

죽초액을 급여한 육용 오리고기의 저장기간 중 pH, 지방산패도, 육색 및 관능평가의 변화

국 길[†] · 김 광 현

전남대학교 농업과학기술연구소 동물자원학부

Changes of pH, TBA, Meat Color and Sensory Evaluation on Duck Meat Fed Supplemental Bamboo Vinegar during Storage Period at 4°C

K. Kook[†] and K. H. Kim

*Division of Animal Science, Institute of Agriculture Science and Technology, Chonnam National University
300 Yongbong-dong, Buk-ku, Kwangju 500-757, South Korea*

ABSTRACT : This study was conducted to investigate the changes of pH, TBA, meat color and sensory evaluation on duck meat fed supplemental Bamboo vinegar during storage period at 4°C. Experiment animals (five-wk-old, Cherry Valley F₁, 100 chicks) were randomly assigned in four treatment groups. Treatments were control, 1%, 2% and 4% based on Bamboo vinegar addition. There was no pH difference in breast meat between groups on day 1 of storage, while pH of bamboo vinegar supplemented group was sustained high after 3 days. TBA values of Bamboo vinegar treated groups were significantly lower than control group ($P<0.05$) and were steady change during storage. The color value in lightness no difference between groups during the storage. The control was significantly increased in 6 d and 9 d, while the bamboo vinegar treated groups no difference during storage. The redness and yellowness in bamboo vinegar treatment were decreased in 3 d and 9 d storage. The decrease in yellowness was outstandingly observed in bamboo vinegar 1% and 2% treatment ($P<0.05$). The odor in terms of sensory evaluation was improved by supplemental bamboo vinegar treatment. The significant differences were observed on 1 d, 3 d and 6 d storage ($P<0.05$). The appearance of sensory evaluation of supplemental Bamboo vinegar treated groups ($P<0.05$) was significantly different in 1 d and 3 d storage. The results of this study indicate that the supplemental Bamboo vinegar 1% and 2% may improve meat quality during storage period in duck meat.

(Key words : duck meat, bamboo vinegar, meat color, TBA, sensory evaluation)

서 론

최근 우리는 축산물 완전개방화에 따른 대응전략으로 우리 축산물의 고급화 및 차별화가 요구되고 있는데 그 중 국민들의 식생활 수준향상과 더불어 고품질의 육류소비 증가와 건강에 대한 소비자들의 관심이 증가하고 있다. 이러한 소비자들은 고품질과 다기능성의 육류의 섭취를 원하고 있으며, 이러한 소비자들의 욕구를 만족시키기 위한 여러 기능성 물질들에 대한 연구 개발이 증가하고 있다. 최근에는 우리 생활 주변에 손쉽게 구할 수 있는 기능성 물질을 이용한 닭고기 및 오리고기 제품이 개발되어 소비자들의 기호를 증

진시키고 있다. 특히 유향을 급여하여 생산된 오리고기(박응우 등, 2000)가 소비자들에게 각광을 받고 있으며, 남은 음식물 및 폐자원(정승현 등, 2000), 목탄(류경선 등, 1997), 목초액 및 활성탄(성기승 등, 1997), 솔잎(금인섭, 1999)등을 이용하기도 하였다. 또한 양파(주선태 등, 1999), 녹차, 두충잎 및 구기자(조문규, 1999) 등을 급여하여 육질의 향상을 연구하는 보고들이 있다.

