KOREAN J. FOOD & NUTRITION
Vol. 7, No. 4, 297~306(1994)

열처리에 의한 돈 내장근의 중량손실 및 미량 중금속 잔류에 미치는 영향

양 철 영
서울보건전문대학 식품가공과

Effect of Heating Treatment on the Cooking Loss and Heavy Metal Residues of Porcine Variety Viscera

Cheul-Young Yang
Dept. of Food Technology, Seoul Health Junior College, Sungnam 461-250, Korea

Abstract

This experiment was carried out to investigate the heating loss and the heavy metal residues such as copper, zinc, manganese, cadmium and lead in porcine visceras by inductively coupled argon plasma spectrometer(ICP), and to probe changes when porcine visceras were boiling in water treatment(BWT), heating in autoclave treatment(HAT) and heating in oil treatment(HOT). The range of heating loss on porcine viscera were BWT(23.11~34.53%), HAT(18.48~28.00%) and HOT(14.20~25.22%)and the heart tissue were higher and liver were lower than those of the other tissues. The total value of heavy metal residues in large intestine, small intestine, heart, kidney, liver and stomach tissue were 11.298±5.302 ppm, 27.825±8.177 ppm, 16.756±6.334 ppm, 21.107±6.057 ppm, 25.369±10.164 ppm and 12.611±5.513 ppm, respectively. Heavy metal residues in porcine visceras tended to decrease according to heating methods and the variety viscera, and the chang of total heavy metal residues on BWT, HAT and HOT were 4.16~32.57%, 12.01~28.09% and 9.60~25.76%, respectively. The decrease of lead element of mean value were 21.76% and copper, zinc, manganese and cadmium element were 18.00~18.16%. The change of heavy metal residues were not significant in the porcine visceras($P>0.05$), and the these were significantly correlated among the three heating method($P<0.05$).

Key words : porcine variety viscera, heating loss, heavy metal residues

서 론

축산동물의 체공내에 들어있는 내장들은 내장적출(eviscreating)에 의하여 얻어지는데 이들을 일괄하여 내장육(variety meat)이라 하고 가식부산물(edible by products) 대부분을 차지한다.

조직학적으로 심근은 불수의근으로 횡문근에 속하나 간장, 비장, 폐장, 신장 등은 실질세포로 된 선포조직이나 위장, 소장, 대장 등의 소화관은 평활근에 속하며 불수의근인 조직이다.

Batcher 등[1]은 모든 육류는 가열처리에 의해 다소간의 감량이 따르나 그 정도는 가열온도와 시간에 따라 차이가 있고, Sanderson과 Nail[2]은 상압가열에 의한 감량을 조사하였으며 가열손실은 가열방법에 따라 conventional boiling, microwave cooking, conventional roasting순으로 크다고 하였다[3,4].

식품의 안전성을 위협하는 요소는 미생물오염, 화학물질오염, 환경오염 등으로 구분되며 화학물질오염은 비소, 카드뮴, 납, 수은, 농약, 첨가물질, 니트로아민, 포장재가공용 가소제 등이 있다. 식품의 원료, 운송, 보관, 가공, 포장 및 소비까지의 안전성을 확보하기 위하여 어떤 특정 위해인자를 알아내고 그 위해요소 성

Corresponding author : Cheul-Young Yang

분의 미섭취와 개선방법을 사전에 실시하는 제도가 1960년대부터 미국에서 시도된 것이 HACCP(hazard analysis critical control point)제도이다[5]. 즉 식품원료 중에 천연적이든, 환경오염으로 된 것이든, 급여사료에 의한 것이든 유해중금속 물질의 잔존은 인체 및 동물에 상당한 위해 요소가 되고 있다. 망간, 아연의 금속물질은 인체, 생리작용상 극미량이 필요로 하나 장기간 만성축적에 의하여 중독현상을 야기시킨다[6, 7]. 그러나 망간은 생체조직내에서 일정 수준 유지하여 주는 homostatic system에 의해 위장관 및 간장을 거쳐 체외로 배설된다고 한다[8]. 납성분은 구토, 설사와 복부고통 증상을 보이고 크롬은 현기증, 구토, 뇨독증의 급성 중독을 야기시키며 카드뮴 성분은 신장성 고혈압, 골연화증을 일으키는 것으로 일본에서 발생된 "Itai Itai"에 의하여 많은 인명피해를 준 물질이다[9, 10].

Kim 등[11]은 1 ppm $HgCl_2$용액으로 오염시킨 정어리육 중의 수은 잔존량이 수세 비교구에서 낮게 나타낸다고 하였다.

