

돈육 뒷다리부위와 닭가슴살을 활용하여 제조한 수리미의 특성에 미치는 pH 조절의 영향

진상근 · 김일석 · 양한술^{1*} · 박구부¹ · 최영준² · 신태순³ · 김병균⁴

진주산업대학교 동물소재공학과, ¹경상대학교 응용생명과학부, ²경상대학교 해양생물이용학부, ³부산대학교 동물생명과학과, ⁴한성식품(주)

Received April 24, 2007 / Accepted May 8, 2007

Effects of pH Adjustment on Characteristics of Surimi Using Pork Leg and Chicken Breast. Sang Keun Jin, Il Suk Kim, Han Sul Yang^{1*}, Gu Boo Park¹, Yeung Joon Choi², Taek Soon Shin³ and Byeong Gyun Kim⁴. *Department of Animal Resources Technology, Jinju National University, ¹Division of Applied Life Science, Gyeongsang National University, ²Bioscience and Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, ³Department of Animal Life & Resource Science, Busan National University, ⁴Hansung Foods Co., Ltd.* – In this study, we prepared surimi from pork leg and chicken breast by pH adjustments of 3.0 and 11.0. The content of crude protein, yield, water-holding capacity, redness, yellowness, myoglobin (Mb) and metmyoglobin (metMb) were significantly higher in the surimi manufactured from pork leg at adjustment pH 3.0 compared to the other surimi samples; whereas whiteness, myofibrillar protein, breaking force, deformation and gel strength were lower than other samples ($P < 0.05$). The textural attributes were significantly higher in the surimi manufactured from pork leg at adjustment pH 11.0 compared to the other surimi samples; whereas Mb, metMb, cooking loss, breaking force, deformation and gel strength were lower than other samples ($P < 0.05$). Again, the content of crude protein, yield, pH, breaking force, deformation, gel strength and lightness were significantly higher in the surimi manufactured from chicken breast at adjustment pH 3.0 compared to the other surimi samples; whereas myofibrillar protein, redness and metMb were higher than other samples ($P < 0.05$). The content of myofibrillar protein, deformation, lightness and cohesiveness were significantly higher in the surimi manufactured from chicken breast at adjustment pH 11.0 compared to the other surimi samples; whereas Mb, cooking loss, yield and breaking force were higher than other samples ($P < 0.05$). The chicken breast surimi had superior color and gel characteristics than manufactured from pork leg, and adjustment pH 11.0 had superior whiteness and cohesiveness than the pH 3.0 adjusted sample, however, there were no significant differences in sensory attributes among the surimi samples.

Key words – surimi, pork leg, chicken breast, pH adjustment, quality characteristics

서 론

수세를 통한 어육단백질로부터 기능적 특성을 지닌 수리미 제조 이후 전세계적으로 게맛살이나 새우맛살 및 어묵의 형태로 가공되며[13], 독특한 조직감과 높은 영양적 가치로 인해 매우 높은 인기를 누리고 있다[22]. 수리미는 어육을 마쇄하여 수세 공정을 통해 근장단백질, 지질, 비단백태 질소 화합물 등을 제거하고 근원섬유단백질만을 농축한 후 냉동 변성제를 혼합한 염용성 어육단백질로서 다양한 수산식품을 가공하기 위한 중간 소재로 사용되며[22], 수분함량, 단백질 함량, 백색도, 겔 강도 등에 의해 수리미의 품질이 결정된다[17]. 그러나 수산자원의 고갈과 더불어 수리미 원료로 많이 이용되는 일시 다획성 적색육 어류인 전갱이류는 가공적성이 낮을 뿐만 아니라, 크기가 작고 다량의 지방, 육색소 및 혈색소를 포함하고 있어 식품 가공 소재로 사용 가능한 안정한 기능성 단백질의 추출이 어려운[4] 단점을 가진다.

국내 돈육의 소비 경향은 삼겹살과 목살을 주로 구워 먹다 보니 비선호 부위인 살코기가 많은 뒷다리부위는 상대적으로 재고 처리에 어려움이 있으며, 닭가슴살 또한 소비자로부터 낮은 선호도를 보여준다[7]. 특히 산업적 활용도가 떨어지는 노폐계육 및 발골 후 뼈에 부착되어 있는 고기들을 기계로 회수한 여러 고기들(MRM: mechanical recovery meat, MDCM: mechanical deboned chicken meat)을 활용하여 축육으로부터 육단백질을 회수하는데 그 원리를 적용하기 시작하여 축육 수리미라는 과학 용어로 사용되고 있다[11]. 뿐만 아니라 축육을 이용한 수리미에 대한 연구는 양고기[1], 동물의 심장[6] 및 기계발골육[26] 등을 활용한 것들이 주종을 이루고 있다. 축육 중 비선호 부위인 돈육 뒷다리 및 닭가슴살은 결체조직이 적고 단백질 수율이 높아 어육 수리미의 대체 원료로서 이용될 수 있다[10]. 수세를 통한 일반적인 수리미 제조는 수세 용액의 온도 및 pH가 제품에 영향을 미치며[14], 수세 용매 종류와 헹수 또한 수리미의 품질에 영향을 미친다고 보고하였다[15]. 기존의 제조법인 수세법과 달리 최근에 새롭게 개발된 산(pH 2.5)과 알칼리(pH 10.5) 용액에서 어육단백질을 용해시켜 회수시킨 pH 조절법은 단백질의