죽초액은 대나무와 그 부산물을 열분해시킬 때 나오는 연기로부터 채취된 수용성 액체로, 초산과 폴리페놀이 주성분이며 2백여 종류의 다양한 기능성 성분을 함유하고 있다. 죽초액에 대한 연구는 미미한 실정으로 이와 유사한 목초액의

[†] To whom correspondence should be addressed : kkuk21@hanmail.net

연구 결과를 살펴보면 목초액은 옛날부터 질병을 치료하는 민간 요법으로 이용되어 왔는데, 특히 생체의 생리활성 등의 대사작용에 관여한다고 보고되었고(김광은 등, 2000; Nagato, 1983), 의료, 식품, 사료 환경개선 등에 적용이 가능하다고 하였다(Matsuta, 1975). 축산분야에서 죽초액에 대한 연구보고는 없지만 최윤석과 고태송(1991), 고태송 등(1991), 이석순(1999)는 목초액의 급여가 산란계에 미치는 영향을 보고하였으며, 류경선 등(1997)은 목탄액 급여가 육계에 미치는 영향을 보고하였다.

따라서 본 연구에서는 죽초액을 급여한 육용오리고기의 4℃ 저장기간 동안 pH, 지방산패도, 육색 및 관능평가의 변화에 미치는 영향을 구명하고자 시행하였다.

재료 및 방법

1. 시험동물 사양관리

시험동물은 5주령(평균체중 $1,280 \pm 5g$)의 Cherry Valley종 오리 100수를 처리구당 25수씩을 배치하였으며, 대조구는 시판배합사료를, 죽초액 1%, 2% 및 4% 구는 시판배합사료에 죽초액을 각각 1%, 2% 및 4% 수준으로 혼합하여 자유채식시켰다. 음수의 공급은 원형급수기를 설치하여 자유롭게 먹을 수 있게 하였다.

2. 죽초액의 준비

담양에서 생산된 대나무와 죽제품 제조 후 남은 그 부산물을 탄화온도 350~430℃에서 30분간~1시간 탄화 건류시키는 동안 탄화로에서 배출되는 연기(채취온도 80~150℃)를 냉각시켜서 조죽초액을 수집하였다. 수집된 죽초액을 불활성물질의 안정화와 더불어 경유층, 죽초액층, 타르층으로 분리시키기 위해 6개월간 정치시킨 후 중간층을 취하여 100℃에서 증류·냉각시킨 2차 정제 죽초액을 시험에 사용하였다.

3. 조사항목 및 분석 방법

도압 후 가슴육을 지퍼백에 넣어 $4.0 \pm 1.5^\circ C$ 에서 1일, 3일, 6일 및 9일 동안 저장하여 pH, 육색, 지방산패도 및 관능평가를 실시하였다.

1) pH 측정

Skin pH 측정기(Orion, Model 520A, USA)를 이용하여 측정하였다.

2) 육색 측정

측정부위를 공기 중에 노출하여 30분 정도 방치시킨 후 육색측정기(Minolta, CR-301)로 명도, 적색도 및 황색도를 측정하였다. 이때 표준판은 $L^*=95.69$, $a^*=0.17$, $b^*=1.63$ 의 백색 타일을 사용하였다.

3) 지방산패도(Thiobarbituric Acid; TBA) 측정

지방산패도 측정은 Witte et al.(1970)의 방법에 따라 실시하였다. 준비된 시료 10 g에 5% TCA (trichloroacetic acid)용액 50 ml를 가하여 blender에서 2분간 교반하고, Kjeldahl flask에 시료와 2.5 ml의 HCl 용액과 1 ml BHT(butylated hydroxytoluene)용액(1mg/ml Ethanol), 비등석을 넣어 가열하여 증류액 50ml을 수집한다. 수집된 시료를 잘 섞어 50 ml의 증류액을 filter paper로 거른 후, 5 ml의 증류액과 TBA 5ml (Thiobarbituric Acid/500 ml 90% Acetic Acid)를 넣고 발색시킨 후, 분광분석기로 539 nm에서 흡광도를 측정하였다.

4) 관능평가

관능검사는 잘 훈련된 관능검사위원 15명중 10명을 무작위로 추출하여 냄새와 외관의 기호도를 9점 등급제(9=가장 좋다; 8=대단히 좋다; 7=보통으로 좋다; 6=약간 좋다; 5=좋지도 싫지도 않다 4=약간 싫다; 3=보통으로 싫다; 2=대단히 싫다; 1=가장 싫다)에 준하여 평가하였다.

