

## 돈육의 사후강직 정도가 수리미 제조시 겔 특성에 미치는 영향

강근호\* · 양한술 · 정진연 · 문상훈 · 윤창원 · 주선태 · 박구부  
경상대학교 동물자원과학부 식육과학연구실 · 동물생명산업지역협력연구센터

### 서 론

수리미는 어육을 분쇄하고 세척하여 동결보존제와 혼합하여 동결저장 한 것이라고 일본에서 최초로 정의하였다. 실질적으로 축육에서 수리미유사물을 제조한다는 것은 근육단백질내 근원섬유단백질만을 추출하여 이용하는 것이다. 따라서 근육 내 포함되어 있는 근원섬유단백질의 기능을 잘 유지하여야 품질이 뛰어난 겔을 생산할 수 있다. 이러한 근육단백질의 기능성은 단백질들을 잘 보전하는 것과 관계가 있으며, 변성과 분해는 주로 단백질의 기능성이 감소했기 때문에 발생한다. 근원섬유단백질의 변성과 분해는 냉동저장 된 식육의 기능성의 품질 변화에 대단히 중요하다.

가축의 근육으로부터 수리미유사물을 제조했을 때 어육수리미의 특성과 비슷한 특성을 나타낼 것으로 예상되지만 실제 우육이나 돈육으로 수리미를 제조한 자료는 많이 없는 실정이다<sup>(1)</sup>. 사후강직 전 우육은 가공육제품 제조시에 사용했을 때 짧은 기간동안 냉장보관시에 뛰어난 기능성을 가지고 있어 일반적으로 추천되어왔다. 사후강직 전 우육에 염장하는 것은 결합력이 높은 품질(물과 지방의 안정성, 조직감 개선)을 지속적으로 유지시키는데, 이는 액틱과 마이오신이 단단해지는 결합에 앞서 단백질의 용해성이 증대되기 때문이다. Park 등<sup>(2)</sup>은 사후강직전 우육에 염장을 하여 냉동저장하는 동안 동결보존제로서의 기능적인 안정성에 대해 보고를 하였다. 또한 Park 등<sup>(3)</sup>은 사후강직 전 우육과 강직 후 우육의 기능성을 알아보기 위해 텍스트로스 중합체와 인산염처리를 했을 때 동결보존제로서의 안정성에 대해 연구를 하였다. 앞에서 살펴본 것처럼 사후강직 조건에 따른 근육을 이용하여 제조된 수리미유사물을 동결시 보존제 처리에 따른 안정성에 관한 연구만 일부 진행 되었을 뿐이다. 따라서 본 연구의 목적은 돈육으로부터 수리미유사물 제조시에 사후강직 조건이 겔 형성력에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다.

### 재료 및 방법

사후강직 조건에 따른 돈육을 획득하고자 경상대학교 식육과학연구실에 있는 간이육가공공장에서 돼지를 도축하였다. 도축 된 돈육 중에서 뒷다리 근육(SM; *semimembranosus* muscle)만 온도체 발골을 통해 획득하여 실험에 이용하였다. 외부의 과도한 결체조직은 제거한 후 3부분으로 나누었다. 수리미 유사물 제조를 위해 한 부분은 사후강직 전 샘플로 사용되었고, 나머지 두 부분은 일반상업용 비닐팩에 담아 2-4℃의 항온실에 보관하였다(사후 24, 72 h). 모든 샘플들은 수리미유사물 제조를 위해 약 2

cm로 잘라 직경이 4.7 cm인 플레이트에서 분쇄(Kitchen Aid Inc., St. Joseph, MI)한 후 수리미유사물을 제조하였다.

수리미유사물 제조 절차는 Park 등<sup>(1)</sup>의 방법을 변형하여 실시하였다. 사후 강직조건에 따라 제조된 수리미유사물은 -60℃의 냉동고에 보관하였다. 냉동보관기간은 72 시간째 근육을 이용하여 수리미유사물을 제조한 날로부터 7일이 지난 후에 모든 샘플들은 동일한 시기에 가열하여 겔 특성을 조사하였다. 수리미유사물 제조는 위와 같은 방법으로 5회 더 반복하였다. 가열된 수리미유사물의 수분함량은 AOAC 방법에 따라 측정하였고, 조지방은 Folch 등의 방법에 따라 측정하였다. 수리미유사물의 수율 %은 수리미유사물 제조 전 근육의 무게와 제조 후의 무게합량에 따른 백분율로 나타내었다. 유리수분 함량은 비가열수리미를 70℃에서 30분간 가열 후 3,000 rpm/4℃에서 10분간 원심분리 후 무게차이에 의해 나타내었다. 보수력(WHC; water-holding capacity)은 유리수분함량과 전수분 함량과의 차이에 의해 백분율로 나타내었다. 수분결합력(WBC; water-binding capacity)은 전수분 함량과 가열 후 수분함량과의 차이에 의해 백분율로 나타내었다. 염용성과 수용성 단백질 용해성은 Acton의 방법에 따라 측정하였다. 가열된 수리미유사물의 겔 강도와 경도는 물성측정기를 이용하여 측정하였다(CR-100D, Sun scientific, Japan).

