned chicken meat, T3) 및 JY사의 MDCM(T4) 총 네 종류였다.

2) 수리미 제조방법

원료육을 근막과 과다 지방을 제거 정형하여 Chopper [MGB-32, 한국후지, 한국]로 3 mm 초평한 후 Silent cutter (AS-30, Ramon Co., Spain)로 미세하게 4분간 커팅 후 6배 중량의 물을 가하여 Homogenizer(T25B, IKA Sdn. Bhd., Malaysia)로 8,000 rpm에서 30초간 균질하였다. 균질액을 표준체 3.5와 18번으로 각각 여과한 후 여과액에 1 N NaOH를 이용하여 선행 연구(Jung et al., 2004)에 따라 단백질 추출을 위하여 알칼리 조건인 pH 11로 조절한 후 3상 연속 원심분리기(J-1250, 한일과학, 한국)로 10,000×g에서 25분간 원심분리하여 최상층과 최저층은 버리고 중간층을 회수하였다. 회수된 시료는 1 N HCl을 이용하여 pH 5로 조절하고 30분간 방치한 후 10,000×g에서 25분간 원심분리하여 하층의 침전물을 회수한 후 수분은 80%, pH는 1 N NaOH를 이용하여 7로 조절하였다. 수분과 pH를 조절한 수리미에 무게에 대해 솔비톨 5%, 인산염 0.3% 및 소금 2%를 첨가하여 PVDC film(Ø1.8 cm)에 충전하고 78℃에서 40분 탕침 가열한 후 육색, 전단가 및 조직감, Folding test, 파괴 강도, 변형 값 및 겔 강도, 관능검사 시험에 공시하였고, 일반성분, 콜라겐 함량, Mb 및 Met-Mb 함량 및 pH는 충전 후 가열 전 시료를 시험에 공시하였다.

조사항목 및 방법

1) 수율

수리미 제조 시 사용한 원료육(10 kg)의 중량 대비 최종 수분을 80%로 조절한 수리미 중량의 비로 하였다.

2) 일반성분

AOAC(1990) 방법을 따라 수분은 건조법, 조단백질 함량은 Micro Kjeldahl 방법, 조지방 함량은 Soxhlet 추출법 및 조

회분 함량은 전기 회화로를 이용하여 측정하였다.

3) 콜라겐 함량

Woessner(1961)의 방법에 따라 시료 5 g에 6 N HCl 50 mL를 가하여 밀봉하고 Autoclave(JSAC-100, Johnsam(주), 한국)를 활용 121℃에서 12시간 가수분해하여 분해액을 0℃로 냉각한 후 활성탄과 Dowex 1×8 resin을 1:2로 혼합한 혼합물 2~3 g이 충전된 유리 칼럼(1.0×1.5 cm)을 통과시켜 탈색화 하였다. 3G-4 glass filter로 강압 여과한 후 여액을 6 N NaOH를 이용하여 pH 7.0으로 중화하고 증류수로 100 mL가 되게 정용하였다. 이 시료용액 1 mL를 취해 증류수를 이용하여 제조한 0.25% CuSO₄·5H₂O, 10% NaOH, 6% H₂O₂를 각각 1 mL 가하였다. 5분 동안 정치한 후, 80℃에서 5분 동안 shaking 가열하여 0℃로 냉각한 후, 1.5 N H₂SO₄ 4 mL, 5% *p*-dimethylaminobenzaldehyde 2 mL를 가하여 다시 70℃에서 10분간 가열한 후 575 nm에서 흡광도를 측정하여 검량 곡선에 따라 hydroxyproline량을 측정하여 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{콜라겐 함량(mg/g 시료)} = (\text{hydroxyproline량} \times 14.286 \times \text{희석배수})/\text{시료 무게(g)}$$

4) Mb 및 Met-Mb 함량

Chen(2002)의 방법에 따라 시료 5 g에 10 mL의 0.01 M sodium phosphate(pH 6.3) 완충액을 가하고 Homogenizer(T25B, IKA Sdn. Bhd., Malaysia)로 8,000 rpm에서 20초 동안 마쇄하여 4℃에서 1시간 stirring한 후 7,000×g에서 30분간 원심분리하였다. 잔사에 다시 10 mL의 같은 완충액을 첨가하여 위와 동일한 방법으로 myoglobin을 추출하고 상층액을 모두 모아 25 mL로 정용한 후 Whatman No. 44와 0.20 μm의 membrane filter로 차례로 여과하여 시료 용액의 흡광도를 분광광도계로 525 nm, 572 nm 및 700 nm에서 각각 측정하여 다음 식에 따라 myoglobin 및 met myoglobin의 함량을 계산하였다.

$$\text{Mb(mg/g 시료)} = (A_{525} - A_{700}) \times 2.303 \times \text{dilution factor}$$

$$\text{Met-Mb(\%)} = 1.395 - [(A_{572} - A_{700}) / (A_{525} - A_{700})] \times 100$$

5) pH

시료 10 g을 증류수 90 mL와 함께 Homogenizer(T25B, IKA Sdn. Bhd., Malaysia)로 13,500 rpm에서 10초간 균질하여 pH-meter(8603, Metrohm, Swiss)로 측정하였다.

6) 가열 감량

시료를 2 cm 두께로 일정하게 절단하여 전기 오븐 200℃

에서 전후면 90초씩 가열한 후 식힌 후 (시료 무게-가열 후 시료 무게)/시료 무게 × 100의 식으로 계산하였다.