4. 통계분석

자료 분석은 SAS 패키지 프로그램 (1998)을 이용하여 분산분석을 실시하였으며 각 처리구 평균간의 차이에 대한 유의성은 Duncan의 다중검정법에 의하여 분석하였다.

결과 및 고찰

1. pH의 변화

죽초액을 급여한 오리 가슴육의 4℃ 냉장 저장중 pH 변화는 Table 1에서 보는 바와 같다. 저장일별 pH의 변화를 살펴보면 저장 1일에는 6.67~6.88의 범위로 대조구와 죽초액 급여구간에 별다른 차이는 없었다. 저장 3일에는 대조구가 6.53, 죽초액 1%, 2% 및 4% 급여구가 각각 6.72, 6.55 및 6.66으로 죽초액 1% 급여구가 유의적($P < 0.05$)으로 높게 나타났다. 저장 6일과 9일에도 죽초액 1% 급여구가 대조구에 비해 유의적인($P < 0.05$) 차이를 나타냈다. 각각의 처리구별 저장기간이 경과함에 따른 pH의 변화를 살펴보면 대조구는 저장 3

Table 1. Changes in pH of breast meat of broiler ducks fed supplemental bamboo vinegar during storage at 4°C (Mean±SD)

Storage period	Treatments			
	0 %	1 %	2 %	4 %
1 d	6.83±0.14 ^w	6.88±0.11 ^y	6.77±0.12 ^x	6.67±0.09 ^x
3 d	6.53±0.04 ^{bx}	6.72±0.06 ^{ay}	6.55±0.03 ^{bx}	6.66±0.05 ^{abx}
6 d	6.91±0.07 ^{cw}	8.40±0.25 ^{aw}	7.46±0.27 ^{bcw}	7.72±0.23 ^{bw}
9 d	6.23±0.05 ^{cy}	7.69±0.21 ^{ax}	6.71±0.16 ^{bx}	7.55±0.12 ^{aw}

^{a-c} Means in the same row with different superscripts differ significantly(P<0.05).

^{w-y} Means in the same column with different superscripts differ significantly(P<0.05).

일, 6일 9일에 따라 유의적인(P<0.05) 차이를 나타낸 반면에 죽초액 1%와 2% 급여구는 저장 6일과 9일에 유의적인(P<0.05) 차이를 나타냈다. 죽초액 4% 급여구는 저장 6일에 유의적인(P<0.05) 차이를 나타냈으며 저장 6일과 9일 사이에는 유의성이 없었다. 일반적으로 가축의 도살 후 pH 변화는 육색과 보수력, 가공특성 등에 영향을 미치는 것으로 알려져 있는데(Boles et al., 1993), 특히 pH의 증가는 사후강직을 거쳐 서서히 강직의 해제과정을 거치면서 육의 숙성 중 근육내의 효소나 미생물이 분비한 효소들에 의해서 주로 단백질이 분해되고 유리 아미노산 및 비단백태질소화합물 등의 단백질 분해산물의 증가에 의한 것으로 알려져 있다. 따라서 죽초액 첨가가 육용오리의 육질 변화에 간접적으로 영향을 주었음을 추측할 수가 있었다.