본 연구에서는 Landrace돈 품종의 내장 적출물을 시료로 하여 가열방법을 달리한 가열중량손실율, 미량중금속 함량과 변화를 분석하여 부산물의 이용 확대의 기초자료로 이용하고자 실험을 실시하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료

Landrace교잡종(우)돈을 도살처리시 얻어지는 적출 부산물중 심근과 평활근으로 얻어진 내장육을 수집하여 polyethylene film bag에 밀봉 후 냉장온도(3±1℃)로 보존하면서 2일 이내의 것을 시료로 사용하였다. 이때 전처리로서 대장, 소장은 물로서 세척하여 오물 및 융모를 제거후 풍건시켜 사용하였으며 다른 내장육은 그대로 사용하였다. 가열처리 방법은 중탕가열처리(boiling in water treatment, BWT), 가압습식가열처리(heating in autoclave treatment, HAT) 및 팬유적가열처리(heating in oil treatment, HOT)로 98±2℃ 에서 50분간 유지시킨 다음 30분간 실온에서 방치후 시료로 하였으며 그 처리과정 Fig. 1과 같다.

2. 손실량 측정

가열에 따른 중량 손실량 측정은 감량법에 의하여 대장, 소장, 위, 심장, 신장 및 간장부위들 0.7 mm 정

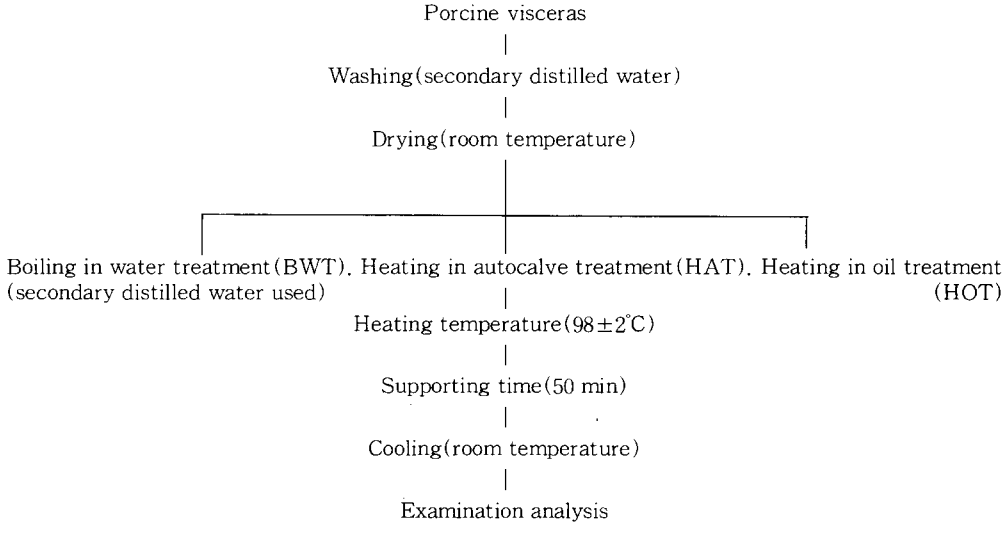

Fig. 1. Flow sheet of expermental design on porcine viscera tissues.

$$\text{Heating loss}(\%) = \frac{\text{Weight of raw viscera} - \text{Weight of heated viscera}}{\text{Weight of raw viscera}} \times 100$$

도로 자른 다음 20 g을 채취하여 방법에 따라 가열 후 30분간 실온에서 방냉시킨 것을 칭량 후 그 손실량을 계산하였다.

3. 미량 중금속 측정

시험용액의 조제는 습식회화법으로 처리하여 실시하였다. 즉 시료를 균질기로서 균일하게 마쇄하여 5 g의 시료를 취하여 Kjeldahal flask에 넣고 진한 질산 10 ml를 가한 후 갈색의 NO_2 gas가 발생하지 않을때까지 가열한 다음 진한 황산 5~20 ml를 가한 후 재차 가열시켰다. 여기에 진한 질산 2~3 ml를 넣은 후 flask내 내용물의 색이 미황색에서 무색으로 될때까지 실시한 다음 60% 과염소산 1 ml를 가하여 황산의 연기를 제거후 다시 증류수로 flask에 옮겨 미량중금속 측정 시험용액으로 이용하였다. 조제된 시험용액을 ICP(inductively coupled argon plasma spectrometer)을 이용하여 각각의 중금속 잔류량을 계산하였고 이때 기기의 측정조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Operating condition of inductively coupled argon plasma spectrometer(ICP) for heavy metal on porcine variety viscera

Instrument model	Jallell-Ash 800(Jallell-Ash Division, Fisher Scientific Company)
Heavy metal element	Cu, Zn, Mn, Cd, Pb
Plasma source	Argon gas 0.4 LPM
Lamp current	Argon gas 15 LPM
Radio frequency	1.2 KW
Sample flow	0.5 LPM
Atomizing temperature	2,000°C