*Corresponding author

Tel : +82-55-757-2519, Fax : +82-55-756-7171

E-mail : hsyang1123@hanmail.net

젤화 특성을 검토하여 그 사용법의 경제성이 입증되었으며 [27,28], 가공용 중간원료로 이용시 조직감면에서 더 좋은 결과를 나타낸다[12].

따라서 본 연구는 최근에 개발된 많은 장점을 지니고 있는 pH 조절법을 활용하여 돈육 뒷다리부위와 닭가슴살을 이용한 수리미 제조 가능성과 축육 신제품의 중간소재 원료로서의 가능성을 검토하였다.

재료 및 방법

공시재료 및 시험설계

시험에 공시한 원료육은 돼지 뒷다리육과 닭가슴살을 이용하였으며, 시험설계는 수리미 제조 시 pH 조절 수준을 달리하여 T1(pH 3.0 돈육 뒷다리), T2(pH 11.0 돈육 뒷다리), T3(pH 3.0 닭가슴살) 및 T4(pH 11.0 닭가슴살)으로 처리하였다.

수리미 제조

근막과 피다 지방을 제거 정형하여 돈육 뒷다리육과 닭가슴살 각각 5 kg을 Chopper(MGB-32, 한국후지, 한국)로 3 mm 초핑한 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 표준제 3.5와 18번으로 각각 여과한 후 여과액에 1 N HCl 및 NaOH 를 이용하여 선행 연구[10]에 따라 단백질 추출을 위하여 산성 및 알칼리 조건인 pH 3과 11로 조절한 후 3상 연속원심분리기(J-1250, 한일과학, 한국)로 10,000×g에서 25분간 원심분리하여 최상층(중성지방 등 유효층)과 최저층(결체조직, 막지질 등)을 버리고 중간층(염용성 및 수용성단백질)을 회수하였다. 회수된 시료는 1 N HCl 및 NaOH 를 이용하여 pH 5로 조절하고 30분간 방치하여 단백질을 침전시킨 후 10,000×g에서 25분간 원심분리하여 하층의 침전물을 회수한 후 수분은 80%, pH는 1 N NaOH를 이용하여 7.0으로 조절한 후PVDC(Ø3.0×15 cm)에 충전하고 78℃/40분 탕침 가열한 후 시험에 공시하였다.

조사항목 및 방법

일반성분

일반성분은 AOAC[2] 방법에 따라 수분은 건조법, 조단백질 함량은 Micro kjeldahle법 및 조지방 함량은 Soxhlet추출법으로 측정하였다.

근원섬유단백질 함량

근원섬유단백질 함량은 시료 5 g에 20 ml의 0.05 M sodium phosphate(pH 7.5)를 가하고, Homogenizer(T25B, IKA Sdn. Bhd., Malaysia)로 8,000 rpm에서 1분간 균질시켜

3,000×g에서 10분간 원심분리 후 상층액은 버리고 잔사만 모아서 20 ml의 0.05 M sodium phosphate(pH 7.5)를 가한다. 이 과정을 2회 반복하고 잔사에 0.5 M NaCl을 포함하는 sodium phosphate(pH 7.5)용액 20 ml를 가하여 교반하면서 2 시간 동안 근원섬유단백질을 추출한다. 그리고 원심분리(3,000×g, 20분)하여 상층액을 회수한 후 그 부피를 측정하고 Biuret법[5]으로 단백질 농도를 측정된 후 근원섬유단백질의 함량을 mg/g시료로 표시하였다.

콜라겐 함량

콜라겐 함량은 Woessner[29]의 방법에 따라 마쇄육 5 g에 6 N HCl 50 ml를 가하여 밀봉하고 autoclave(15 Lbs, 121C)에서 12시간 가수분해한 후 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 탈색하여 3G-4 glass filter에 강압 여과한다. 여액을 6 N NaOH를 이용하여 pH 7.0으로 중화하고 증류수로 100 ml가 되게 정용한 후 1 ml를 취하고, 증류수를 이용하여 제조한 0.25% CuSO₄·5H₂O, 10% NaOH, 6% H₂O₂ 각각 1 ml씩 가하여 발색시킨다. 5분 동안 정치한 후, 80℃/5분 shaking 가열한 후 0℃로 냉각하여 1.5 N H₂SO₄ 4 ml, 5% p-dimethylaminobenzealdehyde 2 ml를 가한 후 70℃/10분 가열하여 575 nm에서 흡광도를 측정하고 검량 곡선에 따라 hydroxyproline양을 측정된 후 다음 식으로 콜라겐 함량을 계산하였다.