7) 육 색

시료를 자른 단면에 Chroma meter(CR-400, Minolta Co., Japan)를 이용하여 명도(lightness)를 나타내는 L*값, 적색도(redness)를 나타내는 a*값, 황색도(yellowness)를 나타내는 b*값을 3회 반복 측정하였으며, 백색도(W)는 L* - 3b*로 계산하였다. 이때 표준 색판을 이용하여 L*값 89.2, a*값 0.921, b*값 0.783으로 표준화한 다음 측정하였다.

8) 전단가 및 조직감

Instron 3343(US/MX50, A&D Co., USA)을 이용하여 전단가(kg/cm²)는 비가열 시료를 가로로 얇혀 knife형 plunger로 측정하였으며, 조직감은 가열한 시료를 식힌 후 세로로 세워서 plunger No. 3으로 표면경도(brittleness, kg), 경도(hardness, kg), 응집성(cohesiveness, %), 탄력성(springiness, mm), 검성(gumminess, kg) 및 씹힘성(chewiness, kg*mm)을 측정하였고 이 때 분석 조건은 Table 1과 같다.

9) Folding test

Lanier와 Lee(1992)의 방법에 따라 시료를 3 mm 두께로 슬라이스하여 여과지 위에 놓고 여과지와 함께 반으로 접고 두 번째 접을 때는 첫 번째 접을 때의 직각이 되게 접었다. 두 번 접어도 안 찢어지면 5점, 두 번 접으면 찢어지고 한 번 접으면 안 찢어지면 4점, 한 번 접으면 서서히 찢어지면 3점, 한 번 접자마자 찢어지면 2점, 접지 않고 누르기만 해도 찢어지면 1점을 부여하였다.

10) 파괴 강도, 변형 값 및 겔 강도

Okada(1964)의 방법에 따라 실린더형의 시료(Ø1.8×2.0 cm)를 90℃/15분 가열 후 수직으로 세워 Rheometer(EZ-test, Shimadzu, Japan)에 구형 plunger No. 5(Ø5 mm)를 장착하고 60 mm/min의 속도로 올리면서 파괴 강도(breaking force, max. weight, g), 변형 값(deformation, distance, mm) 및 겔 강

Table 1. Conditions of Instron for texture analysis

Items	Fresh meat	Cooked meat
Table speed	200 mm/min	200 mm/min
Sample speed	80 m/s	60 m/s
Load cell	10 kg	10 kg
Adapter area	30 mm ²	28 mm ²
Sample size	Ø20×20 mm	Ø20×20 mm

도(g/cm^2)를 측정하였다.

11) 관능 검사

수리미를 PVDC film($\text{Ø}1.8 \text{ cm}$)에 충전하여 90°C 에서 15분 탕침 가열한 후 잘 훈련된 관능 검사 요원 10명을 선발하여 육색, 향, 맛, 다즙성, 연도 및 전체적인 기호도 항목에 대하여 9점 척도법으로 관능 검사를 실시하였다. 각 항목별로 1점은 매우 나쁘거나 낮음(extremely bad or slight), 9점은 매우 좋거나 강함(extremely good or much)으로 표시하게 하였다.

통계분석

이상의 실험에서 얻어진 결과는 SAS(1999)의 GLM(General linear model) 방법으로 분석하였으며, 처리 평균 간의 비교를 위해 Duncan의 Multiple range test가 이용되었고 상관관계 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

수율 및 일반성분

원료육 종류에 따라 pH 11 알칼리 조절법으로 제조한 계육 수리미의 수율 및 일반성분은 Table 2에 나타내었다. 수율은 $T1 > T2 > T3 > T4$ 순으로 닭가슴살을 이용한 수리미가 가장 높았으며, 기계 발골 계육(MDCM)들이 유의적으로($p < 0.05$) 낮았다. 일반성분은 다른 처리구들과 비교 시 T1의 경우, 조단백질 함량이 많은 반면 수분, 조지방 및 조회분 함량은 유의적으로($p < 0.05$) 적었다. T2의 경우, 조지방 함량이 많은 반면 수분, 조단백질 및 조회분 함량이 유의적으로($p < 0.05$) 적었다. T3의 경우, 수분과 조지방 함량이 많은 반면 조단백질 함량이 유의적으로($p < 0.05$) 적었다. T4의 경우, 조회분 함량이 많은 반면 수분, 조단백질 및 조지방 함량은 중간 수준이었다. MDCM(T3, T4) 간에 수율 차이는 원료육 및 회수 조건 등 제조 공정시의 제반 조건 차이에 기인하는 것으로 판단된다. 제조수율과 일반성분면에서 닭가슴살 수리미인 T1이 수율도 높고 조단백질 함량도 많았으며, 수분 및 조지방 함량

이 적어 가장 좋은 결과였다. Nowsad 등(2000)은 계육의 지방 함량은 약 3~4% 이하인데 닭고기 수리미 제조를 위해 수세하였을 경우, 지방은 약 1% 이하의 수준을 나타낸다고 보고하였다. 본 연구 결과 닭고기 가슴살을 이용하여 수리미를 제조 시에 지방의 함량은 0.71% 수준을 나타내어 계육을 이용한 수리미 제조 시 지방의 함량을 낮출 수 있을 것으로 판단된다.

