

냉장방법과 포장방법이 냉장계육의 저장성 및 미생물의 증식에 미치는 영향

박구부 · 송도준 · 이상진¹ · 김용곤¹ · 박태선 · 신태순 · 이정일
경상대학교 축산학과

Effects of Packing Methods on Storage and Microbiology of Chilled Chicken Breast and Thigh Meats

G. B. Park, D. J. Song, S. J. Lee¹, Y. G. Kim¹, T. S. Park, T. S. Shin and J. I. Lee

Department of Animal Science, Gyeongsang National University, Chinju, Korea 660-701

ABSTRACT

This experiment was carried out to investigate the effects on shelf-life of chilling and packing methods of cold chicken breast and thigh meats. Deboned chicken breast and thigh meats were packed by either vacuum or atmosphere packing method, and stored at -2°C for 1, 3, 7, 11, 15, and 20 days. The thiobarbituric acid(TBA) values of all treatments were significantly increased as the storage period extended(P<0.05), however, TBA values of all treatments were remarkably decreased at 15 days. TBA values of immersion chilled and vacuum-packed thigh meats were increased, but no difference between atmosphere- and vacuum-packing methods was found. The volatile basic nitrogen(VBN) values at 1 day of storage were low, but they were increased as the storage period extended. The VBN values at 20 days after storage were from 12.25~19.28 mg %. Total bacterial counts tended to increase in all treatments, however, no significant difference was found in any treatment. Total plate counts of breast meat were higher than those of thigh meat as the storage period extended.

(Key words : packing method, chilling method, TBA, VBN, cfu, chicken)

서론

식육소비량의 약 1/5(1995년 추정)을 차지하고 있는 계육은 도계과정을 거친 후 냉각과정에서 도체의 중량감소와 영양소 손실을 가져오며, 특히 비위생적인 냉각과정은 계육의 신선도 유지에 커다란 장애요인으로 대두되고 있는 실정이다. 계육의 부패는 미생물학적 부패가 이화학적 부패를 촉진시킬 수 있으므로, 초기

미생물수가 저장성을 결정짓는 중요한 요소로 작용한다고 보고하였다(Cunninghim, 1982). 한편 계육의 저장기간은 타축육에 비하여 짧고, 올바른 냉장체제를 갖추지 못한 탓으로 신선육으로서의 보존기간은 더욱 짧아지게 마련이다. 이에 일부 업계에서는 초기 오염도를 최소화하며 빠른 시간내에 냉도체로 만들기 위해 공기냉각방법(air spray chilling method)을 사용하고 있다.

또한, 육의 저장기간 연장을 위하여 진공포장이 일

이 논문은 농촌진흥청에서 시행한 특정연구 개발사업의 연구비로 수행되었음.

¹ 축산기술연구소(Livestock Research Institute, RDA, Suweon, Korea 441-350)

부 쓰이고 있다. 미국의 경우, 포장재를 이용한 진공포장은 약 90%정도이나, 냉장유통 체제를 갖추지 못한 우리나라는 거의 전무한 단계에서 육가공제품이 포장·판매되고 있다. 신선육의 경우 수입 쇠고기의 판매량 확산과 소비자들의 포장육 선호도 상승에 따라 최근 축협, 한냉 및 일부 백화점에서 우육과 돈육은 포장·판매되고 있는 실정이나, 계육의 경우는 대부분이 비포장 상태로 판매되고 있으며, 즉석식품의 형태를 흉내내어 판매되고 있는 백화점에도 PVC wrap(통기성 포장)으로 판매되고 있다.

이에 본 연구는 공냉식방법과 빙수침지방법에 따른 차이를 연구하여 올바른 냉각방법을 제시하며, 진공포장과 합기포장에 따른 냉장계육의 신선도 유지기간을 구명함으로써 신선계육의 고급화 방안의 기초자료로 제시코자 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료

도살후 공기냉각 방법(air spray chilling method)과 빙수침지 냉각방법(ice-water immersion method)에 의하여 냉각시킨 계육을 각각 18수씩 흉근과 대퇴부위를 발골한 후, 진공포장과 합기포장(공기 함유 포장)을 하여 -2°C 에서 1, 3, 7, 11, 15, 20일 저장하면서 3반복으로 실험을 실시하였다.