결과 및 고찰

1. 중량손실

가열처리 방법에 따른 손실율은 Table 2에서 보는 바와 같이 대장부위 19.31~22.33%, 소장 22.4~31.08%, 심장 25.34~40.66%, 신장 26.41~27.06%, 간장 7.22~18.22%, 위장 21.11~25.55% 범위의 손실율을 보이고 있다. 가열에 의한 중량 손실율이 심장, 소장, 신장, 위장, 대장, 간장 순으로 적게 나타내었으며, 가열 방법에 따른 손실율이 높은 것은 중탕가열처리구에 대장, 소장, 심장, 간장 및 위장 부위들이며 신장 부위는 팬 유적가열처리구에서 높게 나타낸 반면 간장은 팬 유적사열처리구에서 5.00%로 가장 낮은 손실율을 보이고 있다. Yang[12]이 보고한 무개부습식가열에 의한 돈 내장근의 가열손실이 가열온도가 높아질수록 증가하고, 90°C 유전건식가열 방법이 보다 증가한다는 내용과 약간의 차이를 보이나 간장의 경우는 비슷한 수준을 보이고 있다. 가열에 의한 중량 손실율의 증가는 가열에 의하여 가용성 성분인 creatine과 지방성분의 융해로 인하여 증가 요인이 된다는 보고내용[13]과 본실험에서 중탕가열처리구에서 손실율이 높은 현상과 일치하고 있다.

돼지고기를 70°C 이하의 가열처리구의 중량 손실율이 냉장저장하지 아니한 육이 냉장저장된 육보다 손실율이 높다고 하였다[14]. 가열처리에 의한 중량 손실율의 유의성을 검정한 결과는 돈 내장부위간에는 유의성이 인정되지 않았으나 ($P>0.05$) 가열처리방법간에는 유의성이 인정되었다($P<0.05$).

2. 내장 부위별 중금속 잔류 수준

부산물로 이용 가능한 돈 내장중의 중금속 함량을 측정한 내용은 Table 3과 같다.

구리(Cu) 함량은 간 부위가 11.540±5.175 ppm으로 가장 높고 신장부위 4.310±1.280 ppm, 심장부위 3.114±0.150 ppm, 대장부위 1.430±0.714 ppm, 위장부위 1.422±0.240 ppm이며 소장부위가 1.068±0.560 ppm으로 가장 낮은 함량을 나타내었다. 池邊克彦[15]등은 소의 간부위 4.23~43.75 ppm, 닭의 간장부

Table 2. Comparsion of heating loss among three heating methods on porcine variety viscera

Tissue	Treatment	Raw weight(g)	Weight after heated(g)	Heating loss(%)
Large intestine	BWT	20.100	15.192	24.41
	HAT	20.050	16.004	20.17
	HOT	20.613	16.924	17.89
	M±S. D	20.254±0.239	16.040±0.709	20.82±1.51
Small intestine	BWT	20.042	14.092	30.02
	HAT	20.061	14.030	30.00
	HOT	20.102	16.012	20.34
	M±S. D	20.068±0.022	14.690±0.881	26.78±4.30
Heart	BWT	20.750	11.413	44.99
	HAT	20.188	14.737	27.00
	HOT	20.114	14.482	28.00
	M±S. D	20.340±0.262	13.544±1.420	33.00±7.66
Liver	BWT	20.130	15.902	21.00
	HAT	20.147	17.729	12.01
	HOT	20.135	19.128	5.00
	M±S. D	20.137±0.006	17.586±1.123	33.67±5.55
Kidney	BWT	20.166	14.733	26.94
	HAT	20.183	14.881	26.26
	HOT	20.156	14.713	27.04
	M±S. D	20.168±0.009	14.775±0.070	26.74±0.32
Stomach	BWT	20.167	14.923	26.00
	HAT	20.188	15.942	24.00
	HOT	20.099	16.079	20.00
	M±S. D	20.151±0.035	15.448±0.419	23.33±2.22

BWT : Boiling in water treatment, HAT : Heating in autoclave treatment
HOT : Heating in oil treatment, M±S. D : Mean±standard deviation

위 3.63~5.15 ppm이라 보고하였고 Oh[16]는 AAS로 분석한 심장부위 4.783±0.400 ppm, 신장부위 3.405±0.171 ppm, 간장부위 6.175±0.267 ppm 정도 잔류한다고 보고한 내용과 ICP에 의해 분석된 본 실험분석 잔류치와는 동일시료 간장부위에서 높게 나타낸 반면 심장 및 신장부위는 큰 차이가 없으며 소의 간장부위보다 낮게 보였다. Canada의 경우 수산어류 및 수산가공품에 100 ppm이하, 야채 및 과실류 50 ppm 이하로 규정하고 있으며 영국은 일반식품 20 ppm 이하로 허용량을 정하고 있으나 축산물 및 가공품에 대한 구리 허용량을 규정한 나라는 없는 실정이다[17]. 구리성분은 체내에 다량 존재할 때 흑토증상, 저혈압, 구토 등을 초래하고 급성 중독을 일으켜 사망에 이를 수 있으며 만성중독은 일으키지 아니한다고 한다[18]. 생체의 필수 미량원소 성분인 구리의 함량은 외국의 규정제한치 보다 훨씬 낮은 수준으로서 성인이 하루 2 mg정도, 소아는 1일 체중 1 kg당 0.08 mg정도 필요한 성분으로 안전상의 큰 문제가 되지 아니할 것으로 생각된다.

