

# 가축사양에 있어서 감 과피와 감 과피 탄닌 추출물의 이용

## Utilization of Persimmon Peel and Its Tannin Extracts for Animal Feeding

신영근\* · 안병기 · 강창원  
건국대학교 동물생명과학대학

### ABSTRACT

Tannins are phenolic compounds that precipitate proteins and composed of a very diverse group of oligomers and polymers. Tannins are potential biological antioxidants, which are widely believed to be an important line of defense against oxidative damage and may participate in the prevention of cancer and cardiovascular disease. Persimmon (*Diospyros kaki L.*) has been cultivated in East Asia and is a good source of nutritional antioxidant vitamins, carotenoids and tannins. In general persimmon peel was regarded as a waste matter, although based on recent studies, the peel contains more carotenoids and polyphenols than pulp. Several investigation conducted in experimental animals have reported that dietary persimmon fruit and peel effectively lowered the levels of plasma total cholesterol and LDL-cholesterol.

We conducted experiments to investigate *in vitro* antioxidative activities of persimmon peel powder (PP) and its soluble tannin extract (ST) and their dietary effects on productive performances and physiological responses in poultry. The PP and ST exhi-

bited *in vitro* antioxidative activity in SOD-like activity model. The yolk color and eggshell color were significantly improved by the addition of PP and ST into layer diets. The contents of total cholesterol, triacylglycerol and phospholipid of liver in the groups fed diets containing PP and ST tended to be reduce as compared with those of control. With adding of PP and ST, Haugh unit was increased after 7 and 14 days of storage. In conclusion, PP and ST can be used as valuable feed additives for reducing hepatic lipid contents without harmful effects on overall productive performances and physiological responses in laying hens.

▶ **Key words** : tannins, persimmon peel powder, soluble tannin extract, antioxidative activity, Haugh unit, hepatic lipid content)

### 1. 서론

폴리페놀은 식물체의 성장과 생식에 중요한 역할을 하는 천연 화합물로, 스트레스로부터 식물체를 보호하거나 병원체에 대한 저항성을 부여하는 물질이다 (Kruzer와 Xu, 1997). 자연계의 폴리페놀류는 단순

페놀계 화합물로부터 탄닌과 같은 복합 polymer로 된 화합물을 모두 포함하는 물질의 총칭이다(Bravo, 1998; Cos 등, 2004). 탄닌은 hydroxyl기와 한 개 이상의 당 잔기의 결합, 또는 aromatic carbon과 당의 직접적인 결합으로 구성되어 있으며, 분자량이 30,000 Da에 이르는 화합물이다(Santos-Buelga와 Scalbert, 2000). 식물체 유래의 탄닌은 크게 hydrolyzable tannins (HTs)와 condensed tannins (CTs, proanthocyanidins)의 두 그룹으로 분류한다(Santos-Buelga 등, 1995).

근래 들어 탄닌을 비롯하여 다양한 종류의 폴리페놀이 항산화제로서 작용한다는 사실이 알려지면서 이들의 섭취에 대한 관심이 높아지고 있다(Chung 등, 1998). 25종의 탄닌 및 탄닌 유사 화합물을 시험한 연구에서 지질 과산화 억제 효과가 증명되었으며(Hong 등, 1995), 다른 *in vitro* 실험에서도 저분자의 천연 페놀계 화합물이 천연 항산화물질인 비타민 E나 A와 유사한 정도의 유리기 제거 효과를 발휘하는 것으로 나타났다(Rice-Evans 등, 1996). 혈중 콜레스테롤 수준의 감소와 저밀도 지방단백(low density lipoprotein, LDL) 산화의 억제, 혈소판 응집의 저해 작용을 통해 관상동맥질환의 발생을 현저히 감소시킨다는 연구 결과도 보고되었다(Heinonen 등, 1998).