2. 실험설계

냉각방법과 포장방법에 따른 계육의 흉근과 대퇴부

위 처리구는 I~Ⅷ구로 설정하였고 실험설계는 Table 1과 같다.

3. 시료의 채취

부분육에서 시료의 채취는 Keel 등(1968)의 방법에 따라 시료의 채취에 용이한 일정부위를 선택하여 계육의 표면 10 cm^2 으로부터 5회 swabbing한 후 이를 희석액에 단계적으로 희석하여 사용하였다.

4. 조사항목

1) 산패도(TBA, thiobarbituric acid) 측정

Witte 등(1970)의 방법으로 530 nm에서 흡광도를 측정하여 계산하였다.

2) 휘발성 염기질소(VBN, volatile basic nitrogen) 측정

高坂(1975)의 방법을 이용하여 0.02N H_2SO_4 로 Conway unit 내실의 붕산용액을 측정하였다.

3) 총균수(TPC: total plate count) 측정

시료를 표면과 내부 육이 고루 섞일 수 있도록 채취하여 0.1% peptone용액으로 균질한 후 희석하여 표준평판 한천배지(plate count agar, Difco)를 사용하고 $35\sim 37^{\circ}\text{C}$ 에서 48시간 배양하여 colony수를 계수하였다.

4) 대장균수(coliform bacteria) 측정

Table 1. Experimental design

Region	Chilling method	Packing method	Storage(d)					
			1	3	7	11	15	20
Breast	Air spray	Vacuum(I)	○	○	○	○	○	○
		Atmosphere(II)	○	○	○	○	○	○
	Ice water immersion	Vacuum(III)	○	○	○	○	○	○
		Atmosphere(IV)	○	○	○	○	○	○
Thigh	Air spray	Vacuum(V)	○	○	○	○	○	○
		Atmosphere(VI)	○	○	○	○	○	○
	Ice water immersion	Vacuum(VII)	○	○	○	○	○	○
		Atmosphere(VIII)	○	○	○	○	○	○

시료를 표면과 내부 육이 고르게 섞은 후, 시료를 무균적으로 채취하여 0.1% peptone용액으로 균질한 후 희석하여 violet red bile agar(Difco)를 사용하여 37℃에서 24시간 배양하여 colony수를 계수하였다.

5) 통계분석

실험에서 얻어진 성적은 SAS/PC⁺ system을 이용한 분산분석 및 Duncan(1955)의 다중 검정을 실시하였다. 유의성 검정 수준은 5%였다.

결과 및 고찰

1. 산패도의 변화

냉장저장중 냉각방법과 포장방법에 따른 흉근과 대퇴부위의 TBA 변화에 대한 결과는 Table 2와 같다. TBA는 흉근과 대퇴부위 공히 저장기간이 경과함에 따라 상승하는 경향이였으나, 저장 15일에는 전처리구에 걸쳐 현격히 떨어졌으며, 그 후 저장 20일에는 급격히 증가하였다(P<0.05). 이에 관하여 Igene 등(1980)과 Melton(1983)은 산소가 지방산화를 촉진한다고 보고하였는데, 이는 본 연구와 비슷한 경향이였다. 한편 본 실험에서는 저장 11일까지 증가하던

TBA가 15일에는 감소하였던 바, Laleye 등(1984)은 저장초기에는 지방산화에 의해서 malonealdehyde가 다량으로 생성되나 일정시간 이후에는 malonealdehyde 생성의 감소와 분해 또는 histidine 등의 아미노산과 결합하였기 때문이라고 보고하였으며, Gokalp 등(1983)은 반응성이 강한 malonealdehyde가 carbonyl compounds, amino acid, urea 등과 반응하여 장기간 저장시 오히려 TBA가 감소된다고 보고한 바 있다. 냉각과 포장방법에 따른 차이는 흉근부위의 경우 저장 11일까지는 공기냉각 방법-합기포장 방법 처리구(Ⅱ)가 타처리구에 비하여 낮았으며, 대퇴부위의 경우는 빙수침지방법-진공포장방법 처리구(Ⅶ)가 15일을 제외한 전 저장기간 동안 높은 수치를 나타내었으나, 포장에 사용된 포장재 barrier성(3~6 cc/cm²/24 h/1 atm)의 특성상 냉각방법과 포장방법에 따른 일관된 경향을 찾아보기가 어려웠다. 한편, 가식범위에 대하여 高坂(1975)은 0.5 mg/kg에서 산패취를 느낀다고 하였고, Turner 등(1954)은 0.46 mg/kg이상일 때 조직에서 산패취가 난다고 하였는데, 본 실험의 결과는 전 저장기간 동안 가식범위내에 있었고, 저장 20일에도 전혀 산패취를 느낄 수 없었다. 이는 포장방법을 달리하였으나, 포장제질에 따른 공기