$$\text{Collagen (mg/g)} = (\text{total hydroxyproline양} \times 14.286 \times \text{희석배수}) / \text{시료무게}$$

수율 및 pH

수율은 원료육의 무게에 대한 최종 수분 80%로 조절된 수리미의 무게비로 하였다. pH는 근막, 지방 등을 제거한 후 세질한 시료 10 g을 증류수 90 ml과 함께 Homogenizer(T25B, IKA Sdn. Bhd., Malaysia)로 13,500 rpm에서 10초간 균질하여 pH-meter(8603, Metrohm, Swiss)로 측정하였다.

보수력 및 가열감량

보수력은 마쇄한 시료를 70℃의 항온수조에서 30분간 가열한 다음 냉각하여 1,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 무게를 측정하여(시료무게-유리수분 무게)/시료무게×100의 식으로 계산하였다. 가열감량은 시료를 2 cm 두께로 일정하게 절단하여 무게를 측정된 다음, 전기오븐 200℃에서 전면 90 초 후면 60초 가열하여 식힌 후 시료의 무게를 측정하여 가열 전 무게에 대한 백분율로 계산하였다.

전단가 및 조직감

전단가 및 조직감은 Instron 3343(US/MX50, A&D Co., USA)을 이용하여 전단가(kg/cm²)는 비가열 시료를 가로로

높혀 knife형 plunger로 측정하였으며, 조직감은 가열한 시료를 식힌 후 세로로 세워서 plunger No. 3으로 표면강도(Brittess), 경도(Hardness), 응집성(Cohesiveness), 점성(Gumminss) 및 섭취성(Chewiness)등을 측정하였다. 이 때 분석 조건은 Table speed: 200 mm/min, load cell: 10 kg, sample size: Ø20×20 mm이다.

Gel 특성

파괴강도, 변형값, 젤 및 젤리강도는 Okada[20]의 방법에 따라 실린더형의 시료(Ø3.0×2.0 cm)를 수직으로 세워 Rheometer (EZ-test, Shimadzu, Japan)에 구형 plunger No. 5(Ø5 mm)를 장착하고 60 mm/min의 속도로 올리면서 파괴강도(g), 변형값(mm), 젤강도(g/cm²) 및 젤리강도(g*mm)를 측정하였다.

색

색은 Chromameter(CR-400, Minolta Co., Japan)를 사용하여 동일한 시료를 9회 반복 측정하였으며, 백색도(W)는 L^{*}3b^{*}로 계산하였다. 이때 표준색판은 L^{*}=89.2, a^{*}=0.921, b^{*}=0.783으로 하였다.

Myoglobin 및 metmyoglobin 함량

Myoglobin 및 met-myoglobin 함량은 Chen[3]의 방법에 따라 시료 5 g에 10 ml의 0.01 M phosphate(sodium)완충액(pH 6.3)을 가하여 tissue homogenizer로 8,000 rpm에서 20 초 동안 마쇄한 후 4℃에서 1시간 Stirling한 후, 원심분리(7,000×g, 30분)한다. 잔사에 10 ml의 같은 완충액을 첨가하여 같은 방법으로 myoglobin을 추출하고 상층액을 모두 모아 25 ml로 정용하여 Whatman No. 44와 0.20 µm의 membrane filter로 차례로 여과하여 분광광도계(G1030AX, Agilent Technologies, Germany)로 525 nm, 572 nm 및 700 nm에서 각각 흡광도를 측정하여 다음 식에 따라 myoglobin의 함량 및 metmyogolbin 비율을 계산하였다.

$$Mb \text{ (mg/g)} = (A525-A700) \times 2.303 \times \text{dilution factor}$$

$$\text{metMb (\%)} = [1.395 - (A572-A700)/(A525-A700)] \times 100$$

관능검사

관능평가는 잘 훈련된 10명의 요원에 의해 수리미를 대상으로 9점 척도법으로 실시하였으며, 1점은 매우 나쁘거나 낮음(extremely bad or slight), 9점은 매우 좋거나 강함(extremely good or much)으로 표시하게 하여 관능평가를 실시하였다.