감(*Diospyros kaki L.*)은 동아시아 특유의 과수로 한국, 중국, 일본이 원산지로 주성분은 당질이 15-19%이며, 포도당과 과당의 함유량이 비교적 높은 특성이 있다(Young과 How, 1986). 천연항산화제인 비타민 C(7.5mg/100g 이상),  $\beta$ -cryptoxanthin, zeaxanthin 및  $\beta$ -carotene과 같은 카로티노이드와 탄닌이 비교적 높은 수준으로 함유되어 있으며(Gross, 1987; Uchida 등, 1989), 건조 중량으로 감 100g 내에 폴리페놀류가 0.16-0.25g, 카로티노이드가 0.002g 함유된 것으로 밝혀졌다(Gorinstein 등, 1994). 감 과피는 껍질 제조 또는 감 과실 가공 시에 생산되는 부산물로 현재는 생산된 대부분의 감 과피가 쓰레기로 폐기되고 있는 실정이다. 그러나 감 과피 내에는 감 펄프에 비해 카로티노이드와 폴리페놀 양이 더 많아서 이들 성분의 이용이 가능하다는 연구보고(Gorinstein 등, 1998b; 2001)를 근거로 할 때 탄닌 등 유효 성분의 효율적 추출을 통한 기능성 첨가제로의 활용 가능성이 매우 높을 것으로 판단된다. 본 고에서는 탄닌의 다양한 생리활성에 대해 현재까지 알려진 연구 자료들을 소개하고 본 연구실에서

수행했던 일련의 연구결과들을 언급하고자 한다.

## II. 탄닌의 종류, 화학적 구조 및 분포

탄닌은 단백질과 결합하는 특성을 가진 폴리페놀을 총칭하는 것으로, 탄닌 화합물을 정의한 다수의 의견 중에서 '특정 조건에 따라 단백질과 강하게 결합하는 성질을 가지는 hydroxyl기와 carboxyl기 함유의 고분자 페놀계 화합물'로 규정하기도 한다(Horvath, 1981). 일반적인 특성은 free phenolic 기를 가지는 복합구조의 oligomer, 분자량이 500에서 30,000 Da 정도로 단백질과 결합하여 불용성 또는 수용성 tannin-protein 복합물을 형성한다(Haslam, 1988). 탄닌 연구는 처음 1785년 oak gall로부터 피혁 연화물질을 추출분리하여 탄닌이라 명명한 것로부터 시작되었다. 1970년대까지는 탄닌에 대한 연구가 미미하였으나, 그 후 1980년대에 들어와 크로마토그래피 등 분리 기술의 발달로 현재 약 400종류 이상의 탄닌의 구조가 밝혀졌다(안봉전 등, 2003).

HTs는 중심부에 polyol (주로 D-glucose)을 가지는 구조로서 탄수화물의 hydroxyl기는 gallic acid (gallotannin) 또는 ellagic acid (ellagitannin)와 같은 phenol기와 결합된 형태이다(Clifford와 Scalbert, 2000; Strumeyer와 Malin, 1975). 약산과 약염기에서도 가수분해되어 탄수화물과 phenolic acid로 분해되며, 열수와 효소(tannase)에 의해서도 CTs에 비해서는 쉽게 가수분해된다(Haslam, 1998). HTs는 식물체 내에 그리 많은 양이 존재하지는 않는데 반해 CTs는 HTs에 비해 자연계에 더 널리 분포하며, 탄소-탄소 골격에 연결된 flavonoid units가 2-50개 정도의 oligomer 또는 polymer로 존재한다(Hagerman, 2002). CTs는 leucoanthocyanidin과 catechin의 중합으로 형성된 hydroxy-flavanols이며, 이들 화합물은 tannin-protein 복합체를 형성하는데(Ahn, 1992), 결합 방식과 화합물의 종류에 따라 다양한 형태로 존재한다(Porter와 Chan, 1991; Uchida 등, 1987). 산성 알코올 용액 열처리를 통해 분해하면 anthocyanidins로 가수분해 된다.

다기능을 가지는 것으로 생각되는 탄닌은 식물계에서 그 분포가 매우 넓어서 양적인 차이는 있으나 자엽을 제외한 대부분의 식물조직 내에서 발견되며(Lees 등, 1995), 성숙이 진행함에 따라 점차 감소하거나 오히려 증가하는 경향을 나타내기도 한다(Mace와

Howell, 1974). HTs 및 CTs 수준과 함유 비율은 식물체별로 다소의 차이를 나타내는 것으로 알려져 있다(Okuda, 2005).

### III. 항영양인자로서의 탄닌

오래 전부터 영양적 관점에서 탄닌은 단백질, 아미노산 및 미량 광물질의 소화 흡수를 감소시키는 항영양인자로서 인식되었다(Jansman, 1993). 일반적으로 탄닌 함량이 높은 원료는 기호성이 낮고 섭취량을 감소시키며(Ortiz 등, 1994), 반추위 내에서의 조섬유와 유기물 소화율을 저하시키는 것으로 보고되었으나(Barry와 Manley, 1984), 적정량의 탄닌을 섭취한 경우 반추위 내에서의 질소 분해를 억제하는 기전을 통해 질소 흡수율이 증가하며 생산성을 향상시키는 긍정적인 측면을 지니고 있기도 하다(Waghorn 등, 1987).