pH, 가열 감량, 전단가 및 콜라겐 함량

원료육 종류에 따라 pH 11 알칼리 조절법으로 제조한 계육 수리미의 pH, 가열 감량, 전단가 및 콜라겐 함량은 Table 3에 나타내었다. 다른 처리구들과 비교 시 T1의 경우 전단가는 높고, pH, 가열 감량 및 콜라겐 함량은 중간 수준이었다. T2의 경우 가열 감량이 유의적으로($p < 0.05$) 많았으며, pH, 전단가 및 콜라겐 함량은 중간 수준이었다. T3의 경우 pH 및 콜라겐 함량은 유의적으로($p < 0.05$) 높았으며, 가열 감량과 전단가는 중간 수준이었다. T4의 경우, T3와는 반대로 pH는 낮고, 콜라겐 함량은 유의적으로($p < 0.05$) 높았으며, 가열 감량과 전단가는 중간 수준이었다. pH, 가열 감량, 전단가 및 콜라겐 함량 면에서 닭가슴살 수리미인 T1이 콜라겐 함량이 적어 전단가가 높아 좋은 결과였다. Park(1994)은 수분 함량의 감소는 파괴 강도와 변형 값을 증가시킨다고 보고하였는데 본 연구 결과 수분 함량이 낮은 T1의 경우 파괴 강도는 높고 변형 값은 낮은 결과(Table 4)를 보여 약간의 차이를 나타내었다. 이는 조단백질 함량이 수분 함량보다 파괴 강도에 더 많은 영향을 미치는 것으로 판단된다. Jung 등(2004)은 닭가슴살의 파괴 강도와 변형 값은 산성 용액보다 알칼리 용액으로 회수한 단백질이 높게 나타났고, pH 변화에 따른 물성의 변화가 다른 육에 비하여 크지 않은 것으로 보고하였다. Antonomanolaki 등(1999)의 연구에서는 양고기를 이용하여 수리미 유사 물질을 제조 시 pH의 수준이 6.05~7.06이었다는 결과와 경향을 같이 하였다.

파괴 강도 및 변형 값

원료육 종류에 따라 pH 11 알칼리 조절법으로 제조한 계

Table 2. Yield and proximate compositions (%) of chicken surimi manufactured by four different materials

Treatments ¹⁾	Yield	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash
T1	79.67±1.53 ^A	70.75±0.71 ^C	23.25±0.26 ^A	0.71±0.22 ^C	2.24±0.02 ^C
T2	72.67±2.08 ^B	70.73±0.54 ^C	19.21±0.61 ^C	7.23±0.81 ^A	2.18±0.06 ^C
T3	36.33±2.52 ^C	75.53±0.58 ^A	20.12±0.55 ^C	6.22±0.70 ^A	2.78±0.05 ^B
T4	25.33±2.52 ^D	72.64±0.58 ^B	21.36±0.50 ^B	4.61±0.43 ^B	2.88±0.04 ^A

¹⁾ T1 (chicken breast meat by spent hen), T2 (chicken leg meat by spent hen), T3 (SF-MDCM), T4 (JY-MDCM).

^{A~D} Means±SD with different superscripts in the same column significantly differ at $p < 0.05$.

Table 3. pH, cooking loss, shear force and collagen content of chicken surimi manufactured by four different materials

Treatments ¹⁾	pH	Cooking loss (%)	Shear force (kg/cm ²)	Collagen (mg/g)
T1	6.52±0.03 ^B	16.86±1.90 ^B	2.65±0.25 ^A	69.25±7.80 ^B
T2	6.50±0.05 ^B	22.73±2.06 ^A	2.13±0.09 ^B	73.84±7.14 ^B
T3	6.82±0.04 ^A	18.09±2.06 ^B	2.26±0.18 ^B	160.52±4.98 ^A
T4	6.17±0.07 ^C	20.59±1.61 ^{AB}	2.05±0.12 ^B	155.51±6.60 ^A

¹⁾ T1 (chicken breast meat by spent hen), T2 (chicken leg meat by spent hen), T3 (SF-MDCM), T4 (JY-MDCM).

^{A-C} Means±SD with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

Table 4. Physical characteristics of chicken surimi manufactured by four different materials

Treatments ¹⁾	Folding test ²⁾	Breaking force (g)	Deformation (mm)	Gel strength (g)	Breaking force*Deformation (g, mm)
T1	4.00±0.00 ^A	1,077.33±118.98 ^A	7.63±0.50 ^{BC}	5,486.81±605.96 ^A	8,204.90±815.30 ^A
T2	3.33±0.58 ^B	518.67± 68.25 ^B	6.50±0.35 ^C	2,641.55±347.60 ^B	3,365.50±417.90 ^C
T3	2.00±0.00 ^C	528.00± 55.34 ^B	8.90±1.31 ^{AB}	2,519.32±569.33 ^B	4,695.90±861.99 ^B
T4	3.00±0.00 ^B	484.67± 19.40 ^B	9.38±0.69 ^A	2,468.39± 98.80 ^B	4,538.92±161.05 ^{BC}

¹⁾ T1 (chicken breast meat by spent hen), T2 (chicken leg meat by spent hen), T3 (SF-MDCM), T4 (JY-MDCM).

²⁾ 5 (no crack showing after folding twice), 4 (no crack showing after folding in half), 3 (cracks gradually when folded in half), 2 (cracks immediately when folded in half), 1 (breaks by finger pressure).