통계분석

이상의 실험에서 얻어진 결과는 SAS[25]의 GLM(General linear model) 방법으로 분석하였으며, 처리 평균 간의 비교를 위해 Duncan의 Multiple range test가 이용되었고 상관관계 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

일반성분, 근원섬유단백질, 콜라겐 함량 및 수율

원료육 종류에 따라 pH 조절법으로 제조한 수리미의 일반성분, 근원섬유단백질, 콜라겐 함량 및 수율은 table 1과 같다. 수분함량은 닭가슴살을 원료로 pH 11.0 조절한 것이 다른 처리구에 비해 높게 나타났으나(P<0.05), pH 조절법의 차이보다는 원료육에 따라 차이를 보였다. 조단백질 함량은 수리미 제조를 위한 원료육의 차이보다는 pH 조절법의 차이 즉, pH 3.0으로 조절한 것이 pH 11.0으로 조절한 것에 비해 높은 단백질 함량을 보였다(P<0.05). 조지방 함량은 모든 처리구에서 원료육 및 pH 조절법에 따른 차이가 없었다. 또한 콜라겐 함량은 모든 처리구에서 차이를 보이지 않은 반면, 근원섬유단백질 함량은 pH 11.0으로 조절한 닭가슴살 수리미가 다른 처리구에 비해 높게 나타났으며(P<0.05), 원료육 및 pH 조절법 간에 유의수준 범위를 만족하는 것으로 나타

Table 1. Proximate compositions, myofibrillar protein, collagen and yield of pork leg and chicken breast surimi manufactured by pH adjustment

Treatments		Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Myofibrillar protein (mg/g)	Collagen (mg/g)	Yield (%)
Pork leg	pH 3.0	79.79±1.06 ^B	20.47±0.11 ^A	1.18±0.01	5.02±0.02 ^B	1.27±0.12	47.05±3.82 ^A
	pH 11.0	78.25±0.24 ^B	19.01±0.43 ^B	1.18±0.01	5.01±0.01 ^B	1.31±0.10	40.07±4.15 ^{AB}
Chicken breast	pH 3.0	79.83±0.25 ^B	20.11±0.33 ^A	1.19±0.02	5.01±0.02 ^B	1.15±0.10	43.08±4.16 ^A
	pH 11.0	82.25±1.99 ^A	18.64±0.29 ^B	1.17±0.01	5.08±0.02 ^A	1.24±0.12	33.33±5.12 ^B
<i>Probability (P)</i>							
Between meat		0.02	0.08	0.64	0.04	0.16	0.07
Between pH adjustment		0.52	0.00	0.18	0.03	0.35	0.01
Meat*pH adjustment		0.02	0.98	0.36	0.00	0.72	0.60

Variation of the mean represents standard error.

^{A-B} Means with different superscripts in the same column significantly differ at P<0.05.

났다. 수율의 경우 pH 11.0으로 조절한 닭가슴살 수리미에서 가장 낮은 값을, pH 3.0으로 조절한 돈육 뒷다리 및 닭가슴살에서 높은 수율을 보였다($P<0.05$). Lue 등[16]은 단백질 함량은 alaska pollack 및 일반적으로 제조되는 crab 수리미의 겔 특성에 가장 큰 영향을 미치며, 콜라겐 및 결합조직 단백질 함량 역시 겔 및 조직감에 중요하게 작용한다. 일반적으로 수리미는 조단백질 및 근원섭유단백질 함량이 높고 수율이 많으면서 수분 및 조지방 함량이 적은 것이 가장 좋은 결과이다[7]. 또한 돈육 및 계육의 지방 함량은 약 2.4% 이하인데 수리미 제조를 위해 수세하였을 경우, 지방함량은 약 1% 수준을 나타낸다고 보고하였다[8,18]. 본 연구 결과 돈육 뒷다리 및 닭가슴살을 pH 조절법으로 수리미를 제조 시에 지방 함량을 낮출 수 있을 뿐만 아니라, pH 3.0 조절법으로 제조된 수리미에서 높은 단백질 함량 및 수율 값을 보였다.

물리적 특성

원료육 종류에 따라 pH 조절법으로 제조한 수리미의 물리적 특성 평가는 table 2와 같다. pH 측정 결과, pH 3.0으로 조절한 닭가슴살 수리미가 가장 높은 값을, pH 3.0으로 조절한 돈육 뒷다리를 활용한 수리미가 가장 낮은 값을 나타내었다($P<0.05$). 또한 원료육 및 pH 조절법간의 상호관계에서 유의수준($P<0.05$) 범위를 만족한다. 보수력은 pH 3.0으로 조절한 돈육 뒷다리를 활용한 수리미가 가장 높게 나타났으며, pH 11.0으로 조절한 닭가슴살 수리미에서 가장 낮은 값을 나타내었다. 또한 pH 3.0으로 조절한 돈육 뒷다리를 활용한 수리미에서 가장 낮은 가열감량을 나타내었다($P<0.05$). 보수력 및 가열감량은 pH 조절법에 따른, 원료육과 pH 조절법간의 상호관계에서 유의수준($P<0.05$) 범위를 만족한다. 따라서 pH 11.0의 높은 조절법보다는 pH 3.0의 낮은 조절법에서 높은 보수력과 낮은 가열감량을 나타내었다. 그러나 앞의 보수력 결과와 달리 진단가는 모든 처리구간 차이가 나타나지 않았다. 또한 수리미의 겔 특성을 나타내는 파괴강도, 변형값 및 겔강도 측정 결과, 돈육 뒷다리를 활용한 수리미보다는