Table 2. Thiobarbituric acid values of chicken treated with different chilling and packing methods during storage at -2℃

Region ¹	Treatments ²	Storage(d)					
		1	3	7	11	15	20
	 mg /kg					
Breast	Air-Vac (I)	0.250 ^{Da}	0.267 ^{CDb}	0.336 ^{Ba}	0.355 ^B	0.295 ^C	0.397 ^A
	Air-Atm (Ⅱ)	0.204 ^{Eb}	0.264 ^{Db}	0.305 ^{Cb}	0.340 ^B	0.281 ^D	0.394 ^A
	Imm-Vac (Ⅲ)	0.251 ^{Ca}	0.289 ^{Cab}	0.347 ^{Ba}	0.352 ^B	0.288 ^C	0.404 ^A
	Imm-Atm (Ⅳ)	0.269 ^{Ca}	0.305 ^{Ba}	0.314 ^{Bb}	0.324 ^B	0.276 ^C	0.378 ^A
Leg	Air-Vac (V)	0.268 ^{Cb}	0.277 ^{Cab}	0.300 ^{Bb}	0.321 ^{ABb}	0.267 ^C	0.324 ^{Ac}
	Air-Atm (Ⅵ)	0.242 ^{Cbc}	0.231 ^{Cb}	0.303 ^{Bb}	0.312 ^{Bb}	0.265 ^C	0.365 ^{Ab}
	Imm-Vac (Ⅶ)	0.303 ^{Ca}	0.316 ^{BCa}	0.336 ^{BCa}	0.345 ^{Ba}	0.298 ^C	0.399 ^{Aa}
	Imm-Atm (Ⅷ)	0.229 ^{Dc}	0.237 ^{Db}	0.252 ^{CDc}	0.301 ^{Bb}	0.272 ^{BC}	0.350 ^{Abc}

¹ Breast and thigh meat data were statistically analyzed separately.

² Air : Air spray chilling, Imm : Immersion chilling
 Vac : Vacuum packing, Atm : Atmosphere packing

^{A~D} Means with same superscripts in the same row are not significantly different(P>.05).

^{a~c} Means with same superscripts in the same column are not significantly different(P>0.05).

침투 차단성이 높은 이유로 잔존산소의 소비 후 진공 포장과 같은 효과를 보인 것으로 사료된다.

2. 휘발성염기태질소의 변화

냉장저장중 냉각방법과 포장방법에 따른 흉근과 대퇴부위의 VBN 변화에 대한 결과는 Table 3과 같다. 휘발성염기태질소는 흉근과 대퇴부위 공히 전 처리구가 저장기간의 경과에 따라 지속적으로 증가하여 저장 20일에는 12.25~19.28 mg %을 나타내었다. 이는 저장기간에 따라 VBN가가 지속적으로 상승한다는 Dierick 등(1974)의 보고와 유사한 경향을 나타내었다. 냉각방법과 포장방법에 따른 차이를 비교하여 보면 진공포장 방법이 합기포장 방법에 비하여 낮은 VBN가를 나타내었으며, 공기냉각 방법이 빙수침지 방법에 비하여 초기 VBN가가 낮게 나타났으나, 저장기간의 경과에 따른 뚜렷한 차이를 발견할 수 없었다. 또한 가식권에 관하여 高坂(1975)은 VBN함량이 30 mg % 이상을 변패라고 보고하였고, Terasaki 등(1965)은 VBN함량이 18 mg % 이상에서 외관 및 냄새의 관찰로 관능적 변패가 일어난다고 하였다. 본 연구에서는 저장 20일에 공기냉각방법-합기포장방법(Ⅱ와 Ⅵ) 및 빙수침지냉각방법-합기포장방법 처리구

(Ⅷ)의 VBN수치가 18.87, 18.75 및 19.28 mg %로 가식권을 넘었으나, 외관적 이상과 이상취는 느낄 수 없었다.