탄닌을 직접 급여하거나, 탄닌 함량이 높은 원료를 급여하면 섭취량이 감소하고 영양소의 소화율 및 생산효율이 저하되는 부정적인 결과가 나타난다(Mehansho 등, 1985; Mitjavila 등, 1977). 이러한 영향은 종 특이적이며(Elkin 등, 1990; Zhu 등, 1992), 탄닌의 종류, 섭취량, 동물의 내성에 따라 다소 차이를 보인다(Hervas 등, 2003; Rayudu 등, 1970). 탄닌은 타액 내 당단백질간의 결합에 의해 특유의 떫은 맛을 내며 기호성을 떨어뜨려 섭취량을 감소시키고 궁극적으로는 생산성을 저하시킨다(Lu와 Bennick, 1998). 합성 탄닌을 시료로서 이용한 연구에서는 탄닌이 함유되지 않은 대조구와 비교하여 섭취량과 생산성을 저하시키는 것으로 보고되었다(Armanious 등, 1973). 사료섭취량에 대한 탄닌의 부정적인 영향은 분자량별로도 다소 상이한데, 저분자량 폐놀계 화합물의 부정적 영향이 더 큰 것으로 알려져 있다(Rayudu 등, 1970).

가금에서도 비교적 높은 수준으로 탄닌을 급여하면 성장을 저하(Rayudu 등, 1970), 단백질 이용성의 감소 및 필수 아미노산의 배설 증가(Jansman, 1993) 및 장 점막의 손실(Mitjavila 등, 1977)과 같은 부정적 영향을 미친다. 탄닌 함량이 0.5-2.0% 수준인 사료를 가금에 급여하면 성장이 저하되고 난 산성이 떨어지는 결과가 관찰되며(Armanious 등, 1973), tannic acid는 더 낮은 수준에서도 독성을 발휘할 수 있다(Vohra 등, 1966). Faba bean

(*Vicia faba L.*)에서 추출한 탄닌을 어린 병아리와 쥐의 실험사료에 0, 0.8 및 1.6% 수준으로 첨가하여 급여했을 때 쥐에서 나타나는 독성에 비해 어린 병아리에서 탄닌은 증체 및 사료효율을 감소시킴으로써 독성이 더 심화되어 나타난다고 하였다(Ortiz 등, 1994).

Tannic acid 또는 탄닌 분해산물이 장에서 흡수되어 독성을 발휘한다는 결과들도 다수 보고되었는데(Karin 등, 1978; Rayudu 등, 1970), 대부분의 연구에서 탄닌의 급여는 에너지 및 질소 소화율을 감소시키고 소화효소의 활성을 저하시키는 것으로 나타났다(Mahmood와 Smithard, 1993; Yuste 등, 1992). Flores 등(1994)은 3주령의 육성계에 탄닌을 함유하는 원료 급여 후 TME<sub>N</sub> 및 전분 소화율이 감소된다고 하였고, Mahmood와 Smithard (1993) 역시 외견상 N 소화율과 회장 N 소화율이 낮아지는 결과를 관찰하였는데, 이는 소화기관 내에서의 탄닌-효소 복합체의 형성에 의한 소화효소의 활성 저하와 관련이 있다(Longstaff와 McNab, 1991a; 1991b).

산란계에 정제 탄닌을 급여한 연구에서 사료 내 1% 수준까지는 사료섭취량과 난 생산성에 큰 영향이 없었으나, 2% 이상 급여구에서는 성적이 저하되었고(Blakeslee와 Wilson, 1979), HTs의 일종인 정제 galotannin을 육성계에 급여했을 때 성장률과 질소 소화율이 탄닌 섭취량과 반비례한다는 결과도 보고되었다(Ahmed 등, 1991). CTs를 급여한 연구에서 단백질, 전분 및 지방 소화율이 각각 62%, 6% 및 4% 감소하였으며, 각 영양소의 분해효소의 활성 저하가 동반되어 나타났다(Yuste 등, 1992). 장 점막 내 dipeptidase (EC 3.4.13.11) 및 sucrase  $\alpha$ -glucosidase (EC 3.2.1.48)의 활성 역시 저하되는 것으로 알려져 있다(Ahmed 등, 1991).