닭가슴살에서 높은 값을 나타내어 원료육에 따른 유의수준 범위를 만족한다($P<0.05$). 돈육 뒷다리는 pH 3.0조절법에 의해 회수한 수리미보다는 pH 11.0에서 높은 변형값 및 겔강도 값을 나타내었으나, 닭가슴살은 pH 3.0조절법에 의해 회수한 수리미보다는 pH 11.0에서 낮은 파괴강도 및 겔강도를 나타내었다. Park[21]은 수분함량의 감소는 파괴강도와 변형값을 증가시킨다는 보고와 유사한 경향을 나타내었다. 이는 수분함량보다는 조단백질 함량이 겔 특성에 더 많은 영향을 미칠 수 있다[7]. 또한 Jung 등[10]은 닭가슴살의 파괴강도와 변형값은 산성 용액보다 알칼리 용액으로 회수한 단백질이 높게 나타남을 보고하였으나 본 결과와는 약간의 차이를 나타내었다. Joo 등[9]은 육에서의 물리적 특성은 사후 pH 값에 의해 많이 좌우되는 것으로 닭가슴살을 활용한 pH 3.0조절법에 의해 회수한 수리미의 높은 pH 값은 겔 특성인 파괴강도, 변형값 및 겔강도 값을 높게 나타낸 것으로 판단된다. 또한 Park 등[24]은 수리미로서의 기능을 발휘하기 위해서는 파괴강도 100 g 및 변형값 4.6 mm 이상이어야 한다고 제안하였는데 본 연구 결과 모든 처리구들이 이러한 조건을 충족시켰다.

색, myoglobin (Mb) 및 metmyoglobin (metMb) 함량

원료육 종류에 따라 pH 조절법으로 제조한 수리미의 색, myoglobin 및 metmyoglobin 함량 결과는 table 3과 같다. 명도(L*)는 돈육 뒷다리를 활용해 제조된 수리미보다 닭가슴살에서 높은 값을 나타내었다($P<0.05$). 적색도(a*)는 돈육 뒷다리를 활용해 제조된 수리미에서 닭가슴살보다 높게 나타났($P<0.05$). 또한 황색도(b*)는 돈육 뒷다리 및 닭가슴살을 산성용액(pH 3.0)으로 회수한 것에서 높게 나타났($P<0.05$). 백색도(W)는 원료육뿐만 아니라 pH 조절법에 따른 영향으로 돈육 뒷다리보다는 닭가슴살이, pH 3.0보다는 pH 11.0의 알칼리 용액으로 회수한 수리미에서 높게 나타났($P<0.05$). Mb 함량은 돈육 뒷다리를 pH 3.0으로 회수한 수리미에서 높게 나타나며, metMb은 돈육 뒷다리를 pH 11.0으로 회수한

Table 2. Physical characteristics of pork leg and chicken breast surimi manufactured by pH adjustment

Treatments	pH	WHC (%)	Cooking loss (%)	Shear force (kg/cm ²)	Breaking force (g)	Determation (mm)	Gel strength (g)	
Pork leg	pH 3.0	7.27±0.04 ^B	86.73±0.62 ^A	36.86±0.34 ^C	2.05±0.04	259.33±1.53 ^B	6.28±0.23 ^C	1628.31±58.10 ^D
	pH 11.0	7.49±0.21 ^{AB}	79.17±0.34 ^B	39.23±0.28 ^A	2.57±0.52	262.67±2.08 ^B	6.53±0.02 ^B	1715.49±16.19 ^C
Chicken breast	pH 3.0	7.66±0.21 ^A	79.10±0.15 ^B	38.36±0.42 ^B	2.55±0.13	274.00±1.00 ^A	6.81±0.00 ^A	1865.39±6.68 ^A
	pH 11.0	7.48±0.06 ^{AB}	76.12±0.23 ^C	38.22±0.30 ^B	2.39±0.11	263.67±4.51 ^B	6.79±0.02 ^A	1790.08±27.36 ^B
<i>Probability (P)</i>								
Between meat	0.06	0.00	0.25	0.34	0.00	0.00	0.00	
Between pH adjustment	0.85	0.00	0.00	0.29	0.05	0.12	0.77	
Meat*pH adjustment	0.05	0.00	0.00	0.07	0.00	0.07	0.00	

Variation of the mean represents standard error.