^{A-C} Means±SD with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

육 수리미의 파괴 강도 및 변형 값은 Table 4에 나타내었다. 일반적으로 수리미의 파괴 강도는 단백질의 양을 나타내는 지표로서 양이 많을수록 높고, 변형 값은 변성되지 않은 단백질의 양을 나타내는 지표로 양이 많을수록 변형 값이 높다. 수리미 겔의 물성은 punch test로 파괴 강도와 변형 값을 측정하는 일본의 방법을 사용하는데 국제적으로 공인되어 있다(Lanier and Lee, 1992). 한편 겔의 종합적인 물성을 파악하기 위하여 접기 시험(Folding test)을 실시하는데 두 번 접을 때 나타나는 결과를 점수로 나타낸다. 다른 처리구들과 비교 시 T1의 경우, 접기 시험, 파괴 강도, 겔 강도 및 파괴 강도×변형 값은 유의적으로($p<0.05$) 높았으며, 변형 값은 중간 수준이었다. T2의 경우, 변형 값과 파괴 강도×변형 값은 유의적으로($p<0.05$) 낮았으며, 접기 시험, 파괴 강도 및 겔 강도는 중간 수준이었다. T3의 경우, 접기 시험은 유의적으로($p<0.05$) 낮았으며, 파괴 강도, 변형 값, 겔 강도 및 파괴 강도×변형 값은 중간 수준이었다. T4의 경우, 변형 값은 유의적으로($p<0.05$) 높았으며, 접기 시험, 파괴 강도, 겔 강도 및 파괴 강도×변형 값은 중간 수준이었다. 수리미의 물리적 특성면에서 다른 처리구들에 비하여 Table 2의 조단백질 함량이 많고, Table 3의 콜라겐 함량이 낮은 닭가슴살 수리미인 T1이 접기 시험, 파괴 강도, 겔 강도 및 파괴 강도×변형 값에서 유의적으로($p<0.05$) 가장 좋은 결과를 나타내었으며,

닭다리살 수리미인 T2보다는 기계 발골 계육 중 JY사 MD-CM 수리미인 T4가 더 좋은 결과를 나타내었다.

Xiong과 Brekke(1990)는 식육의 종류나 부위에 따라 gel 강도는 약간 다르지만, 닭고기 가슴육에서 추출한 염용성단백질의 최대 gel 강도는 pH 6.0일 때라고 보고하였다. 최종 수리미의 변성 방지를 위하여 pH를 7.0으로 조정하였으나, 고형물인 관계로 본 연구 결과 pH는 6.17~6.82 범위로 나타났다. Wimmer 등(1993)은 단백질의 함량이 높을수록 수리미의 겔 강도가 높아진다고 보고하였으며, Antonomanolaki 등(1999)은 염용성단백질의 함량이 높을수록 수리미의 겔 강도가 증가된다고 보고하였다. 본 연구 결과 조단백질 함량이 높은 T1이 파괴 강도와 겔 강도가 높았다. 그러나 단백질 조성면에서 T1의 경우, 염용성단백질 함량이 적어 파괴 강도와 겔 강도가 낮아질 것으로 판단되나 그렇지 않은 이유는 염용성단백질 함량보다는 콜라겐 함량이 적어(Table 3) 수리미의 파괴 강도와 겔 강도에 더 많은 영향을 미치는 것으로 판단된다. 강 염기성 용액에 과다한 노출은 carboxylate-phenolic기와 양자화된 아미노기의 상호작용을 저해하여 응집물의 가교 결합을 방해하기 때문에 겔 형성에 영향을 미친다(Boye *et al.*, 1997)고 하였는데, 닭가슴살보다 MDCM 육에는 광물질이 더 많아 겔 형성에 방해가 되는 것으로 판단된다. Park 등(2003b)은 수리미로서 기능을 발휘하기 위해서는 파괴 강도

Table 5. Meat color of chicken surimi manufactured by four different materials

Treatments ¹⁾	L*	a*	b*	W	Mb (mg/g)	Met-Mb (%)
T1	81.82±0.30 ^A	2.75±0.07 ^C	8.17±0.21 ^{BC}	57.30±0.90 ^A	0.14±0.02 ^C	79.20± 2.51 ^B
T2	70.58±0.82 ^B	10.73±1.97 ^{AB}	6.83±1.62 ^C	50.09±4.04 ^B	0.15±0.01 ^C	90.67± 2.55 ^A
T3	59.99±1.50 ^C	8.87±0.32 ^B	12.07±0.89 ^A	23.79±4.16 ^D	0.30±0.05 ^B	81.28± 2.03 ^{AB}
T4	61.29±2.25 ^C	12.08±0.76 ^A	9.12±0.32 ^B	33.92±3.21 ^C	0.54±0.08 ^A	78.06±10.22 ^B

¹⁾ T1 (chicken breast meat by spent hen), T2 (chicken leg meat by spent hen), T3 (SF-MDCM), T4 (JY-MDCM).

^{A~D} Means±SD with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

100 g 및 변형 값 4.6 mm 이상이어야 한다고 제안하였는데 본 연구 결과 모든 처리구들이 이러한 조건을 충족하는 수준이었다.