사료 내 단백질 수준을 증가시키거나(Longstaff 등, 1993), 메치오닌을 추가적으로 공급해주면(Elkins 등, 1978; Sell과 Rogler, 1984) 탄닌 섭취의 부정적인 영향이 크게 경감되는 것으로 보고되었다. Fuller 등(1967)은 메치오닌 외에도 methionine hydroxy analog (MHA), 콜린 및 알기닌의 추가적 공급이 도움이 된다고 하였으며, Armanious 등(1973)은 콜린의 공급이 체중 감소를 다소 회복시켰다고 하였다. Marzo 등(1990)은 탄닌을 2.5% 및 3.0% 함유하는 사료를 급여했을 때 항원 제시 후의 총 IgM 및 IgG 수준이 저하되었고, 면역기관의 중량

감소와 백혈구 및 면역세포 수가 감소함으로써 탄닌의 과섭취가 면역력을 저하시킬 수 있다는 결과를 보고하였다.

#### IV. 생리적 기능성 물질로서의 탄닌

##### 1. 항산화 및 유리기 제거 효과

탄닌 섭취에 의한 건강 증진 효과 중에서는 지질 과산화물 생성의 억제를 들 수 있다(Cos 등, 2004; Okuda, 2005). 25종의 탄닌 및 탄닌 유사 화합물을 시험한 연구에서 catechin benzylthioether와 procyanidin B2 benzylthioether가 가장 강력한 지질 과산화 억제 효과를 발휘하였다(Hong 등, 1995). 과산화물 억제 효과는 쥐의 간 미토콘드리아를 이용한 연구에서도 잘 재현되었는데, 탄닌에 의한 유리기 제거가 주된 요인으로 생각되었다(Okuda 등, 1983). Lin 등(2001) 역시 *Terminalia catappa* L.의 가용성 분획 내에 존재하는 탄닌이 강력한 항산화 활성을 발휘했음을 보고하였다. Mondal 등(2006)은 감 과실로부터 얻은 메탄올 추출물의 항산화 활성을 다양한 *in vitro* 모델을 이용하여 조사하였는데, 대부분의 실험에서 항산화 활성이 인정되었고 감 추출물의 항산화능은 탄닌 등의 페놀계 화합물에 의한 것이라 하였다. 다양한 식물 추출물을 비교한 연구에서도 감 과실의 메탄올 추출물의 항산화 활성이 가장 높았다는 결과도 발견되었다(Han 등, 2002).

*In vitro* 실험을 통해 저분자의 천연 페놀계 화합물이 유리기를 제거하는 능력은 비타민 E나 A와 같은 유사한 효과를 발휘하는 것으로 보고되었다(Rice - Evans 등, 1996). CTs의 항산화 활성에 관련된 연구는 아직 충분하지 않지만  $O_2^{\cdot-}$ ,  $OH^{\cdot}$ 의 제거 능력에서 BHT와 유사한 정도의 효율성이 관찰되었다(Plumb 등, 1998).

우리는 SOD-like activity를 지표로 조사한 *in vitro* 항산화 실험을 통해 감 과피 유래의 탄닌과 탄닌 추출물이 항산화 활성을 발휘한다는 결과를 확인한 바 있다.

##### 2. 암 억제 효과

*In vitro* 및 동물실험을 통해 CTs dimer와 oligomer의 항암 효과가 시험되었다(Li 등, 2003). Galloylated dimer는 폐와 대장 carcinoma cell line의 성장을 억제하였고(Kashiwada 등, 1992), CTs dimer는 인간의 leukemic cell line에 대해 세포독성 효과를 나타냈으며, 이는 녹차 내 유효성분인 epigallocatechingallate (EGCG)와 유사한 정도로 판단되었다(Sakagami 등, 1995). *In vitro* 실험에서는 종양의 성장과 신호전달에 관련된 protein kinase C가 CTs에 의해 억제되었으며(Kashiwada 등, 1992), 실험동물을 이용한 *in vivo* 실험에서도 이러한 효과가 잘 재현되었다(Bomser 등, 1999).