2. 지방산패도(TBA)의 변화

죽초액을 급여한 오리 가슴육의 4°C 저장기간 동안에 지방산패도의 변화는 Table 2에서 보는 바와 같다. 저장 1일에 대조구는 0.33 mg/kg, 죽초액 1%, 2% 및 4% 급여구는 각각 0.21 mg/kg, 0.21 mg/kg 및 0.25 mg/kg으로 죽초액을 급여함으로써 지방산패도는 감소하는 경향이었는데, 특히 죽초액

1%와 2% 급여수준에서 유의적(P<0.05)으로 낮게 나타났다. 이러한 결과는 저장 3일, 6일 및 9일에도 같은 경향을 나타냈다. 저장기간이 경과함에 따른 지방산패도의 변화는 대조구와 죽초액 급여구 공히 저장 1일과 3일에는 유의적인 차이가 없었으나 저장 6일과 9일에 유의적인 변화를 나타냈다. 식육의 지방산패도는 저장기간이 증가함에 따라 TBA수치가 증가하며, 육의 숙성과정에서 지방분해효소에 의해 가수분해적인 변화와 미생물대사에 의한 산화적 변화로 탄소 복합물, 알콜, 케톤, 알데하이드 등으로 분해된 부산물의 증가로 TBA수치가 증가하며, Laleye et al.(1984)은 저장 초기에 지방산화에 의해 malonaldehyde(MA)가 다량 생성되나, 일정시간 경과 후에는 MA생성이 감소하거나 분해 또는 histidine 등의 아미노산과 결합하여 TBA 값이 감소한다고 하였다. 본 시험에서 죽초액 급여에 의해 지방산패도가 낮게 나타났는데 이는 죽초액의 항산화 작용에 의한 것으로 추측되며 이러한 결과는 죽초액의 첨가가 어떠한 작용에 의하여 일어났는지 알 수 없었지만 앞으로 계속하여 구체적인 연구가 필요하다고 사료된다.

3. 육색의 변화

Table 2. Changes in TBA(mg/kg) value of breast meat of broiler ducks fed supplemental bamboo vinegar during storage at 4°C(Mean±SD)

Storage period	Treatments			
	0 %	1 %	2 %	4 %
1 d	0.33±0.01 ^{ay}	0.21±0.01 ^{cy}	0.21±0.01 ^{cy}	0.25±0.004 ^{by}
3 d	0.31±0.01 ^{ay}	0.21±0.01 ^{cy}	0.22±0.01 ^{cy}	0.29±0.01 ^{by}
6 d	0.59±0.01 ^{ax}	0.48±0.03 ^{bx}	0.47±0.01 ^{bx}	0.49±0.01 ^{bx}
9 d	0.79±0.02 ^{aw}	0.67±0.01 ^{cw}	0.71±0.01 ^{bw}	0.70±0.01 ^{bcw}

^{a-c} Means in the same row with different superscripts differ significantly(P<0.05).

^{w-y} Means in the same column with different superscripts differ significantly(P<0.05).

Table 3. Changes in color of breast meat of broiler ducks fed supplemental bamboo vinegar during storage at 4°C (Mean±SD)

Storage period		Treatments			
		0 %	1 %	2 %	4 %
Lightness	1 d	42.4 ±0.74 ^x	43.88±1.20	43.99±0.80	44.34±0.80
	3 d	45.17±1.26 ^{wx}	44.42±1.37	43.33±0.92	44.01±0.60
	6 d	45.53±0.91 ^w	44.54±0.98	45.08±0.63	46.27±0.46
	9 d	45.76±1.14 ^w	43.94±1.41	44.63±0.73	44.21±0.56
Redness	1 d	14.09±0.47 ^{wx}	12.73±0.69	12.77±0.89	13.93±0.73
	3 d	15.40±0.47 ^{aw}	12.33±0.94 ^b	13.39±0.82 ^{ab}	12.86±0.96 ^b
	6 d	13.29±0.49 ^x	13.11±0.54	13.58±0.91	13.09±0.52
	9 d	15.07±0.86 ^{awx}	12.28±0.68 ^b	13.42±0.61 ^{ab}	13.49±0.44 ^{ab}
Yellowness	1 d	4.53±0.28 ^y	5.03±0.63 ^w	4.14±0.40 ^y	4.96±0.24 ^{wy}
	3 d	6.51±0.65 ^{awx}	4.31±0.64 ^{bx}	4.68±0.68 ^{bx}	5.13±0.33 ^{abx}
	6 d	5.32±0.63 ^x	5.06±0.31 ^w	5.81±0.87 ^w	6.42±0.72 ^w
	9 d	7.29±0.49 ^{aw}	4.30±0.26 ^{bx}	5.20±0.43 ^{bwx}	4.67±0.49 ^{by}

^{ab} Means in the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

^{wy} Means in the same column with different superscripts differ significantly (P<0.05).