## 결과 및 고찰

제조된 모든 돈육수리미는 모두 하얗고 밝았으며 광택이 없었지만 동결보존제 (소금, 인산염 및 소르비톨)와 함께 혼합되었을 때에는 투명해지고 끈적끈적했는데, 이는 Park 등<sup>(1)</sup>의 보고와 일치한 것이다. 강직전 근육과 강직완료 근육으로 제조한 수리미유사물은 강직 후 근육(숙성육)으로 제조한 수리미유사물에 비해 가열 후 더욱 더 밝게 나타났다. 강직 전 근육은 도축 후 1시간 30분 이내에 획득하였고, 강직완료 근육과 숙성 근육은 각각 사후 24, 72시간째 근육을 이용하였다. 강직 전 근육을 이용하여 수리미유사물을 제조하였을 때에는 첫 번째 세척작업 때 많은 색소물질이 제거되어 다른 근육에 비해 더욱 밝게 나타났다. 겔 강도와 경도는 강직 상태의 근육에서 수리미를 제조했을 때 유의적으로 ( $p<0.05$ ) 낮게 나타났다. 겔 색깔을 측정한 결과, 강직 후 근육에서 수리미유사물을 제조한 것이 유의적으로 ( $p<0.05$ ) 어둡게 나타난 반면, 강직 전 근육은 가장 밝은 것으로 나타났으며( $p<0.05$ ), 적색도는 모든 근육에서 부의 값으로 나타났다. 전기영동상 근장단백질의 분획에 있어서 각 근육간에 마이오글로빈과 헤모글로빈의 강도는 차이가 없는 것으로 나타나 겔 색깔에 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다. 그러나 근장내 포함되어 있는 효소중에서 phospholase는 근육상태에 따라 현저한 차이를 나타내었다. 사후강직 전 근육은 색소물질이 쉽게 제거된 탓에 근원섬유단백질의 기능성에 덜 영향을 미친 것으로 사료된다.

Park 등<sup>(1)</sup>은 미토콘리아와 같은 구조내에는 cyochromes를 함유하고 있어 세척작업에 의해서는 손상되지 않은 근육으로부터는 제거되지 않는다고 보고하였다. Kenny 등<sup>(5)</sup>은 이러한 현상에 대해 수용성 단백질의 제거는 나트륨과 마그네슘이온의 혼합에 의해 감소시킬 수 있는데, 특히 심장근을 세척할 때 골격근을 세척하는 것 보다 더 많은 효과가 있다고 보고하였다. 그럼에도 불구하고 지질산화는 증가하고, 근육식품을 저장할 때 지질산화가 발생하는 것은 잘 알려진 현상이다. 따라서 강직 후 돈육을

이용한 수리미유사물 제조시 육색이 어둡게 나오는 이유는 2가지로 설명될 수 있을 것이다. 첫 번째는 앞선 연구자들의 보고처럼 근육을 저장하는 동안에 발생하는 지질과 단백질 산화, 두 번째는 수리미유사물을 가열할 때 근섬유 간격이 더욱 더 좁아져 빛을 반사하려는 성질 보다 흡수하려는 성질이 강해진 것으로 설명할 수 있다. 본 연구에서 사후강직 전 근육을 이용하면 수리미유사물 수율이 유의적으로( $p<0.05$ ) 낮게 나타났는데, 이는 강직 전 근육은 단백질의 기능성은 우수하지만, 근육의 온도가 높은 이유에 기인하여 불안정한 근육단백질 구조 때문에 수율이 낮게 나타난 것으로 사료된다. 겔 강도와 경도는 강직 후 근육을 이용하여 수리미유사물을 제조한 것이 유의적으로( $p<0.05$ ) 높게 나타났는데, 이는 강직 전 근육에 비해 수분결합력이 낮은 것에 기인한 것으로 사료된다.