HTs이 풍부한 석류 추출물은 실험동물에서 피부암의 발생과 염증반응을 저하시키는 효과가 인정되었으며(Afag 등, 2005), 다양한 식물체에서 추출한 gallotannin 역시 실험동물의 피부암 증식을 막는 것으로 나타났다(Gali 등, 1993). Perchellet 등(1992)은 tannic acid, ellagic acid 및 gallic acid 유도체가 피부암 발생의 초기에 효과를 나타낼 뿐 아니라 carcinogenesis의 진행 단계마다 특이적인 효과를 발휘할 가능성을 언급하면서 암 치료 및 예방을 위해 탄닌 유도체와 폴리페놀 화합물의 사용 가능성을 제시하였다. 그러나 탄닌이 carcinogen으로서 오히려 암의 진행을 촉진시킬 수 있다는 상반된 결과도 있는데(Bichel과 Bach, 1968), 이는 항암효과가 탄닌 자체에서 유래하는 것이 아니라 탄닌 대사산물 또는 탄닌과 결합하여 생성되는 복합체에 의한 효과일 수 있다는 점과 실험조건이 적절치 않았기 때문에 결과의 차이가 나타난 것으로 생각된다. 추후 HTs의 형태별 항암 활성의 차이를 명확히 하기 위한 연구가 좀 더 진행되어야 종합적인 결론을 얻을 수 있을 것이다.

##### 3. 혈청 콜레스테롤 감소 및 관상심장질환 예방 효과

탄닌 및 탄닌 유사 화합물, 특히 CTs 또는 폴리페놀을 함유하는 포도주와 차를 습관적으로 섭취할 때

Table 1. *In vitro* antioxidative activity of persimmon peel powder and soluble tannin extracts

	Vitamin C 10%	Persimmon peel powder	Soluble tannin extracts
SOD-like activity, %	22.71±0.91 <sup>a</sup>	10.09±0.33 <sup>c</sup>	13.22±1.26 <sup>b</sup>

<sup>abc</sup> Mean ± SE within a same row with no common superscripts differ significantly (P<0.05).

관상심장질환의 발생이 낮아지는 것으로 알려졌다 (Santos-Buelga와 Scalbert, 2000; Tijberg 등, 1997). 매일 차를 규칙적으로 다섯 잔 이상 마시는 사람은 한 잔 이하로 마시는 사람에 비해 혈압과 혈청 내 콜레스테롤 농도가 낮았으며 (Stensvold 등, 1992), 콜레스테롤 함유 식이를 급여한 실험동물에서 catechin과 포도씨에 함유된 CTs의 추가 급여에 의해 혈청 콜레스테롤이 감소하는 효과가 있었다 (Lin 등, 1986; Tebib 등, 1994).

한편 CTs 또는 폴리페놀은 혈소판의 응집을 억제함으로써 관상심장질환을 막는 역할을 하는데, 실험동물에게 레드와인을 급여함으로써 출혈시간을 연장시키고 혈소판과 콜라겐의 응집반응을 감소시키는 효과가 있음이 보고되었다 (Wollny 등, 1999). 포도에서 추출한 폴리페놀 (Xia 등, 1998)이 콜라겐이나 thrombin으로 유도하는 혈소판의 응집을 저해시킨다는 결과도 관찰된 바 있다. 따라서 이들 성분이 관상심장질환을 예방해주는 효과는 혈청 콜레스테롤을 직접 낮추는 효과 외에도 주로 LDL 산화를 억제하거나, 혈소판 응집을 감소시키는 기전에 의한 것으로 생각된다 (Frei, 1995; Sa 등, 2005).

## V. 감과 감 부산물의 활용 가치

세계적으로 감나무속 식물은 약 190여종으로 대부분 열대에서 온대지방까지 널리 분포되는데, 이중 식용으로 재배가치가 있는 것은 감나무뿐으로 그 밖의 것은 주로 감 탄닌 채취용으로 이용되고 있다 (Mallavadhani 등, 1998). 동북아시아 특유의 온대 낙엽과수인 감 (*Diospyros kaki* L.)은 포도당, 과당 등의 당류와 비타민 A와 C가 풍부한 식품으로 다른 과실과는 달리 신맛이 없고 탄닌의 수렴작용으로 설사를 멎게 하거나 지혈작용과 기침을 멎게 하는 등의 약리작용을 나타내어 전통적으로 애용되어 온 과실 중 하나이다 (Yu, 1976; 한국식품연감, 1992). 주성분은 당질이 15-19%이며, 포도당과 과당의 함유량이 비교적 높은 특성이 있다 (Young과 How, 1986). 천연 항산화제인 비타민 C (7.5mg/100g 이상),  $\beta$ -cryptoxanthin, zeaxanthin 및  $\beta$ -carotene과 같은 카로티노이드와 탄닌이 비교적 높은 수준으로 함유되어 있으며 (Gross, 1987; Uchida 등, 1989), 건조 중량으로는 감 100g 내에 폴리페놀이 0.16~0.25g, 카로티노이드가 0.002g 함유되어 있다고 한

다 (Gorinstein 등, 1994). 감과 열대과실간의 비교, 감 펄프, 감 과피와 사과 내 폴리페놀 양을 비교한 연구에서 감 과실과 감 과피 내에 총 폴리페놀 양은 0.13% (Gorinstein 등, 1999) 및 0.18% (Gorinstein 등, 2001)로 상당량 함유되어 있으며, 이들 성분이 항산화 및 항동맥경화와 같은 유익한 효과를 발휘하는 것으로 생각되었다 (Mallavadhani 등, 1998).