육색

원료육 종류에 따라 pH 11 알칼리 조절법으로 제조한 계육 수리미의 육색은 Table 5에 나타내었다. 수리미의 색깔은 하얗고 밝은 색일수록 육색소와 기타 수용성 물질이 많이 제거되어 품질이 높다고 할 수 있다. 따라서 수리미의 표면 육색에 있어 명도는 높고 적색도는 낮을수록 좋다고 할 수 있다. 다른 처리구들에 비하여 T1의 경우, Mb와 Met-Mb 함량이 낮아 명도를 나타내는 L*값과 백색도를 나타내는 W값은 유의적으로 높았으며, 상대적으로 적색도를 나타내는 a*값과 황색도를 나타내는 b*값은 유의적으로($p<0.05$) 낮았다. T2의 경우, Met-Mb 함량과 a*값이 유의적으로 높아 상대적으로 L*값과 b*값은 유의적으로($p<0.05$) 낮았다. T3의 경우, Met-Mb 함량과 b*값이 유의적으로 높아 상대적으로 L*값과 W값은 유의적으로($p<0.05$) 낮았다. T4의 경우, Mb 함량과 a*값이 유의적으로 높아 상대적으로 L*값과 W값은 유의적으로($p<0.05$) 낮았다. 육색면에서 다른 처리구들에 비하여 닭가슴살 수리미인 T1이 L*값과 W값이 높아 깨끗함과 같은 제품의 중간 원료로서 어육 수리미와 가장 유사한 색상을 나타내어 좋은 결과였다.

Nowsad 등(2000)은 수분 함량이 높은 수리미가 수분 함량

이 낮은 수리미에 비해 명도는 높았고, 황색도는 낮았다는 보고와 본 연구 결과의 수분 함량(Table 2)과 명도 및 황색도(Table 5)의 결과와는 차이를 보였는데, 이는 수분보다는 Mb 함량(Table 5)이 더 큰 영향을 미치는 것으로 판단된다. Antonomanolaki 등(1999)의 연구에서는 양고기를 수세하여 수리미를 제조 시 명도값은 74.99를 나타내었고, 적색도는 0.17 그리고 황색도는 12.78을 나타내었다 하였다. 산과 알칼리 처리한 회수 단백질의 백색도는 적색육 어류가 백색육 어류에 비하여 낮았는데, 이는 혈색소인 hemoglobin과 육색소인 myoglobin에 기인한다(Park *et al.*, 2003a). 이와 같이 닭고기 가슴살을 이용한 수리미의 육색이 양고기를 이용하여 제조한 수리미보다 육색이 더 밝은 결과를 나타낸 원인은 양고기가 적색육이고, 닭고기가 백색육이기 때문인 것으로 판단되며, 식육의 종류에 의한 수리미 색의 품질은 백색육인 닭고기를 이용하는 것이 육색 품질 면에서 더 우수할 것으로 판단된다. Park 등(2003b)은 수리미로서 기능을 발휘하기 위해서는 백색도가 25.5 이상이어야 한다고 제안하였는데 본 연구 결과 모든 처리구들이 이러한 조건을 충족하는 수준이었다.

조직감

원료육 종류에 따라 pH 11 알칼리 조절법으로 제조한 계육 수리미의 조직적 특성은 Table 6에 나타내었다. 다른 세 처리구들에 비하여 T1이 표면 경도, 경도, 응집성, 검성 및 씹

Table 6. Textural properties of chicken surimi manufactured by four different materials

Treatments ¹⁾	Brittleness (kg)	Hardness (kg)	Cohesiveness (%)	Springiness (mm)	Gumminess (kg)	Chewiness (kg*mm)
T1	0.73±0.04 ^A	0.88±0.12 ^A	56.37±2.21 ^A	13.42±0.32	49.55±5.94 ^A	663.46±66.32 ^A
T2	0.31±0.07 ^B	0.41±0.07 ^B	50.97±0.31 ^B	12.73±0.32	20.64±3.15 ^B	262.39±37.56 ^B
T3	0.38±0.11 ^B	0.46±0.11 ^B	47.81±2.06 ^C	12.92±0.73	22.18±5.51 ^B	284.76±59.65 ^B
T4	0.37±0.13 ^B	0.42±0.05 ^B	52.80±0.40 ^B	13.15±0.18	22.22±2.92 ^B	292.10±37.46 ^B

¹⁾ T1 (chicken breast meat by spent hen), T2 (chicken leg meat by spent hen), T3 (SF-MDCM), T4 (JY-MDCM).

^{A~C} Means±SD with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

Table 7. Sensory scores²⁾ of chicken surimi manufactured by four different materials

Treatments ¹⁾	Meat color	Aroma	Flavor	Juiciness	Tenderness	Overall acceptability
T1	6.57±0.53 ^A	5.43±0.53 ^A	6.29±0.49 ^A	4.57±0.53 ^B	4.29±0.49 ^C	5.71±0.49 ^A
T2	5.86±0.69 ^B	4.57±0.53 ^B	5.43±0.53 ^B	4.71±0.49 ^B	5.00±0.58 ^B	5.29±0.49 ^{AB}
T3	4.00±0.82 ^C	5.86±0.69 ^A	4.14±0.69 ^C	5.43±0.53 ^A	3.71±0.49 ^C	4.57±0.53 ^{BC}
T4	3.29±0.49 ^D	5.86±0.69 ^A	3.57±0.53 ^C	5.86±0.69 ^A	6.14±0.69 ^A	4.43±0.98 ^C

¹⁾ T1 (chicken breast meat by spent hen), T2 (chicken leg meat by spent hen), T3 (SF-MDCM), T4 (JY-MDCM).

²⁾ Sensory scores were assessed on 9 point scale base on 1=extremely bad or slight, 9=extremely good or much.

^{A-D} Means±SD with different superscripts in the same column significantly differ at $p<0.05$.