3. 총균수의 변화

냉장저장 기간동안 냉각방법과 포장방법에 따른 흉근과 대퇴부위의 총세균 변화에 대한 결과는 Table 4와 같다. 총세균의 변화는 저장 1일에 5.85 log cfu/g(Ⅳ)~6.88 log cfu/g(Ⅵ)를 나타내었으나, 계속적으로 증가하여 저장 20일에 7.30 log cfu/g(Ⅴ)~8.20 log cfu/g(Ⅳ)까지 상승하였다. 이에 관하여 Egan 등(1980)은 총균수가 10⁸ 수준일 때 관능학적 부패를 발견할 수 있었다고 보고하였으나, 본 연구에서는 저장 20일에도 이상취 등의 관능학적 부패를 발견할 수 없었다.

냉각방법에 따른 차이는 없었으나 포장방법에 따른 차이는 저장 1일과 저장 20일에 진공포장 처리구가 합기포장 처리구에 비하여 낮은 세균수를 나타내었으나, 저장기간의 경과에 따라 저장 15일까지는 그 경향을 찾을 수 없었다. 이는 포장시의 전처리가 거의 동일하게 처리된 점을 감안하여 불 때 포장의 개봉 후 오염의 소지가 다분히 있기 때문으로 생각된다. 본 실험에서

Table 3. Changes in volatile basic nitrogen values in chicken treated with different chilling and packing methods during storage at -2℃

Region ¹	Treatments ²	Storage(d)					
		1	3	7	11	15	20
..... mg %							
Breast	Air-Vac (I)	8.62 ^C	9.97 ^{BCb}	10.17 ^{Bc}	9.20 ^{BCb}	9.57 ^{BCd}	12.25 ^{Ab}
	Air-Atm (Ⅱ)	9.55 ^E	11.51 ^{Da}	12.05 ^{Da}	14.10 ^{Ca}	15.63 ^{Bb}	18.87 ^{Aa}
	Imm-Vac (Ⅲ)	9.55 ^C	10.41 ^{BCab}	9.53 ^{Cc}	10.13 ^{BCb}	11.01 ^{Bc}	13.85 ^{Ab}
	Imm-Atm (Ⅳ)	10.12 ^B	11.60 ^{Ba}	11.20 ^{Bb}	15.16 ^{Aa}	17.42 ^{Aa}	16.63 ^{Aa}
Leg	Air-Vac (Ⅴ)	9.06 ^{Ba}	9.70 ^{Bc}	8.00 ^{Bd}	9.73 ^{Bc}	14.84 ^A	14.67 ^{Ab}
	Air-Atm (Ⅵ)	9.41 ^{Da}	11.07 ^{CDb}	11.46 ^{CDa}	13.55 ^{BCb}	14.84 ^B	18.75 ^{Aa}
	Imm-Vac (Ⅶ)	7.83 ^{Cb}	8.89 ^{Cc}	10.54 ^{BCb}	12.46 ^{ABb}	15.38 ^A	14.96 ^{Ab}
	Imm-Atm (Ⅷ)	9.69 ^{Da}	12.73 ^{Ca}	8.86 ^{Dc*}	15.94 ^{Ba}	16.45 ^B	19.28 ^{Aa}

¹ Breast and thigh meat data were statistically analyzed separately.

² Air : Air spray chilling, Imm : Immersion chilling

Vac : Vacuum packing, Atm : Atmosphere packing

A~D Means with same superscripts in the same row are not significantly different(P>.05).

a~c Means with same superscripts in the same column are not significantly different(P>0.05).

Table 4. Changes in total plate counts of chicken treated with different chilling and packing methods during storage at -2°C

Region	Treatments ¹	Storage(d)					
		1	3	7	11	15	20
..... log cfu / g							
Breast	Air-Vac (I)	6.32	7.47	7.72	7.79	7.69	7.86
	Air-Atm (II)	6.49	7.05	7.47	7.39	7.27	8.04
	Imm-Vac (III)	6.21	7.21	7.49	7.90	7.29	8.03
	Imm-Atm (IV)	5.85	7.16	7.00	7.60	7.13	8.20
Leg	Air-Vac (V)	6.50	7.20	7.68	7.04	7.81	7.30
	Air-Atm (VI)	6.88	7.04	7.07	6.90	7.31	7.64
	Imm-Vac (VII)	6.59	7.15	6.48	7.78	7.27	7.90
	Imm-Atm (VIII)	6.32	7.09	6.30	7.39	7.34	7.99