우리나라의 감 재배 면적은 2003년 기준으로 약 27,943 ha, 연생산량은 249,207 M/T이며, 특히 경상도 지역의 생산량이 140,804 M/T로 약 56.2%를 점유하고 있다 (농협연감, 2004). 뽕은 감은 탄닌 성분에 의해 강한 뽕은맛을 나타내기 때문에 주로 꾀감이나 침시로 이용되는 실정이며 (Jang, 1998), 수용성 탄닌 함량은 2-8% 수준 (fresh wt. basis)으로 단감에 비해서는 높은 편이다 (Park 등, 2004). 'Kaki tannin' 또는 'shibuol'로 불리는 감의 탄닌 성분은 polyanthocyanidin polymer로 구성된 CTs로 알려져 있고 (서지형 등, 2000), 뽕은맛의 저감 방법이나 품종간 성분 비교 (Sugiura와 Tomana, 1983; Sugiura 등, 1975) 뿐 아니라 감 과실 및 감 잎에서 탄닌 및 유효성분을 분리하는 연구도 일부 수행되었다 (Fan과 He, 2006; 서지형 등, 1999).

현재까지 연구된 감 탄닌의 효과로는 주로 항산화 작용이 보고되었다. Jung 등 (2005)은 신선한 감과 건조 감으로부터 얻은 메탄올 추출물이 강력한 항산화 활성을 나타내었으며, Han 등 (2002) 역시 다양한 식물 추출물 중에서 감 메탄올 추출물의 DPPH 항산화 활성이 가장 높았다고 하였다. 최근에 Mondal 등 (2006)은 감 메탄올 추출물의 항산화 활성을 DPPH, nitric oxide, superoxide, hydroxyl radical 및 lipid peroxide radical과 같은 다양한 *in vitro* 모델을 이용하여 조사하였는데, 대부분의 실험에서 항산화 활성이 인정되었고 감 추출물의 항산화능은 페놀계 화합물에 의한 것으로 판단하였다. 감 과실 내에 다량 함유된 여러 종류의 카로티노이드와 비타민 C가 항산화 활성을 발휘한다는 연구 결과도 보고되고 있다 (Hosotani 등, 2004). 콜레스테롤 함유 식이를 급여한 실험동물에게 건조 감 분말을 급여했을 때 혈중 콜레스테롤 농도가 저하되었다 (Gorinstein 등, 1998 a).

감 잎 추출물과 감 과피 역시 항산화 활성을 나타내는 것으로 알려져 있다 (Bei 등, 2005; Gorinstein,

1998b). 감 과피를 콜레스테롤 함유 식이에 혼합하여 급여했을 때 지질 과산화물 생성을 억제하는 효과가 관찰되었다(Gorinstein 등, 1998b). 감 과피 내에는 감 펄프에 비해 카로티노이드와 폴리페놀 양이 더 많아서 효과적으로 이용될 수 있는데(Gorinstein 등, 2001), 감 과피의 생물학적 활성을 조사한 연구에서 감 과피 추출물이 항균 및 항바이러스 활성은 인정되지 않았으나, 항암 및 항산화 효과(O<sub>2</sub><sup>-</sup> scavenging)가 있음이 밝혀졌다(Kawase 등, 2003).

감 과피는 껍질 제조 또는 감 과실 가공 시에 생산되는 부산물로 정확한 통계자료는 없으나 껍질 생산량에 비추어 약 1만톤 정도로 추산되며(도상록, 1997), 현재는 생산된 대부분의 감 과피가 쓰레기로 폐기되고 있는 실정이다. 김영직과 김병기(2005)는 감 껍질 분말을 다양한 수준으로 양돈사료 내에 첨가하여 급여했을 때 육색이 밝고 붉은 색을 띠게 되고 관능검사 결과 감 껍질 급여구에서 연도, 다즙성 및 풍미가 증가한다는 결과를 보고함으로써 기능성 돈육의 생산 가능성을 제시하였다. 도상록(1997)은 수탉을 공시하여 감 껍질의 원료적 가치를 조사한 연구에서 TME<sub>N</sub>이 약 1,090 kcal/kg이고 필수 아미노산 이용률은 30~48 % 정도로 비교적 낮는데 이는 섬유소 함량이 높는데 기인한다고 하였다. 농업 부산물인 감 과피의 영양소 평가를 통해 적정 이용수준을 설정한다면 사료 원료로서 충분히 이용할 수 있을 것으로 생각되며, 감 과피와 감 잎 내의 유효성분을 분리정제하여 기능성 원료로의 활용도 가능할 것으로 사료된다.