아연(Zn)잔류량은 Table 3에서와 같이 대장부위가 25.682±7.388 ppm으로 가장 높고 신장부위 14.999±4.389 ppm, 심장부위 13.081±6.012 ppm이며 대장, 간장 및 위장부위는 10 ppm내외로 함유하고 있다. 아연중금속은 다른 원소들보다 많은 농도로 각 부위에 함유되어 있으며 Oh가[16]가 보고된 함량보다 간 부위는 차이가 있으며 다른 부위는 유사값을 보인다.

Table 3. Detection value of heavy metal residues in raw flesh of porcine visceras(ppm)

Tissue \ Element	Cu	Zn	Mn	Cd	Pb	Total
Large intestine	1.430±0.714	8.717±4.344	0.958±0.187	0.006±0.003	0.187±0.054	11.298± 5.302
Small intestine	1.068±0.560	25.682±7.389	0.868±0.217	0.006±0.002	0.201±0.011	27.825± 8.179
Heart	3.114±0.150	13.081±6.012	0.345±0.085	0.009±0.004	0.207±0.083	16.756± 6.334
Kidney	4.310±1.280	14.999±4.389	1.478±0.267	0.126±0.011	0.294±0.110	21.207± 6.057
Liver	11.540±5.175	10.175±3.985	3.215±0.847	0.050±0.020	0.389±0.137	25.369±10.164
Stomach	1.422±0.240	10.568±7.117	0.428±0.126	0.018±0.007	0.175±0.023	12.611± 5.513

All value are mean of determination standard deviation(M±S. D)

닭의 장기부위와 비교할 때 간장부위가 높게 보이는 반면 신장부위와 심장부위는 비슷한 수준이었다. Schricker등[19]은 돼지 살코기중의 아연함량이 13.90~28.00 ppm이라 보고한 함량수준보다 모든 내장육중 대장부위가 높은 반면 다른 부위들은 유사한 값을 보이고 있다. 특히 대장부위보다 소장부위에 많은 함량이 나타내는 것은 아연은 거의 소장말단 부분에서 흡수되며 위와 대장부위에서는 거의 흡수되지 않는다는 이유로 보다 낮은 수준을 보이는 것으로 판단된다[20]. 아연중독증은 주로 도금한 용기에 담겨져 있는 산성식품이 원인이 되나 기타 요인으로도 나타내며, 인체에 아연이 부족할때 철결핍성 빈혈, 간과 비장의 중량감소, 성장부진, hypogonadism의 증상이 나타낸다고 한다[21,22]. 아연에 대한 함량 규정은 수산물 및 가공품 100 ppm이하, 과실 및 야채류 50 ppm이하로 Canada에서 제한하고 영국의 경우 50 ppm이하로 일반식품에 제한하고 있다[28].

망간(Mn)성분은 동식물 조직에서 발견되었으며 동물의 성장과 정상적인 골격구조 형성, 생식기능 및 중추신경의 정상적인 기능에 필수적인 물질이며 Mn^{2+}은 당 단백질 합성에 관여하는 glycosyl transferase의 활성에도 개입한다[23]. 돈 내장 적출물중의 망간 잔류량은 Table 3에서와 같이 간부위가 3.215±0.847 ppm으로 다른 부위에 비해 높고 신장부위가 1.478±0.267 ppm이며 대장, 소장 및 위장부위는 상대적으로 낮은 수준을 보이고 있다. 특히 심장부위는 0.260~0.430 ppm의 낮은 잔류량을 나타내었다. 돼지, 닭 및 소의 간장부위에서 각각 2.224 ppm, 0.429 ppm, 2.660 ppm정도 함유하고 있다는 내용과 비슷한 수준이었고 소와 닭의 간장부위중의 함량이 각각 0.25~3.39 ppm, 2.30~5.85 ppm 내용과는 닭의 간장부위가 보다 높은 것을 볼 수 있고[15,16] Kang[24]은 소 내장육중 심장, 신장 및 간장부위의 망간 함량을 분석한 보고치와 비교하면 본 실험의 돈 간장부위가 약간 높은 함량을 나타내고 있다.

돈 내장 적출물 중의 카드뮴(Cd) 잔류량은 다른 중금속 원소들에 비해 낮은 수준을 나타내고 있다. 그 범위는 0.003~0.137 ppm으로 신장부위가 가장 높고 다음 간장, 위장, 심장, 대장 및 소장 순으로 낮았다. 대장과 소장부위는 0.003~0.010 ppm수준으로 상대적으로 다른 부위에 비해 잔류량이 낮게 보이고 있으나 신장과 간장부위가 다른 부위에 비해 높은 것은 카드뮴 성분은 출생시 인체조직에는 거의 존재하지 아니하나 연령이 증가함에 따라 점차적으로 체내에 축적되어 간장과 신장에 축적되는 이유 때문으로 판단된다[25]. Müller[26]는 척추어류의 간장중에 카드뮴이 5.99 ppm 수준으로 잔류되는 것은 식품으로서 부적당하다고 하였으며 동물계와 식물계에 있어서 상당히 유해하고 급성중독 보다는 만성중독이보다 심각한 문제라고 지적하였다[27]. 핀란드의 경우 어류 및 그 가공품 0.1 ppm 이하, 네덜란드는 어류 0.05 ppm이하, 갑각류 0.3 ppm이하, 뉴질랜드는 어류 및 그 가공품에 1.0 ppm 이하로 제한 규정을 두고 있다[28].