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

Table 3. Color, myoglobin and metmyoglobin content of pork leg and chicken breast surimi manufactured by pH adjustment

Treatments		Lightness (L)	Redness (a [*])	Yellowness (b [*])	Whiteness (W)	Mb (mg/g)	Met (%)
Pork leg	pH 3.0	71.95±0.46 ^B	6.50±0.43 ^A	12.31±0.40 ^A	35.02±1.07 ^C	7.52±0.62 ^A	17.90±0.82 ^A
	pH 11.0	72.63±0.45 ^B	4.13±1.51 ^B	10.16±0.21 ^B	42.16±0.39 ^B	6.82±0.10 ^B	12.75±1.79 ^B
Chicken breast	pH 3.0	79.26±0.55 ^A	0.49±0.11 ^{CD}	12.03±0.27 ^A	43.17±0.49 ^B	6.62±0.26 ^B	15.82±1.96 ^A
	pH 11.0	79.31±2.44 ^A	1.97±1.01 ^C	10.40±0.68 ^B	48.12±4.03 ^A	5.87±0.28 ^B	15.65±1.02 ^A
<i>Probability (P)</i>							
Between meat		0.00	0.00	0.64	0.00	0.00	0.65
Between pH adjustment		0.64	0.43	0.18	0.00	0.01	0.01
Meat*pH adjustment		0.68	0.01	0.36	0.39	0.92	0.02

Variation of the mean represents standard error.

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

수리미에서 높게 나타났다($P < 0.05$). 수리미는 명도 및 백색도가 높을수록 선호도가 높다[19]. 또한 수리미로서의 기능을 발휘하기 위해서는 백색도가 25.5 이상이어야 한다고 제안하였다[24]. 따라서 돈육 뒷다리를 활용한 수리미에 비해 닭가슴살 수리미가 명도 및 백색도 값이 높아 수리미 제조를 통한 제품의 중간 원료로서 사용 가능할 것으로 판단된다. 또한 산과 알칼리 처리한 회수 단백질의 백색도는 적색육 어류가 백색육 어류에 비해 낮은데, 이는 혈색소인 hemoglobin 과 육색소인 myoglobin에 기인한다[23]. 이와 같이 닭가슴살을 이용한 수리미의 색이 돈육 뒷다리 부위를 이용하여 제조된 수리미보다 색이 밝게 나타난 원인은 닭가슴살에 비해 돈육 뒷다리부위가 적색육에 가깝기 때문이라 판단된다.

조직감

원료육 종류에 따라 pH 조절법으로 제조한 수리미의 조직감 측정 결과는 table 4와 같다. 다른 세 처리구들에 비해 돈육 뒷다리를 활용한 pH 11.0 조절법으로 회수한 수리미가 표면강도, 경도, 응집성, 감성 및 씹힘성 모두 높게 나타났다($P < 0.05$). 원료육 및 pH 조절법의 차이에 따라 95%의 유의수준 범위를 만족하며, 돈육 뒷다리부위가 닭가슴살을 활용한

수리미보다, pH 11.0이 pH 3.0보다 높은 조직특성을 보였다. 그러나 탄력성은 처리구간 차이를 보이지 않았다. Jin 등[7]은 pH 조절법으로 제조한 수리미가 수세법보다 조직감을 개선시키며, Ha와 Woo[6]는 돼지 심장을 이용하여 수리미 제조시 pH 6.0 용액으로 제조한 수리미가 6.4, 6.8, 7.2 및 7.6 용액으로 제조한 수리미보다 경도, 탄력성 및 응집성이 높다는 보고와 다소 차이를 보였다. 따라서 이러한 조직감에 영향을 미치는 pH 수준은 원료육의 종류와 제조 조건에 따라 차이를 보이는 것으로 판단된다.

관능평가

원료육 종류에 따라 pH 조절법으로 제조한 수리미의 관능평가 결과는 table 5와 같다. 모든 수리미 샘플의 관능평가 항목에서 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 Jin 등[8]이 보고한 돈육 뒷다리 및 닭가슴살을 수세법으로 제조시 수세 횟수 차이가 관능특성에 영향을 미치지 않는다는 보고와 일치하였다. 따라서 돈육 뒷다리 및 닭가슴살의 산성 및 알칼리 용액으로 회수한 단백질을 이용하여 수리미 제조가 가능하며, 원료육 및 pH 조절법에 따라 관능특성의 차이가 나타나지 않음을 알 수 있다.

Table 4. Textural properties of pork leg and chicken breast surimi manufactured by pH adjustment

Treatments		Brittleness (kg)	Hardness (kg)	Cohesiveness (%)	Springiness (mm)	Gumminess (kg)	Chewiness (kg*mm)
Pork leg	pH 3.0	0.39±0.01 ^{AB}	0.39±0.01 ^{AB}	45.93±2.20 ^{AB}	12.05±0.19	18.94±1.03 ^{AB}	228.03±9.93 ^{AB}
	pH 11.0	0.49±0.04 ^A	0.49±0.04 ^A	48.35±1.30 ^A	11.78±1.13	22.60±3.12 ^A	243.38±38.37 ^A
Chicken breast	pH 3.0	0.30±0.02 ^B	0.30±0.02 ^B	40.28±3.64 ^B	11.88±0.82	11.95±1.55 ^C	142.81±28.63 ^C
	pH 11.0	0.38±0.10 ^{AB}	0.38±0.10 ^{AB}	50.73±5.42 ^A	11.14±0.71	16.58±1.89 ^B	185.82±19.82 ^{BC}
<i>Probability (P)</i>							
Between meat		0.01	0.01	0.44	0.41	0.00	0.00
Between pH adjustment		0.02	0.02	0.01	0.30	0.01	0.09
Meat*pH adjustment		0.84	0.84	0.08	0.62	0.69	0.39

Variation of the mean represents standard error.