죽초액을 급여한 오리 가슴육의 4°C 저장기간 동안에 육색의 변화는 Table 3에서 보는 바와 같다. 육색은 구매시 소비자들의 선택에 있어 1차적인 요인으로 소비를 촉진시키는 데 기여할 수 있기 때문에 육색은 소비자들의 구매력과 직결된다고 볼 수 있다. 명도는 대조구와 죽초액 급여구간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 저장기간이 경과함에 따라 대조구는 저장 6일과 저장 9일에 유의적(P<0.05)으로 높게 나타난 반면에 죽초액 1%, 2% 및 4% 급여구는 별다른 변화가 없었다. 적색도 값은 저장 3일에 대조구에 비해 죽초액 급여구에서 낮게 나타나는 경향을 나타냈는데 특히 죽초액 1%와 4% 급여구에서 유의적인 차이를 나타냈다. 저장 9일에는 대조구에 비해 죽초액 급여구에서 낮은 경향을 나타냈는데 특히 죽초액 1% 급여구가 유의적인 차이를 나타냈다. 저장기간이 경과함에 따라 대조구는 저장 6일에 유의적으로 낮게 변화한 반면에 죽초액 1%, 2% 및 4% 급여구는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 황색도는 저장 3일과 9일에 대조구에 비해 죽초액 급여구에서 낮게 나타냈는데 특히 죽초액 1%와 2% 급여구에서 유의적인(P<0.05) 차이를 나타냈다. 저장기간이 경과함에 따라 대조구는 저장 3일에 유의적으로 증가한 반면에 죽초액 급여구는 저장 6일에 공히 유의적으로 증가함을 나타냈으며, 저장 9일에 다시 감소하는 경향을 나타냈다. 따라서 죽초액의 첨가가 육용오리 가슴육에 대한 저장기간 중의 명도에 별다른 영향을 미치지 않았지만 적색도의 저장 3일과 9일 그리고 황색도의 저장 3일,

6일 및 9일에 차이를 나타내는 것으로 미루어 볼 때 죽초액이 육에 간접적으로 영향을 추측할 수 있으나 이런 작용에 대한 정확한 기작은 밝혀지지 않았으며 계속적인 연구가 필요하다.

4. 관능평가의 변화

죽초액을 급여한 오리 가슴육의 4°C 저장기간 동안에 관능평가 결과는 Table 4에서 보는 바와 같다. 생육 상태에서 이취, 불결취, 혈액취 등의 냄새는 저장 1일에는 대조구가 5.00, 죽초액 1%, 2% 및 4% 급여구가 각각 5.38, 5.58 및 5.38로 죽초액 급여구에서 높은 점수를 나타냈으며 특히 죽초액 급여구가 대조구에 비해 유의적인 차이를 나타냈다. 저장 3일과 6일에는 대조구에 비해 죽초액 급여구에서 유의적(P<0.05)으로 높은 점수를 나타낸 반면에 저장 9일에는 죽초액 첨가 효과가 뚜렷하게 나타나지 않았다. 저장기간의 경과에 따른 냄새는 대조구와 죽초액 급여구 공히 유의적(P<0.05)으로 감소하게 나타났다. 이러한 결과는 죽초액을 급여한 오리고기는 저장 기간 동안에 발생하는 오리고기 특유의 이취와 이상취가 개선되는 효과가 있는 것으로 추측된다. 생육상태의 외관은 저장 1일과 저장 3일에 죽초액 급여구가 대조구에 비해 높은 점수를 나타냈으며, 특히 죽초액 1%와 2% 급여구에서 유의적인(P<0.05) 차이를 나타냈다. 저장 6일과 9일에는 죽초액 급여구가 대조구에 비해 별다른 차이를 나타내지 않았는데 이는 육표면의 수분 발생에 따라 대