납(Pb)원소는 자연계에서 무기납과 알칼리성 납으로 존재하는데 주로 위장막이나 호흡기를 통하여 체내에 흡수 축적되는 성분이다[29]. Table 3에서 보는 바와 같이 납성분은 0.5 ppm 미만의 수준으로 잔류하고 있으며 간장부위에 0.389±0.137 ppm으로 가장 많이 잔

류하고 위장부위에 0.175±0.023 ppm정도로 가장 낮은 수준치를 보였다. 다른 연구자의 실험분석치와 비교할 때 비슷한 수준을 보이고 있으나[15, 16, 24], 오스트리아의 경우 척추어류 1.5 ppm이하, 갑각류 2.5 ppm이하, 카나다는 어류단백질 0.5 ppm이하, 신선수산어류 10 ppm이하, 이탈리아는 일반적인 갑각류 2.01 ppm이하로 제한하고 있다[28]. 본 실험에 의한 잔류량치와 제한치와 비교하여 볼 때 돈 내장육의 안전성 문제에 크게 염려할 우려가 아니라고 생각된다.

3. 가열처리에 의한 영향

1) 중탕가열처리에 의한 변화

돈 내장근을 공시료로 한 신선 내장근중의 중금속 잔류량은 Table 3에서 고찰하였으며 동일한 공시료를 이용하여 중탕가열처리 하였을 때의 중금속 잔류량은 Table 4에, 그때의 변화률은 Table 7에서와 같다. 이때 중탕처리에 사용한 기구는 stainless통에 2차 증류수를 넣고 98±2°C에서 뚜껑을 닫고 50분간 유지시킨 후 중금속 함량을 측정하였다.

구리원소는 6가지 내장 부위에서 14.01~20.91% 사이의 감소율을 보이고 있으며 감소율이 가장 큰 부위는 신장 부위이며 가장 적은 감소율을 보이는 부위는 위장으로 나타내었다.

아연원소는 10.31~23.27%사이의 감소율을 보이며 심장부위가 높은 감소율을 나타내고 신장, 소장, 대장, 위장 및 간장 부위 순으로 감소율이 낮게 보였다. 특히 아연은 모든 검출 중금속 원소와 가열처리 방법간에서 가장 큰 감소율을 보이는 결과를 나타내고 있으며 이때 중탕가열처리에 의한 내장근의 중금속 잔류량은 Table 4와 같다.

망간원소는 중탕가열처리에 의한 영향은 11.58~21.74% 범위로 각 부위간 큰 차이를 보이며 심장, 신장, 소장, 대장, 위장 및 간장부위 순으로 감소율이 높게 나타내고 있다.

카드뮴 원소는 14.08~24.61% 범위로 변화감소율을 보이며 심장부위가 가장 높은 감소율을 보이고 있으나 위장부위가 가장 적은 감소율을 나타내었다. Kim[30]은 채소류 등을 삶았을때 22%, frying 했을때 31%의 수은 감소율을 보인다고 보고하였으며 돈 내장근중에 함유한 회분성분은 중탕가열에 의하여 감소 경향을 나타낸다고 보고하였다[31].

2) 가압가열처리에 의한 변화

신선 공시료를 이용하여 가압가열처리(heating in autoclave treatment)하였을때 중금속 잔류량은 Table 5와 같으며, 이때의 신선 공시료에 대한 중금속 잔류량 변화는 Table 7에서와 같다.

가압가열처리된 돈내장근중 구리원소는 0.790~4.172 ppm사이로 신장부위가 가장 높은 함량을 보이고 소장부위가 적게 나타내었다. 신선 공시료에 대한 가압가열처리에 의한 변화는 20.09~24.83% 범위의 감소율을 보이고 특히 대장 부위가 가장 큰 감소율을 나타내고 소장, 신장, 심장, 간장 및 위장부위는 20%이상의 감소율을 나타내었다.

아연원소는 가압가열처리된 시료에서 6.024~23.