우리는 감피 분말과 가용성 탄닌 추출물을 산란계 사료 내에 첨가 급여했을 때 난 생산성, 계란의 품질 및 다양한 생리적 반응에 미치는 영향을 조사하였다. 50주령의 Hy-Line Variety brown 산란계 200수를 공시하여 시판되는 산란계 사료를 급여하는 대조구에, T1 및 T2 실험구에는 감피 분말을 각각 0.15 및 0.50 %, T3 및 T4 실험구에는 가용성 탄닌 추출물

을 각각 0.075 및 0.25 % 수준으로 첨가한 실험사료를 6주간 급여하는 사양실험을 실시하였다

### 1) 난 생산성과 난질에 미치는 영향

사료섭취량, 난 생산성, 난각강도 및 난각두께 항목에서는 처리간에 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 정제 탄닌, 탄닌 추출물 및 탄닌을 함유하는 원료를 가금에 급여했던 연구를 종합해 보면 첨가 수준에 따라 사료섭취량을 감소시키거나 난 생산성이 저하되는 결과가 관찰된다. Armanious 등(1973)은 산란계 사료에 tannic acid를 2 % 수준으로 첨가했을 때 사료섭취량과 공시계의 생체중이 감소하였으며 난중의 유의한 감소가 인정되었다고 보고하였다. Blakeslee와 Wilson (1979)은 정제 탄닌 급여가 사료섭취량에는 크게 영향을 미치지 않았으며, 1 % 첨가구에서는 난 생산성에 영향이 없었으나 2 % 수준 이상에서는 생산성이 저하되었다고 하였다. Ortiz 등(1994) 역시 faba bean에서 얻은 탄닌 추출물을 0.8 % 첨가했을 때 사료섭취량이 유의하게 저하되었다고 하였다. 이는 사료 내 에너지 영양소의 소화율의 감소와 소화효소 활성의 저하가 동반되어 나타나기 때문으로 생각된다(Ahmed 등, 1991; Yuste 등, 1992).

대조구 및 다른 실험구에 비해 PP 0.5 % 첨가구의 Haugh unit가 다소 낮은 것으로 나타났으나 유의한 차이는 아니었다. 난황색은 ST 0.075 % 첨가구에서 8.07로 PP 0.15 % 및 ST 0.25 % 첨가구에 비해 유의하게 높았다(P<0.05). 난각색은 감피 첨가에 의해 증가하는 경향을 보였는데, PP 0.15 % 및 PP 0.5 % 첨가구에서 대조구에 비해 유의하게 높은 수치를 나타내었다. 도상록(1997)은 감피 분말을 높은 수준으로 첨가 급여했을 때 유의차 없이 난황색을 다소 증가시켰으며, 이는 감피 내의 xanthophyll에 의한 영향이라고 설명한 바 있다.

산란계 사료 내 탄닌의 과다 공급은 난질에 좋지 않

Table2. Effects of dietary persimmon peel powder and soluble tannin extracts on Haugh unit, yolk and eggshell color in laying hens

	Control	PP <sup>1</sup> 0.15 %	PP 0.5 %	ST 0.075 %	ST 0.25 %
Haugh unit	85.50±0.50	85.77±1.66	82.90±1.80	85.37±1.27	85.37±0.57
Yolk color	7.82±0.12 <sup>ab</sup>	7.53±0.13 <sup>b</sup>	7.86±0.10 <sup>ab</sup>	8.07±0.18 <sup>a</sup>	7.53±0.13 <sup>b</sup>
Eggshell color	26.69±0.87 <sup>c</sup>	33.80±0.87 <sup>a</sup>	31.77±1.22 <sup>ab</sup>	31.00±1.38 <sup>ab</sup>	28.60±1.30 <sup>bc</sup>

<sup>1</sup> Abbreviation: PP, persimmon peel powder; ST, soluble tannin extracts.

<sup>abc</sup> Mean ± SE within a same row with no common superscripts differ significantly (P<0.05).