Table 4. Changes in sensory evaluation of breast meat of broiler ducks fed supplemental bamboo vinegar during storage at 4°C (Mean ± SD)

Items	Treatments			
	0 %	1 %	2 %	4 %
Odor				
1 d	5.00±0.02 ^{bw}	5.38±0.11 ^{aw}	5.58±0.13 ^{aw}	5.38±0.15 ^{aw}
3 d	3.78±0.18 ^{bx}	4.44±0.00 ^{ax}	4.00±0.15 ^{ax}	4.00±0.18 ^{ax}
6 d	1.89±0.17 ^{by}	2.22±0.15 ^{ay}	2.44±0.18 ^{ay}	2.35±0.20 ^{ay}
9 d	1.11±0.11 ^{abz}	1.44±0.18 ^{az}	1.11±0.11 ^{abz}	1.00±0.00 ^{bz}
Appearance				
1 d	5.89±0.11 ^{bw}	6.67±0.24 ^{aw}	6.67±0.17 ^{aw}	6.33±0.17 ^{abw}
3 d	4.11±0.17 ^{bx}	4.67±0.60 ^{ax}	4.67±0.17 ^{ax}	4.00±0.00 ^{bx}
6 d	2.67±0.17 ^y	2.22±0.15 ^y	2.33±0.17 ^y	2.56±0.18 ^y
9 d	2.33±0.17 ^y	2.33±0.24 ^y	2.33±0.17 ^y	2.67±0.17 ^y

^{a,b} Means in the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

^{w-z} Means in the same column with different superscripts differ significantly (P<0.05).

조구와 죽초액 급여구간에 차이가 없었다. 저장기간의 경과에 따른 외관은 대조구와 죽초액 급여구 공히 유의적(P<0.05)으로 감소하게 나타났다. 따라서 죽초액을 육용오리 급여함으로써 이취제거 효과와 외관을 개선시키는 효과가 있는 것으로 사료된다.

적 요

본 연구는 죽초액을 육용오리에 급여하여 생산된 고기의 pH, TBA, 육색 및 관능평가의 변화에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 시험동물은 5주령(평균체중 1,280±5g)의 Cherry Valley종 오리 100수를 처리구당 25수를 배치하였으며, 대조구 및 죽초액 1%, 2%, 4%의 4개의 시험구로 나누었다. pH는 저장 1일에는 처리구간에 별다른 차이가 없었으나, 저장 3일, 6일 및 9일에 모든 죽초액 급여구가 대조구에 비해 높게 나타났다. 저장기간이 경과함에 따른 pH의 변화는 모든 죽초액 급여구가 비교적 안정적인 변화를 나타냈다. 지방산패도는 저장 1일, 3일, 6일 및 9일에 모든 죽초액 급여구가 대조구에 비해 유의적(P<0.05)으로 낮게 나타났으며, 저장기간이 경과함에 따라 대조구와 죽초액 급여구 공히 저장 6일과 9일에 유의적인 차이를 나타냈다. 육색에서 명도는 대조구와 죽초액 급여구간에 유의적인 차이는 없었다. 저장기간의 경과에 따라 대조구는 저장 6일과 9일에 유의적으로 증

가한 반면에 죽초액 급여구에서는 별다른 차이가 없었다. 적색도는 저장 3일과 9일에 죽초액 급여구에서 감소함을 나타냈다. 황색도는 저장 3일과 9일에 죽초액 급여구가 대조구에 비해 낮게 나타났는데 특히 죽초액 1%와 2% 급여구에서 유의적인(P<0.05) 차이를 나타냈다. 관능평가에서 냄새는 대조구에 비해 죽초액 급여구에서 개선 효과를 나타냈는데 특히 저장 1일, 3일 및 6일에 유의적인(P<0.05) 차이를 나타냈다. 외관은 대조구에 비해 죽초액 급여구에서 개선 효과가 나타났는데 특히 저장 1일과 3일에 유의적인(P<0.05) 차이를 나타냈다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 육용오리에 대한 죽초액 1%와 2% 급여가 가슴육의 저장안정성에 보다 효과적임을 알 수 있었다.