Table 4. Heavy metal content in porcine visceras by boiling in water treatment (ppm)

Tissue \ Element	Cu	Zn	Mn	Cd	Pb	Total
Large intestine	1.229±0.153	8.596±4.514	0.834±0.298	0.005±0.002	0.165±0.077	10.829±5.044
Small intestine	0.907±0.445	22.639±8.223	0.729±0.191	0.005±0.001	0.174±0.010	24.454±9.315
Heart	2.491±0.557	10.038±5.004	0.207±0.017	0.007±0.003	0.184±0.057	12.927±5.638
Kidney	3.409±1.115	9.415±5.671	1.152±0.165	0.095±0.018	0.229±0.076	14.300±7.045
Liver	9.462±4.653	9.126±4.965	2.843±0.813	0.041±0.021	0.338±0.190	21.810±10.642
Stomach	1.139±0.447	9.278±4.758	0.377±0.126	0.016±0.008	0.154±0.051	10.964±5.392

Sample treatment boiled in water 98±2°C, 50min

All values are mean of determination±standard deviation(M±S. D)

Table 5. Heavy metal content in porcine visceras by heating in autoclaved treatment (ppm)

Tissue \ Element	Cu	Zn	Mn	Cd	Pb	Total
Large intestine	1.075±0.685	6.293±2.675	0.708±0.105	0.005±0.003	0.134±0.027	8.125±3.495
Small intestine	0.811±0.021	20.004±3.125	0.586±0.117	0.004±0.001	0.143±0.013	21.548±3.277
Heart	2.480±0.340	11.767±6.001	0.306±0.097	0.006±0.003	0.184±0.080	14.745±6.521
Kidney	3.362±1.810	11.758±4.586	1.049±0.659	0.009±0.005	0.212±0.011	16.390±6.071
Liver	9.222±3.101	9.038±3.006	2.877±1.114	0.044±0.021	0.349±0.029	21.530±7.271
Stomach	1.134±0.280	9.501±4.877	0.375±0.045	0.012±0.002	0.147±0.011	11.169±5.215

Sample treatment heated in autoclave 98±2℃, 50min.
All values are mean of determination±standard deviation(M±S. D)

Table 6. Heavy metal content in porcine visceras by heating in oil treatment (ppm)

Tissue \ Element	Cu	Zn	Mn	Cd	Pb	Total
Large intestine	1.221±0.148	7.414±2.754	0.801±0.256	0.005±0.002	0.159±0.049	9.600±3.209
Small intestine	0.886±0.218	17.777±5.212	0.598±0.178	0.004±0.001	0.138±0.028	19.403±5.637
Heart	2.210±0.557	9.806±4.145	0.262±0.029	0.007±0.004	0.155±0.071	12.440±4.806
Kidney	3.663±0.977	12.442±5.447	1.197±0.118	0.113±0.042	0.238±0.092	17.653±6.676
Liver	10.501±4.224	9.093±3.112	2.906±0.974	0.041±0.019	0.342±0.098	22.883±8.397
Stomach	1.128±0.440	8.982±2.365	0.386±0.105	0.016±0.010	0.151±0.022	10.663±2.942

Sample treatment heated in oil 98±2℃, 50min.
All values are mean of determination±standard deviation(M±S. D)

290 ppm사이로 소장 부위가 가장 높은 양으로 잔류하며 간장부위가 적은 양으로 잔류하고 있었다. 가압가열처리에 의한 잔류변화는 10.05~27.81%범위의 감소율을 보이는데 대장, 소장, 신장부위가 20.0%이상 수준으로 감소율을 나타내었으며 심장, 간장 및 위장부위는 10.0%이상의 감소율을 나타내었다.

망간원소 성분은 가열처리에 의해 0.209~3.991 ppm 범위로 잔류하여 간장부위가 높게 심장부위가 낮게 보이고 있다. 가압가열처리에 의한 잔류변화는 소장부 30.0%이상 신장 및 대장부위가 20.0%이상, 심장, 간장 및 위장부위 10.0%이상의 감소율을 보였다.

카드뮴 원소는 0.003~0.065 ppm범위로 잔류하며 간장부위 높게 소장부위가 낮게 검출되었으나 모든 시료에서 0.070 ppm이하 수준을 보인다. 가압가열에 의한 잔류변화는 대장 및 소장부위가 30.0%이상, 신장 및 대장부위가 20.0%이상, 심장 및 간장부위는 10.0%이상 순준의 감소율로 보이고 있다.

납원소의 가열처리된 시료는 0.107~0.378 ppm범위로 잔류하였으며 간장부위가 보다 높은 함량을 대장부위가 가장 낮게 검출되었다. 잔류변화는 소장부위가 29.21%로 큰 감소율을 보이고 대장 및 신장부위는 20.0%이상, 위장, 심장 및 간장부위는 10.0%이상의 감소율을 나타내고 있다.