합성 모두 유의적으로($p<0.05$) 높았으며, 탄력성은 처리 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. Ha와 Woo(1997)는 돼지 심장을 이용하여 수리미 제조 시 pH 6.0 용액으로 제조한 수리미가 6.4, 6.8, 7.2 및 7.6 용액으로 제조한 수리미보다 경도, 탄력성 및 응집성이 높았다고 하였는데, 이러한 조직감에 영향을 미치는 pH 수준은 원료육의 종류와 제조 조건에 따라 차이를 보이는 것으로 판단된다.

관능 평가

원료육 종류에 따라 pH 11 알칼리 조절법으로 제조한 계육 수리미의 관능 검사 결과를 Table 7에 나타내었다. 육색은 T1>T2>T3>T4 순으로 MDCM 두 원료로 만든 수리미들이 낮은 점수를 받았는데, 이는 기계 발골육 고유의 검붉은 색깔이 영향을 미친 결과였다. 향은 T2보다 세 처리구들이 유의적으로 높았으며, 맛은 T1이 가장 높고 MDCM으로 만든 T3, T4 수리미들이 유의적으로($p<0.05$) 가장 낮았다. 그러나 다즙성은 MDCM으로 만든 수리미들(T3, T4)이 T1과 T2보다 높았는데, 이는 Table 2에서 두 처리구들이 다른 두 처리구들에 비하여 수분 함량이 높았기 때문인 것으로 판단된다. 연도는 T4가 다른 세 처리구들에 비하여 유의적으로($p<0.05$) 가장 높았는데, 이는 MDCM으로 만든 수리미의 물성이 물렸기 때문인 것으로 판단된다. 전체적인 기호도는 T1이 가장 높고 T4가 유의적으로($p<0.05$) 가장 낮았다. 수리미의 관능검사 결과에서 다른 처리구들에 비하여 닭가슴살 수리미인 T1이 종합적으로 볼 때 가장 좋은 결과였다.

이상의 결과를 종합해 보면 네 가지 원료 중에 닭가슴살 수리미인 T1이 수율과 이화학적 및 관능적 특성에서 다른 세 처리구들에 비하여 가장 양호하였으며, 수리미의 품질적 면에서 닭가슴살 원료를 대체할 수 있는 원료로는 닭다리살(T2)과 SF사 MDCM(T3)보다 JY사 MDCM(T4)이 더 효과적이었으나 경제적 면에서 수율이 낮은 단점을 지니고 있었다.

상관 관계

원료육 종류에 따라 pH 11 알칼리 조절법으로 제조한 계육 수리미의 분석 항목 간에 상관관계수 0.8 이상의 정, 부의 상관관계를 Table 8에 나타내었다. 수분 함량은 b^* 및 콜라겐 함량과 정의 상관관계를 나타내었으며, W, 접기 시험(Folding test) 결과와는 부의 상관관계를 나타내었다($p<0.05$). 조단백질 함량은 L^* , W, 응집성, 검성, 씹힘성, 접기 시험, 파괴 강도 및 겔 강도와는 정의 상관관계를 나타내었으며, 조단백질 함량과는 부의 상관관계를 나타내었다($p<0.05$). 조지방 함량은 표면 경도, 경도, 검성, 씹힘성, 파괴 강도, 겔 강도 및 파괴 강도×변형 값과는 부의 상관관계를 나타내었다($p<0.05$). 조회분 함량은 변형 값, 콜라겐 및 Mb 함량과는 정의 상관관계를 나타내었으며, 수율, L^* , W, 관능검사의 맛 및 육색과는 부의 상관관계를 나타내었다($p<0.05$). 수율은 L^* , W, 관능검사의 맛 및 육색과 정의 상관관계를 나타내었으며, 콜라겐 및 Mb 함량과는 부의 상관관계를 나타내었다($p<0.05$). pH와 관능검사의 연도와는 부의 상관관계를 나타내었다($p<0.05$). L^* 은 W, 씹힘성, 접기 시험, 파괴 강도, 겔 강도, 관능검사의 맛 및 육색과는 정의 상관관계를 나타내었으며, a^* 및 콜라겐 함량과는 부의 상관관계를 나타내었다($p<0.05$). a^* 는 전단가, 표면경도, 경도, 검성, 씹힘성, 파괴 강도, 겔 강도 및 파괴 강도×변형 값과, b^* 는 W와 부의 상관관계를 나타내었다($p<0.05$). W는 접기 시험 및 관능검사 육색과 정의 상관관계를 나타내었으며, 콜라겐 함량과는 부의 상관관계를 나타내었다($p<0.05$). 전단가는 경도, 검성, 씹힘성, 파괴 강도와 표면경도는 경도, 검성, 씹힘성, 파괴 강도, 겔 강도 및 파괴 강도×변형 값과, 경도는 검성, 씹힘성, 파괴 강도, 겔 강도 및 파괴 강도×변형 값과 정의 상관관계를 나타내었다($p<0.05$). 응집성은 접기 시험 결과와, 검성은 씹힘성, 파괴 강도, 겔 강도 및 파괴 강도×변형 값과, 씹힘성은 파괴 강도, 겔 강도 및 파괴 강도×변형 값과, 파괴 강도는 겔 강도 및 파괴 강도×변형 값과, 변형 값은 콜라겐 함량과, 겔 강도는 파괴 강도×변형 값과 정의 상관관계를 나타내었다($p<0.05$). 콜라겐 함량은 관능 검사의 맛 및 육색과, Mb는 관능검사의 육색과 부의 상관관계를 나타

Table 8. Correlation coefficients between quality parameters of chicken surimi manufactured by four different materials