(색인어 : 육용오리, 죽초액, 육색, 지방산패도, 관능평가)

사 사

본 논문은 (주) 성하바이오측산의 연구비 지원을 받아 수행되었으며 연구진행에 아낌없는 지원을 해주신 이종봉 사장님께 감사드립니다.

인용문헌

Boles JA, Shand PJ, Patience JF, McCurdy AR, Schaefer AL

- 1993 Acid base status of stress susceptible pigs affects sensory quality of loin roasts. *J. Food Sci* 58:1254-1257.
- Laleye LC, Lee BH, Simard RE, Carmichael L, Holley RA 1984 Shelf life of vacuum-or nitrogen-packed pastrami: Effects of packaging atmospheres, temperature and duration of storage on microflora changes. *J Food Sci* 49:827-831.
- Nagata K 1983 Clinical studies of natural sap on the hepato cellular jaundice. *The Clinical Report* 17 (11): 231-342.
- Matsuta K 1975 Studies on the deintoxification of drug. *The Clinical Report* 9(13).
- SAS 1998 SAS User's Guide : Statistics. SAS Inst Inc Cary NC.
- Witte VC, Krause GF, Baile ME 1970 A new extracion method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J Food Sci* 35:582-588.
- 고태송 최윤석 김동희 1991 백색산란계의 단백질 및 에너지 대사에 미치는 성형목탄가루, 목초액 및 양조식초의 첨가사료의 영향. *한국가금학회지* 18:85-95.
- 금인섭 1999 솔잎이용 약용오리고기 및 솔잎 약용란 생산 기술 개발. *농림개발과제 보고서* pp 325-328.
- 김광은 박상범 안경모 2000 숯과 목초액. *한림저널사* p.77.
- 류경선 이문준 송근섭 나중삼 김종승 1997 목탄과 목탄액의 첨가가 육계의 생산성 및 육질에 미치는 영향. *한국가금학회지* 24:139-143.
- 박응우 박준철 유충현 박무균 이동원 채현석 차영호 2000 오리의 유황 첨가수준이 성장 및 생산물에 미치는 영향. *축산기술연구소 시험보고서* pp 475-485.
- 성기승 노정해 한찬규 김영봉 이복희 정재홍 맹원재 1997 목초액이 첨가된 황성탄의 급여가 계란의 이화학적 특성에 미치는 효과. *한국식품동물자원학회지* 17:162-170.
- 이석순 1999 숯과 목초액으로 사육한 저공해 계란 생산기술 개발. *현장애로기술 개발사업 농업인개발과제 결과요약* p 307-310.
- 정승헌 이상락 김철 이도형 맹원재 권윤정 2000 남은 음식물 및 유기성 폐자원을 활용한 오리사료의 제조 및 가치 평가. *한국가금학회지* 27:13-18.
- 조문규 1999 오리산업의 현황과 발전방향.
- 주선태 허선진 이정일 이제룡 김동훈 하영래 박구부 1999 양파부산물 급여가 돈육의 지질산화와 혈액성상 및 항돌연변이성에 미치는 영향. *한국동물자원학회지* 41:671-678.
- 최윤석 고태송 1991 자색 산란계의 산란성적에 미치는 성형 목탄가루, 목초액 및 양조식초의 첨가사료의 영향. *한국가금학회지* 18(1):33-42.