3) 팬 유적가열처리에 의한 변화

돈 내장근을 팬에 넣고 식물성 기름을 첨가하여 98±2℃에서 5분간 유지시킨 시료의 중금속 잔류량은 Table 6과 같으며 신선 시료에 대한 미량 중금 잔류량의 변화는 Table 7에 나타내었다. 팬 유적 가열처리된 내장근중의 구리원소는 0.668~12.323 ppm범위로 간장부위가 가장 높고 소장 부위가 가장 적은 잔류량을 보였다. 신선 미가열 시료중 중금속 잔류량과 비교할 때 감소경향을 나타냈으며 그 범위는 10.01~29.04%로 각 부위별 감소율이 큰 차이를 보이고 있는데 심장

Table 7. Change of heavy metal residues in porcine visceras by BWT, HAT and HOT treatment (decrase percent, %)

Element / Treatment / Tissue	Cu			Zn			Mn			Cd			Pb		
	BWT	HAT	HOT	BWT	HAT	HOT	BWT	HAT	HOT	BWT	HAT	HOT	BWT	HAT	HOT
Large intestine	14.06	24.83	14.66	12.41	27.81	14.95	13.03	26.10	16.06	14.08	33.34	13.09	13.21	28.35	15.35
Small intestine	15.08	24.07	17.08	13.02	22.11	30.81	16.02	32.12	21.11	16.67	30.55	33.33	13.44	29.21	21.35
Heart	20.01	20.39	29.04	23.27	10.05	25.04	21.74	11.45	24.06	22.23	11.28	22.23	20.78	11.45	25.13
Kidney	29.91	22.00	15.02	22.07	21.61	17.05	22.06	29.03	19.07	24.61	28.58	10.32	22.11	28.10	19.19
Liver	18.02	20.09	10.01	10.31	11.18	10.04	11.58	10.47	9.62	18.00	12.00	18.00	13.12	10.52	12.09
Stomach	14.01	20.47	15.07	12.21	10.10	15.01	12.11	12.39	16.08	15.56	23.34	15.57	12.29	16.00	14.00

BWT : Boiling in water treatment, HAT : Heating in autoclave treatment, HOT : Heating in oil treatment

부위가 가장 크고 그외 다른 내장근들은 10.0%이상의 감소율을 보였다.

아연원소는 가열 처리된 시료에서 4.660~23.129 ppm사이로 소장부위가 높고 대장부위가 낮으며 가열 후 변화는 10.64~30.81%의 범위였다.

망간원소는 처리된 시료에서 0.233~3.88 ppm 사이로 간장부위가 높고 심장부위가 낮게 보이며 미가열시와 가열 후 시료와는 변화는 9.62~24.06%사이의 감소율로 낮았다. 대장과 심장부위는 20.0%이상, 대장 및 신장부위는 10.0%이상이나 간장부위는 10.0% 이하의 감소율로 차이가 있었다.

카드뮴은 팬 유적가열처리된 내장근에 0.003~0.155 ppm사이였으며 신선시료와 가열 후 시료와의 변화는 10.32~33.33%범위로 감소되었으며 소장은 30.0%이상, 심장은 20.9%이상, 기타 내장근에서는 10.0%이상의 감소율을 나타내었다.

납원소는 가열처리된 내장근 중에 0.129~0.440 ppm범위로 검출되었으며 신선시료와 가열된 시료와의 변화는 12.09~25.13%사이의 범위로 감소되었고 소장과 심장부위는 20.0%이상, 기타 내장근에서는 10~20%사이로 감소 현상을 나타내었다.

요 약

Landrace 돈 내장 척출물인 대장, 소장, 심장, 신장, 간장 및 위장근을 공시료로 하여 미량중금속 물질인 구리(Cu), 아연(Zn), 망간(Mn), 카드뮴(Cd) 및 납(Pb)원소를 ICP분석법으로 잔류분석하고, 중탕가열처리, 가압가열처리 및 팬 유적가열처리에 따른 중량손실과 중금속 잔류량의 변화를 분석 고찰하였다. 가열처리 방법에 따른 중량 손실율은 중탕가열처리, 가압가열처리 및 팬 유적가열처리에 의하여 각각 23.11~34.53%, 18.48~28.00%, 14.20~25.22%범위였으며, 부위별 중량손실율은 심장부위가 크고 간장부위가 낮게 나타내었다. 신선시료중 미량중금속 잔류총량은 대장, 소장, 심장, 신장, 간장 및 위장부위에서 11.298±5.302 ppm, 27.825±8.179 ppm, 16.756±6.334 ppm, 21.107±6.057 ppm, 25.369±10.164 ppm, 12.611±5.513 ppm으로 검출되었다. 가열에 의한 중금속 총 잔류량 변화는 중탕가열처리구에서 4.16~32.57%, 가압가열처리구에서 12.01~28.09%, 팬유적가열처리구에서 9.60~25.76%수준으로 감소되었다. 납원소는 평균 21.76%, 구리, 아연, 망간, 카드뮴원소는 18.00~18.61%범위로 감소되었다. 내장근 시료간에는 유의성이 인정되지 않았으나($P>0.05$), 가열처리방법간에 있어서 유의성이 인정되었다($P<0.05$).