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

Table 5. Sensory scores¹⁾ of pork leg and chicken breast surimi manufactured by pH adjustment

Treatments		Aroma	Flavor	Color	Juiciness	Tenderness	Overall acceptability
Pork leg	pH 3.0	5.22±0.67	5.78±0.97	5.67±0.87	5.56±0.88	5.44±1.13	5.89±0.78
	pH 11.0	5.33±0.71	6.11±0.60	5.89±0.78	5.67±0.87	5.67±1.12	5.89±0.78
Chicken breast	pH 3.0	5.00±0.71	5.78±0.67	5.56±0.73	5.56±0.73	5.56±0.73	5.78±0.67
	pH 11.0	5.11±0.60	6.00±0.71	5.78±0.83	5.78±0.83	5.78±0.83	6.00±0.71
<i>Probability (P)</i>							
Between meat		0.33	0.83	0.68	0.73	0.73	1.00
Between pH adjustment		0.62	0.27	0.41	0.50	0.50	0.65
Meat*pH adjustment		1.00	0.83	1.00	1.00	1.00	0.65

¹⁾ Sensory scores were addressed on 9 point scale base on 1=extremely bad or slight, 9=extremely good or much. Variation of the mean represents standard error.

요 약

원료육(돈육 뒷다리 및 닭가슴살)에 따라 pH 조절법(3.0 또는 11.0)으로 제조한 수리미의 이화학적 및 관능적 특성을 비교 분석한 결과, 돈육 뒷다리를 활용한 pH 3.0으로 조절한 수리미는 높은 조단백질 함량, 수율, 보수력을 보였으나, 적색도, 황색도, Mb 및 metMb 함량이 높고(P<0.05) 백색도, 근원섬유단백질, 파괴강도, 변형값 및 겔강도가 낮아(P<0.05) 품질에 나쁜 영향을 미쳤다. 돈육 뒷다리를 활용한 pH 11.0으로 조절한 수리미는 높은 조직 특성과 낮은 Mb 및 metMb 함량으로 인해 양호한 결과를 얻었으나, 가열감량이 낮고 파괴강도, 변형값 및 겔강도가 낮게 나타났다(P<0.05). 또한 닭가슴살을 활용한 pH 3.0으로 조절한 수리미는 높은 조단백질 함량, 수율, pH, 파괴강도, 변형값, 겔강도 및 명도를 보여 양호한 결과를 얻었으나(P<0.05), 근원섬유단백질, 적색도 및 metMb 함량이 높고 수리미의 조직 특성이 낮아 품질에 나쁜 영향을 미쳤다(P<0.05). 닭가슴살을 활용한 pH 11.0으로 조절한 수리미는 근원섬유단백질, 변형 값, 명도, 백색도 및 응집성이 높고 Mb 함량, 가열감량, 조단백질 함량, 수율 및 파괴강도 값이 낮게 나타났다(P<0.05). 따라서 색 및 겔 특성을 기준으로 수리미의 품질 특성을 비교하면, 돈육 뒷다리에 비해 닭가슴살의 활용이 명도, 백색도, 파괴강도, 변형값 및 겔강도 값이 높게 나타났으며, pH 3.0에 비해 pH 11.0으로 회수한 수리미에서 높은 백색도, 근원섬유단백질 함량 및 응집성을 보였다. 그러나 모든 수리미 샘플의 관능평가 항목에서 유의적인 차이가 나타나지 않아, 돈육 뒷다리 및 닭가슴살을 활용한 pH 조절법으로 회수한 수리미의 제조가 가능할 것으로 판단된다.