¹ Air : Air spray chilling, Imm : Immersion chilling
 Vac : Vacuum packing, Atm : Atmosphere packing

전체적인 균수가 높게 나타난 것은 시료 채취시 표면 육과 내부 육을 완전 마쇄후 채취하는 방법을 취한데 기인되며, 내부 육의 채취시 전체적인 총균수 또한 낮게 나타날 것으로 사료된다. 한편 부위별 총균수의 변화는 저장 1일에 대퇴부위가 흉근부위에 비하여 높은 균수를 나타내었으나, 저장기간의 경과에 따라 저장 20일까지 흉근부위가 대퇴부위에 비하여 높은 경향을 나타내었다. 일반적으로 상온에서 유통되는 신선계육의 미생물수는 $10^4 \sim 10^5 / \text{cm}^2$ 라는 보고(May, 1962;

김병석과 이유방, 1979)를 참고하여 볼 때 위생적인 처리를 거친 포장계육은 저장 20일 까지도 선도유지에 이상이 없다고 사료된다.

4. 대장균수의 변화

냉장저장중 냉각방법과 포장방법에 따른 흉근과 대퇴부위의 대장균수 변화에 결과는 Table 5와 같다.

냉각방법에 따른 대장균수의 변화는 저장초기에 2.52 log cfu / g 에서 3.52 log cfu / g 의 수치를 나타내

Table 5. Changes in coliform bacteria of chicken treated with different chilling and packing methods during storage at -2°C

Region	Treatments ¹	Storage(d)					
		1	3	7	11	15	20
..... log cfu / g							
Breast	Air-Vac (I)	2.52	3.13	3.82	4.43	3.89	4.31
	Air-Atm (II)	3.22	3.64	4.66	4.68	3.29	4.57
	Imm-Vac (III)	2.52	3.67	3.22	3.87	3.30	4.20
	Imm-Atm (IV)	2.82	2.82	3.92	3.87	2.92	4.44
Leg	Air-Vac (V)	2.82	2.82	4.46	3.68	4.29	4.62
	Air-Atm (VI)	3.30	4.09	3.89	4.67	3.30	4.30
	Imm-Vac (VII)	3.52	3.00	3.22	4.38	2.30	4.07
	Imm-Atm (VIII)	2.82	3.13	4.05	3.89	2.30	4.52

¹ Air : Air spray chilling, Imm : Immersion chilling
 Vac : Vacuum packing, Atm : Atmosphere packing

어 저장기간이 경과함에 따라 그 변화는 경미하게 변하였으나, 저장 20일에는 전 처리구에 걸쳐서 10^3 수준을 나타내었다. 그러나 실험 수행시 전체 시료의 마쇄에 따른 오염도 있을 것으로 사료되며, 처리구가 낮은 희석배수의 경우에는 나타나지 않은 경우도 있었다. 이에 관하여, 유익중(1990)은 *Enterobacteriaceae*는 일반적으로 부패에 직접 관여하는 주요 미생물은 아니지만, 몇 가지 세균들은 병원성 미생물로서 식품에 존재할 경우 위생적인 면에서 중요시 하여야 할 것이며, 진공포장 등의 경우에는 산패의 주요세균이 될 가능성이 있다고 보고하였다. Arafawa Chen (1975)은 계육을 진공포장하였을 때 미생물의 분포를 조사하였는데, 진공포장육의 경우 약 95.9%가 *Enterobacter*속이었다고 하였으며, Lillard(1990)는 열탕소독전 육계의 *Enterobacteriaceae*는 7.50 log cfu/carcass 의 높은 수치를 나타내었다고 하여 본 연구의 결과와 차이가 있었다.