참고문헌

1. Batcher, O. M., Awson, E. H., Gilpin, G. L. and Eisen, J. N. :Quality and physical composition of various cut of raw and cooked pork, *Food Technology*. 16(4), 104(1962)
2. Sanderson, M. and Nail, G. E. :Fluid content and tenderness of three muscle of beef

cooked to three internal temperature, *J. Food Sci.* **28**(5), 590(1973)
3. Aldor, J. :Behavior of food under high-frequency radiation(microwave length range). I. Losses in weight, moisture, proteins and vitamin A and B during prepatation of meat by high-frequncy radiation only, or with additional infra-red irradiation in comparison with conventional preparation, 2, Lehensmith, Untmrsuch, 123-189(1963)
4. Law, H. A., Yang, S. P., Mullins, A. M. and Fielder, M. M. :Effect of storage and cooking on qualities of loin and top round steak, *J. Food Sci.* **32, 637(1967)**
5. 유병승, HACCP제도의 개념과 중요성, 食品工學, **126,** 26-30(1994)
6. De Man, J. M. :Principle of Food Chemistry, Topan Company, 171-187 (1967)
7. 山田辛孝 : 食品中の微量元素(1962)
8. Rabinowitz, M. :Lead contamination of the biosphere by human activity, A stable isotope, Study, UCLA(1974)
9. Roberth Dreisibach. :Metallic poisons, 7th edition, 198-217
10. Kobayashi, J. :Relation between "the Itai-Itai" desease and the pollution of river water by cadmium from mine, Advanced in Water Pollution Research, 1-3(1971)
11. Kim, Young-Hee, and Park Young-San : Changes in cooking of marine products polluted with mercury, *J. Korea, Soc. Food Nutr.* **15**(2), 144-177(1986)
12. Yang, Cheul-Young : Effect of heat treatment on the physico-chemical properties of porcine variety tissues, ph. D. thesis, Kon-Kuk Univ. (1990)
13. Carlin, F. C., Bloemer, D. M. and Hotchkiss, D. K. :Relation of oven temperature to quality of pork loin roasts, *J. Home Econ.* 57-442(1965)
14. Park, G. B., Park, B. Y., Kim, Y. H., Lee, H. G., Kim, Y. J., Park, T. S. and Shin, T. S. :Effect of heat-treatment before and after cold storage on the weight loss, extractability of Protein TBA and of pork, *Korean J. of Animal Sci.* **35(4),** 341-346(1993)
15. 池邊克彦, 田中之雄, 田中凉一, 國團信治:食品中の重金屬の含有量 につして, 第六報, 食衛誌, **18**(1), 86(1977)
16. Oh, Soc-Kyoung:A study on the content of the heavy metal in the organs of domestic animals, Master course, thesis, Kon-Kuk Univ. (1984)
17. 盧晶培, 宋哲, 金吉生, 沈漢燮, 兪炳天:食品中 有害性 微量金屬에 대한 硏究, 第三報, 國立保健硏究院報, 11:171-180(1974)
18. Eva D. Wilson., Katherine H. Fisher., Pilar, A. Garcia:Principle of nutrition, 4th edition, John Wiley & Son, p302(1979)
19. Schricker, B. R., Miller, D. D. and Stouffer, J. R. :Content of zinc in selected muscle from beef, pork and lamb, *J. Food Sci.* :**47**(3), 1020(1982)
20. 韓國人口保健硏究院, 韓國人營養勸奬量, 第四次改正, 高文社, **54,** 57(1985)
21. Eminans, J., Zini, M., Reinhold, J. G. :Zinc metabolism, The possible roles plaged by zinic deficiency in malnutrition of children, *Clin. Pediat.* **6,** 60(1967)
22. Prasad, A. S., Halstead, J. A., Nadimi, M. :Syndrome of iron of deficiency Dwarfism and Geophagia, *Am. J. Med.* **31,** 532(1961)
23. Hambidge, K. M., Mertz, W. and Cornatze, W. E. :Newer trace elements in nutrition, 168-170, Dekker, New York(1917)
24. Kang, Hee-Kon:Studies on the heavy metal residues in the tissues of cattle, Master course, thesis, Kon-Kuk Univ. (1982)

25. 昇正子:極微量 元素의 營養, 民音社 317-319 (1984)
26. Miiller, F. :Cadmium enichment in meckarfish, *J. Food Sci.* **37**(3) : 1020(1973)
27. John, G. O., Finks, H. J. and Alsherg, C. L. : Chronic intoxication by small quantities of cadmium, chloride in the diet, *J. Pharm, Exp. Thersp*, **21**, 59(1953)
28. Baik Ducl-Woo. :Current status of food safety, *J. Korean Soc. Food Nutr.* **19**(5), 457-466 (1970)
29. Rastagori, S. C., and Clausen, J. :Absorption of lead through skin, *Toxicology*, **6**, 371-375(1976)
30. Kim, Young-Hee and Lim Young-Sook. :Changes in mercury content of contaminated vegetables by cooking method, *J. Korean. Soc, Food Nutr.* **13**(4), 359-362(1984)
31. 日本食肉消費總合ヒソタ一:豚. 牛內藏の營養と調理變化, 27-42

(1994년 11월 17일 수리)