Items ¹⁾	MO	CP	CF	CA	YI	pH	L*	a*	b*	W	SF	Bri	Har	Cohe	Gum	Che	BF	DE	GS	Coll	Mb	
CF		-0.84																				
YI				-0.97																		
L*		0.90		-0.82	0.90																	
a*							-0.80															
b*	0.84																					
W	-0.89	0.85		-0.87	0.87		0.93		-0.85													
SF									-0.81													
Bri			-0.88						-0.80													
Har			-0.88						-0.84		0.84	0.93										
Cohe		0.88																				
Gum		0.84	-0.90						-0.85		0.82	0.93	0.99									
Che		0.85	-0.91				0.80	-0.86			0.81	0.93	0.99		1.00							
FT	-0.88	0.88					0.84			0.91				0.82								
BF		0.83	-0.85				0.85	-0.89			0.80	0.85	0.93		0.95	0.96						
DE				0.84																		
GS		0.84	-0.84				0.86	-0.87				0.82	0.90		0.92	0.94	0.99					
BD			-0.91					-0.85				0.88	0.89		0.91	0.93	0.93			0.92		
Coll	0.85			0.96	-0.97		-0.90			-0.93											0.80	
Mb				0.85	-0.90																	
Fla				-0.81	0.88		0.83															-0.81
Colo				-0.86	0.91		0.87			0.80												-0.83 -0.90
Ten						-0.80																

¹⁾ MO (moisture), CP (crude protein), CF (crude fat), CA (crude ash), YI (yield), pH, L*, a*, b*, W (L*-3b*), SF (shear force), Bri (brittleness), Har (hardness), Cohe (cohesiveness), Gum (gumminess), Che (chewiness), FT (folding test), BF (breaking force), DE (deformation), GS (gel strength), BD (BF×DE), Coll (collagen), Mb, Fla (flavor), Colo (color), Ten (tenderness).

* Level of significance of correlation coefficients : $p < 0.05$.

내었다($p < 0.05$). 이상의 결과를 수리미 평가 시 주요 항목인 수율, 백색도(W), 접기 시험 결과, 파괴 강도 및 변형 값을 중심으로 요약하면 수율은 L*, W, 관능 검사의 맛 및 육색과, W는 접기 시험 결과, 관능검사의 육색, 조단백질 함량, 수율 및 L*과, 접기 시험 결과는 조단백질 함량, L*, 전단가 및 응집성과, 파괴 강도는 겔 강도, 파괴 강도×변형 값, 조단백질 함량, L*, 표면경도, 경도, 검성 및 씹힘성과, 변형 값은 콜라겐 및 조회분 함량과 정의 상관관계를 나타내었고, 수율은 콜라겐, Mb 및 조회분 함량과, W는 콜라겐, 수분, 조회분 함량 및 b*와, 접기 시험 결과는 수분 함량과, 파괴 강도는 조지방 함량 및 a*와 부의 상관관계를 나타내었다($p < 0.05$).

요 약

원료육 종류(SF사의 노계육을 이용한 닭가슴살(T1) 및 닭다리살(T2)과 SF사의 MDCM(mechanical deboned chicken

meat, T3) 및 JY사의 MDCM]에 따라 pH 11 알칼리 조절법으로 제조한 계육 수리미의 수율, 이화학적 및 관능적 특성을 비교 분석한 결과는 다음과 같다. 수율은 T1>T2>T3>T4 순이었으며($p < 0.05$), T1이 수율, 이화학적 및 관능적 특성의 종합적인 면에서 다른 세 처리구들에 비하여 가장 양호하였다. 특히 육색 L*값과 W값, 전단가, 조직감의 모든 항목, 접기 시험 결과, 파괴 강도, 겔 강도, 파괴 강도×변형 값, 관능검사의 맛, 육색 및 종합적인 기호도가 높고, 육색 a*값, 기열감량, 콜라겐 및 Mb 함량이 낮아($p < 0.05$) 양호하였다. 수리미의 품질측면에서 닭가슴살 원료를 대체할 수 있는 것은 T2와 T3보다 T4가 더 효과적이었으며($p < 0.05$), 그 특성으로는 변형 값, 관능검사에서 향, 다즙성 및 연도는 높고, Met-Mb 함량이 낮은 장점이 있는 반면 경제적 면에서 수율이 낮았다($p < 0.05$). T2는 육색의 b*값이 낮아 좋았으나, 조지방 함량, 기열 감량 및 Met-Mb이 많고, 조직감에서 표면경도, 경도, 검성 및 씹힘성과 접기 시험, 파괴 강도×변형 값 및 관능검

사에서 향이 낮아($p<0.05$) 품질에 나쁜 영향을 미쳤다. 한편 T3는 pH가 높아 좋았으나, 콜라겐과 수분 함량은 많고, 육색 b^* 값이 높으며, 조단백질 함량, 집기 시험, 육색의 L^* 값과 W 값, 조직감의 응집성 및 관능검사의 연도가 낮아($p<0.05$) 품질에 나쁜 영향을 미치는 결과였다. 집기 시험 결과와 다른 분석 항목 간에 상관관계는 조단백질 함량, L^* , 전단가 및 응집성과 0.8 이상의 정의 상관관계를 나타내었고, 수분 함량과는 부의 상관관계를 나타내었다($p<0.05$).