적 요

도살후 냉각방법(공기냉각 및 빙수침지 냉각방법)을 달리하여 냉각시킨 계육으로부터 흉근부위와 대퇴부위를 발골하여, 진공포장과 합기포장을 하여 -2°C 의 저온냉장고에 보관하면서 저장 1, 3, 7, 11, 15, 20일에 거쳐 냉각방법과 포장방법이 계육의 저장성과 미생물증식에 미치는 영향에 대하여 조사하였다. TBA가는 저장기간의 경과에 따라 계속적으로 증가하였으나 저장 15일에는 전처리구 모두 TBA가가 현격히 떨어지는 경향이였으며, 그후 급격히 증가하였다($P < 0.05$). 부위간의 차이로는 대퇴부위에서 빙수침지-진공포장 처리구가 15일을 제외한 전 저장기간 동안 높은 TBA 수치를 나타내었으나 포장방법에 따른 경향은 찾아보기 어려웠다. VBN가는 저장 1일에 낮은 수치를 나타내었으나, 저장기간의 증가에 따라 계속적으로 증가하여 저장 20일에는 12.25~19.28 mg %를 나타내었다. 저장 20일을 넘어선 시점의 관능적 특징상 외관적 이상이나 이상취를 느낄 수 없었다.

총세균의 변화는 전처리구 모두 저장기간의 경과에 따라 증가하는 경향이였으나 포장방법에 따른 차이는 없었다. 부위간의 총세균의 변화는 저장기간이 경과함

에 따라 흉심부위가 대퇴부위에 비하여 높은 경향을 나타내었다.

(색인: 포장방법, 냉장계육, 냉각방법, TBA, VBN)

인용문헌

- Arafawa AS, Chen TC 1977 Characteristics of microorganisms associated with hotpack-aged, washed and immersion chilled broilers. *Poultry Sci* 56:918-928.
- Cunningham FE 1982 Microbiological aspects of poultry and poultry products-an update. *J Food Protec* 45:1149.
- Dierick A, Vandekerckhove P, Demeyer D 1974 Changes in nonprotein nitrogen components during dry sausages ripening. *J Food Sci* 39:301.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11:1-42.
- Egan AF, Ford AL, Shay BJ 1980 A comparison of *M. thermosphacta* and *lactobacilli* as a spoilage organisms of vacuum-packed sliced luncheon meats. *J Food Sci* 45:1745.
- Gokalp HT, Ockerman HW, Plimpton RF, Harper WJ 1983 Fatty acid of neutral and phospholipid, rancidity scores and TBA values as influenced by packing and storage. *J Food Sci* 48:8229.
- Igene JO, Pearson AM, Dugan LR Jr, Price JF 1980 Role of triglycerides and phospholipids on development of rancidity in model meat systems during frozen storage. *Food Chem* 5:263.
- Keel JE, Parmelee CE 1968 Improving the bacteriological quality chicken fryers. *J Milk Food Technol* 31:377.
- Lalaye CL, Simard RE, Lee BH, Holley RA 1984 Shelf-life of vacuum of nitrogen packed pastрами, effects of packaging atmospheres,

- temperature and duration of storage on microflora changes. *J Food Sci* 49:827.
- Lillard HS 1990 The impact of commercial processing procedures on the bacterial contamination and cross-contamination of broiler carcasses. *J Food Protec* 53:202-2045.
- May KN 1962 Bacterial contamination during cutting and packaging chicken in processing plants and retail stores. *Food Technol* 16:89.
- Melton SL 1983 Methodology for following lipid oxidation in muscle foods. *Food Technol* 37:105.
- Terasaki M, Kallkwa M, Fuiita E, Ishii K 1965 Studies on the flavor of meats. Part I. Formation and degradation of inosinic in meats. *Agri Biol Chem* 29:208.
- Turner EW, Paynter WD, Mountie EJ, Bessert MW, Struck GM, Olson FC 1954. Use of the 2-thiobarbituric acid reagent to measure rancidity in frozen pork. *Food Tech* 8(7):327.
- Witte VC, Krause GF, Bailey ME 1970 A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J Food Sci* 35:582.
- 高坂和久 1975 肉製品の鮮度保持測定. *食品工業* 18:105.
- 김병석, 이유방 1979 도계처리 방법이 근육내 대사 및 육질에 미치는 영향. *한국축산학회지* 21:515.
- 변명우, 권중호, 조한옥, 이미경, 김종근 1985 감마선 조사에 의한 닭고기의 이화학적 특성변화. *한국식품과학회지* 17(3):186.
- 유익중 1990 냉장닭고기의 저장성증진에 관한 연구. III. 포장방법이 닭고기의 저장성에 미치는 영향. *한국가금학회지* 17(3):203-209.