감사의 글

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

참 고 문 헌

1. Antonomanolaki, R. E., K. P. Varelziz, S. A. Georgakis and E. Kaldrymidou. 1999. Thermal gelation properties of surimi-like material made from sheep meat. *Meat Sci.* **35**, 429-435.
2. AOAC. 1990. Official method of analysis, 15th edition. Association of Official Analytical Chemist., Washington, DC.
3. Chen, H. H. 2002. Decoloration and gel-forming ability of horse mackerel mince by air-flotation washing. *J. Food Sci.* **67**, 2970-2975.
4. Choi, Y. J. and Y. J. Choi. 1999. Optimization of ingredients formulation in low grades surimi for improvement of gel strength. *J. Kor. Fish Sco.* **32**, 556-562.
5. Clark, J. M., Jr., and R. L. Switzer. 1977. *Experimental biochemistry*. Sanfrancisco: W. H. Freeman & Company.
6. Ha, J. U. and D. K. Woo. 1997. Water holding capacity, cooking loss and gel characteristics of pork heart surimi prepared by washing under antioxidative condition. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **17**, 226-231.
7. Jin, S. K., I. S. Kim, D. H. Kim, K. J. Jeong and Y. J. Choi. 2006. Comparision of yield, physico-chemical and sensory characteristics for chicken surimi manufactured by alkaline adjustment with different raw materials. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **26**, 431-440.
8. Jin, S. K., I. S. Kim, S. J. Kim, K. J. Jeong, Y. J. Choi and S. J. Hur. 2007. Effect of muscle type and washing times on physico-chemical characteristics and quality of surimi. *J. Food engineer.* **81**, 618-623.
9. Joo, S. T., R. G. Kauffman, B. C. Kim and G. B. Park. 1999. The relationship of sarcoplasmic and myofibrillar protein solubility to colour and water-holding capacity in porcine longissimus muscle. *Meat Sci.* **52**, 291-297.
10. Jung, C. H., J. S. Kim, S. K. Jin, I. S. Kim, K. J. Jung and Y. J. Choi. 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.

11. Knight, M. K. 1992. Red meat and poultry surimi. The Chemistry of Muscle Based Food, pp. 222, In Johnston, D. E., M. K. Knight and D. A. Ledward (eds.), *The Royal Society of Chemistry*, U. K.
12. Kristinsson, H. G. and H. O. Hultin. 2003. Role of pH and ionic strength on water relationships in washed minced chicken breast muscle gels. *J. Food Sci.* **68**, 917-922.
13. Lee, C. M. 1984. Surimi process technology. *Food Technol.* **38**, 69-80.
14. Lee, S. K. and J. H. Han. 1999. Effects of washing temperature and pH on the quality of surimi from mechanically deboned chicken meat. *Kor. J. Food Sci.* **19**, 268-277.
15. Lee, S. K., J. H. Han, C. G. Kang, M. Lee and B. C. Kim. 1999. Washing solution and cycle affected quality properties of surimi from mechanically deboned chicken meat. *Kor. J. Anim. Sci.* **41**, 687-696.
16. Luo, Y., R. Kuwahara, M. Kaneniwa, Y. Murata and M. Yokoyama. 2004. Effect of soy protein isolate on gel properties of Alaska Pollack and common carp surimi at different setting conditions. *J. Sci. Food Agri.* **84**, 663-671.
17. NFI. 1991. A manual of standard methods for measuring and specifying the properties of surimi. Lanier, T. C., Hart, K., Martin, R. E. (Eds.). University of North Carolina Sea Grant College Program, Raleigh, NC, USA.
18. Nowsad, A. A. K. M., S. Kanohand and E. Niwa 2000. Thermal gelation characteristics of breast and thigh muscles of spent hen and broiler and their surimi. *Meat Sci.* **54**, 169-175.
19. Oehiai, Y., L. Ochiai, K. Hashimoto and S. Watabe. 2001. Quantitative estimation of dark muscle content in the mackerel meat paste and its productions using antisera against myosin light chains. *J. Food Sci.* **66**, 1301-1305.
20. Okada, M. 1964. Effect of washing on the jelly forming ability of fish meat. *Nippon Suisan Gakkaishi.* **30**, 255- 261.
21. Park, W. J. 1994. Functional protein additives in surimi gel. *J. Food Sci.* **59**, 525-527.
22. Park, J. W. and M. T. Morrissey. 2000. Manufacturing of surimi from light muscle fish. pp. 23-58, In Park, J. W. (ed.), *Surimi and surimi seafood*, Marcel Dekker, New York.
23. Park, J. D., C. H. Jung, J. S. Kim, D. M. Cho, M. S. Cho and Y. J. Choi. 2003a. Surimi processing using acid alkali solubilization of fish muscle protein. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **32**, 400-405.
24. Park, J. D., J. S. Kim, Y. J. Cho, J. D. Choi and Y. J. Choi. 2003b. Optimum formulation of starch and non-muscle protein for alkali surimi gel from frozen white croaker. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **32**, 1026-1031.
25. SAS. 1999. SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
26. Smyth, A. B. and E. O'neill. 1997. Heat induced gelation properties of surimi from mechanically separated chicken. *J. Food Sci.* **62**, 350-355.
27. Undeland, I., S. D. Kelleher and H. O. Hultin. 2002. Recovery of functional proteins from herring (*Clupea harengus*) light muscle by an acid or alkaline solubilization process. *J. Agric. Food Chem.* **50**, 7371-7379.
28. Venugopal, V., A. Kakatkar, D. R. Bongirwar, M. Karthikeyan, S. Mathew and B. A. Shamasunder 2002. Gelation of shark meat under mild scidic conditions: Physicochemical and rheological characterization of the gel. *J. Food Sci.* **67**, 2681-2686.
29. 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.