결과를 종합해 볼 때, 돈육을 이용한 수리미유사물 제조시 사후강직 전 근육을 이용하는 것이 바람직할 것으로 사료되었는데, 사후강직 전 근육은 염용성단백질 추출성과 수분결합력이 다른 상태의 근육에 비해 높게 나타났기 때문이다. 그러나 사후강직 전 근육을 획득하여 수리미유사물을 대량으로 생산하기에는 현실적으로 많은 어려움이 있고, 사후강직 후 근육을 이용하면 사후강직 전 근육에서와 같은 밝은 겔 색깔의 수리미를 얻을 수 없기 때문에 이에 대한 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Table 1. Yield %, SSP and WSP concentrations and crude fat % of made surimi-like material by rigor conditions of pork.

Muscle conditions	SLM yield %	SSP (mg/g)	WSP (mg/g)	Crude fat %
Pre-rigor	82.33±7.42 <sup>B</sup>	148.86±3.35 <sup>A</sup>	88.06±0.49 <sup>A</sup>	0.3 >
Rigor mortis	107.50±2.17 <sup>A</sup>	92.43±3.14 <sup>B</sup>	75.49±0.73 <sup>C</sup>	0.3 >
Post rigor	100.77±2.75 <sup>A</sup>	100.65±2.06 <sup>B</sup>	79.64±0.44 <sup>B</sup>	0.3 >
SEM	3.79	4.51	1.07	0.02

Mean±S.E. A-C Different letters are within a column indicates significant differences between mean values ( $p<0.05$ ).

Table 2. Moisture, free water, WHC and WBC % of made surimi-like material by rigor conditions of pork.

Muscle conditions	SLM moisture %		Free water %	WHC %	WBC %
	Uncooked	Cooked			
Pre-rigor	89.10±0.06 <sup>A</sup>	80.30±0.70 <sup>A</sup>	68.47±0.62 <sup>A</sup>	23.16±0.69 <sup>B</sup>	90.12±1.24
Rigor mortis	88.34±0.93 <sup>A</sup>	81.33±0.27 <sup>A</sup>	69.97±1.75 <sup>A</sup>	20.91±1.16 <sup>B</sup>	91.53±1.05
Post rigor	86.68±0.31 <sup>B</sup>	77.18±0.25 <sup>B</sup>	63.92±0.60 <sup>B</sup>	26.27±0.47 <sup>A</sup>	88.51±0.70
SEM	0.36	0.43	0.78	0.60	0.63

Mean±S.E. <sup>A-C</sup> Different letters are within a column indicates significant differences between mean values ( $p<0.05$ ).

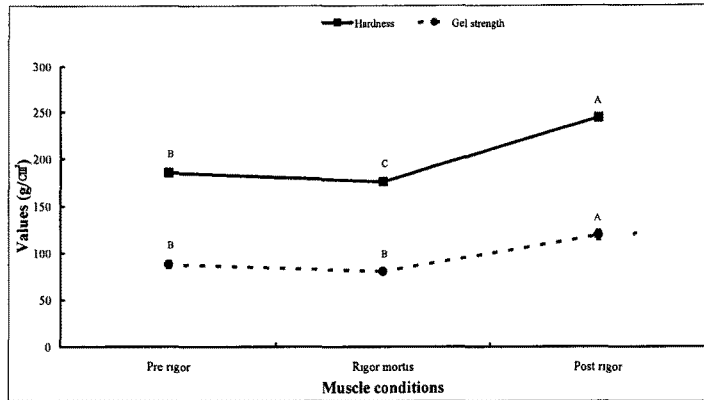


Fig. 1. Gel strength and hardness of surimi-like material of pork muscles.

Mean±S.E. <sup>A-C</sup> Different letters are within a column indicates significant differences between mean values ( $p < 0.05$ ).

### 요 약

젤 강도와 경도는 사후강직 후 근육이 강직 전 근육에 비해 단단한 것으로 나타났지만, 수분결합력과 관능적인 탄력성을 고려해볼 때 사후강직 전 근육이 더 훌륭한 젤 형성력을 보였다. 따라서 돈육을 이용한 수리미유사물 제조시 사후강직 전 근육을 이용하는 것이 바람직할 것으로 사료되었는데, 사후강직 전 근육은 염용성단백질 추출성과 수분결합력이 다른 상태의 근육에 비해 높게 나타났기 때문이다.

### 참고문헌

1. Park, S. et al. (1996) *J. Food Sci.*, **61**, 422-427.
2. Park, J. W. et al. (1987) *J. Food Sci.*, **52**, 537-542.
3. Park, J. W. et al. (1993) *J. Food Sci.*, **58**(3), 467-472.
4. Lan, Y. H. et al. (1995) *J. Food Sci.*, **60**, 936-940.
5. Kenney, P. B. (1992) *J. Food Sci.*, **57**(3), 545-550.