감사의 글

이 논문은 농림기술개발사업(2005년 과제번호 105128-3) 지원에 의하여 연구된 것으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Antonomanolaki, R. E., Vareltzis, K. P., Georgakis, S. A., and Kaldrymidou, E. (1999) Thermal gelation properties of surimi-like material made from sheep meat. *Meat Sci.* **35**, 429-435.
- AOAC (1990) Official method of analysis. 15th ed., Association of Official Analytical Chemist, Washington, DC.
- Boye, J. I., Ma, C. Y., and Harwalkar, V. R. (1997) Thermal denaturation and coagulation of proteins. In *Food Proteins and Their Application*, S. Damodaran and A. Paraf, eds. Marcel Dekker Inc, New York, pp. 25-26.
- Chen, H. H. (2002) Decoloration and gel-forming ability of horse mackerel mince by air-flotation washing. *J. Food Sci.* **67**, 2970-2975.
- Choi, Y. J. and Park, J. W. (2000) Feasibility study of new acid-aided surimi processing methods for enzyme-laden Pacific whiting. Abstract No. 51A-4 presented at 2002 Annual Meeting of the Institute of Food Technologist. Dallas, TX, USA.
- Ha, J. U. and Woo, D. K. (1997) Water holding capacity, cooking loss and gel characteristics of pork heart surimi prepared by washings under antioxidative condition. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **17**, 226-231.
- Jung, C. H., Kim, J. S., Jin, S. K., Kim, I. S., Jung, K. J., and Choi, Y. J. (2004) Gelation properties and industrial application of functional protein from fish muscle-2. Properties of functional protein gel from fish, chicken breast and pork leg and optimum formulation. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **33**, 1676-1684.
- Knight, M. K. (1992) Red meat and poultry surimi. In *The Chemistry of Muscle Based Food*, Johnston, D. E., Knight, M. K. and Ledward, D. A., The Royal Society of Chemistry, U. K., p. 222.
- Kristinsson, H. G. and Hultin, H. O. (2003) Role of pH and ionic strength on water relationships in washed minced chicken breast muscle gels. *J. Food Sci.* **68**, 917-922.
- Lanier, T. C. and Lee, C. M. (1992) Surimi technology. Marcel Dekker, Inc., New York, USA, p. 144.
- Lee, C. M. (1984) Surimi process technology. *Food Tech.* **38**, 69-80.
- Lee, S. K. and Han, J. H. (1999a) Effects of washing temperature and pH on the quality of surimi from mechanically deboned chicken meat. *Kor. J. Food Sci.* **19**, 268-277.
- Lee, S. K. and Han, J. H. (1999b) Quality properties surimi from mechanically deboned chicken meat as affected by sodium chloride concentration of washing solution. *Kor. J. Anim. Sci.* **41**, 679-686.
- Lee, S. K., Han, J. H., Kang, C. G., Lee, M., and Kim, B. C. (1999) Washing solution and cycle affected quality properties of surimi from mechanically deboned chicken meat. *Kor. J. Anim. Sci.* **41**, 687-696.
- Lin, T. M. and Park, J. W. (1996) Extraction of proteins from Pacific whiting mince at various washing conditions. *J. Food Sci.* **61**, 432-438.
- Nowsad, A. A. K. M., Kanoh, S., and Niwa, E. (2000) Thermal gelation characteristics of breast and thigh muscles of spent hen and broiler and their surimi. *Meat Sci.* **54**, 169-175.
- Okada, M. (1964) Effect of washing on the jelly forming ability of fish meat. *Nippon Suisan Gakkaishi* **30**, 255-261.
- Park, J. D., Jung, C. H., Kim, J. S., Cho, D. M., Cho, M. S., and Choi, Y. J. (2003a) Surimi processing using acid alkali solubilization of fish muscle protein. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **32**, 400-405.
- Park, J. D., Kim, J. S., Cho, Y. J., Choi, J. D., and Choi, Y. J. (2003b) Optimum formulation of starch and non-muscle protein for alkali surimi gel from frozen white croaker. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **32**(7), 1026-1031.
- Park, J. W. and Morrissey, M. T. (2000) Manufacturing of surimi from light muscle fish. In J. W. Park (Ed.),

- Surimi and surimi seafood, New York, Marcel Dekker, pp. 23-58.
21. Park, W. J. (1994) Functional protein additives in surimi gel. *J. Food Sci.* **59**, 525-527.
 22. SAS (1999) SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
 23. Smyth, A. B. and O'Neill, E. (1997) Heat induced gelation properties of surimi from mechanically separated chicken. *J. Food Sci.* **62**, 350-355.
 24. Stefansson, G. and Hultin, O. (1994) On the solubility of cod muscle proteins in water. *J. Agric. Food Chem.* **42**, 2656-2664.
 25. Wimmer, M. P., Sebranek, J. G., and McKeith, F. K. (1993) Washed mechanically separated pork as a surimi-like meat product ingredient. *J. Food Sci.* **58**, 254-258.
 26. Woessner, J. F. (1961) The determination of hydroxyproline in tissue and protein samples containing small proportions of this amino acid. *119 Arch. Biochem. Biophys.* **93**, 440-447.
 27. Xiong, Y. L. and Brekke, C. J. (1990) Physicochemical and gelation properties of pre- and postrigor chicken salt soluble proteins. *J. Food Sci.* **55**, 1544-1548.
 28. Yang, T. S. and Froning, G. W. (1992) Selected washing processes affect thermal gelation properties and microstructure of mechanically deboned chicken meat. *J. Food Sci.* **57**, 325-331.
-
- (2006. 8. 22. 접수 ; 2006. 11. 5. 채택)