은 영향을 미치는 것으로 보고하였고(Armanious 등, 1973). Potter 등(1967)은 사료 내 탄닌을 2 % 수준으로 급여했을 때 산란율의 감소와 더불어 난황의 얼룩과 색도 감소가 발견된다고 하였으며 Fry 등(1972) 역시 tannic acid를 2 % 또는 4 % 첨가 급여한 연구에서 탄닌 독성의 일부로서 난황의 얼룩이 나타났다고 하였다. 그러나 탄닌 함량이 높은 수수를 40% 수준으로 급여했을 때에는 난황의 얼룩이 관찰되지 않았다(Armanious 등, 1973; Fry 등, 1972). 본 실험에서는 감피 분말과 추출물의 급여 후에 난황의 얼룩이나 색도 감소는 관찰되지 않았으며, 오히려 난황색과 난각색이 유의하게 개선되거나 개선되는 경향을 나타내었다.

**2) 계란의 보존성에 미치는 영향**

생산 당일에 조사한 Haugh unit는 처리간에 큰 차이가 없었으나, 보존 7일째에는 대조구에 비해 감피와 탄닌 추출물을 급여한 모든 실험구의 Haugh unit가 유의하게 높은 것으로 나타났다(P<0.05). 통계적으로 유의한 차이는 아니었으나 보존 14일째의 Haugh unit 역시 대조구에 비해 실험구에서 높은 경향을 보여 주었다. PP 처리구 및 ST 처리구간에 또는 첨가 수준별로는 큰 차이를 보이지 않았다.

계란의 Haugh unit는 보존 기간이 경과할수록 저하하며 따라서 계란의 신선도를 판단하는 지표가 될 수 있다(Williams, 1992). Haugh unit에 영향을 미치는 영양적 인자는 그리 많지 않지만(Naber, 1979), 비타민 C, E 및 셀레늄과 같은 천연 항산화 물질이 난백 품질의 개선에 도움이 된다는 연구 결과가 보고되었다(Keshavarz, 1996; Sahin 등, 2003). 본 실험에서는 감피 내의 항산화 비타민 및 폴리페놀 및 가용성 탄닌이 항산화 활성을 발휘함으로써 Haugh unit가 개선되었으며, PP 및 ST의 첨가

가 계란 보존성에 어느 정도 효과가 있음이 인정되었다. 또한 첨가 수준별로 큰 차이가 없음을 볼 때 계란의 보존성 개선을 위해서는 첨가 수준을 낮게 하여도 좋을 것으로 생각된다.

**3) 간 중량과 간 내 지질 함량**

생체중의 상대적 중량으로 표시한 간 중량에서는 처리간에 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 탄닌 또는 tannic acid를 급여했던 연구에서 간 중량의 변화에 미치는 영향에 대해서는 상반된 결과가 보고되었다. Mahmood와 Smithard (1993)는 육계에 탄닌을 급여했을 때 간 크기가 증가하였다고 하였으나, 가용성 gallotannin을 급여한 육계(Ahmed 등, 1991)와 tannic acid를 급여한 육성초기의 육계(Kubena 등, 1983)에서는 간 중량의 변화는 없었던 것으로 나타났다. 산란계를 공시한 연구에서 간 중량을 조사한 자료는 없으나 적절한 수준의 탄닌 공급이 간 중량에 변화를 줄 것으로는 생각되지 않는다.

간 내 총 콜레스테롤, 중성지질(triacylglycerol, TG) 및 인지질(phospholipid, PL) 함량은 감피 분말과 가용성 탄닌 추출물의 공급에 의해 유의하게 감소하거나(P<0.05) 감소하는 경향을 나타내었다. 총 콜레스테롤 함량은 대조구에 비해 PP 0.5 % 첨가구 및 ST 0.25 % 첨가구에서 유의하게 감소하였고(P<0.05), TG 함량 역시 유사한 경향을 보여 주었다. PL 함량은 대조구에 비해 감피 분말과 가용성 탄닌을 급여한 모든 첨가구에서 유의하게 감소하는 결과가 관찰되었다. 간 내 각 지질 분획 함량은 PP 첨가구에 비해서는 ST 첨가구에서, 첨가 수준이 높은 처리구에서 유의하게 감소하거나 감소하는 경향을 나타내었다. Total 콜레스테롤 함량은 PP 첨가구 및 ST 첨가구 모두 첨가 수준이 증가함에 따라 유의하게 감소하였다(P<0.05).

**Table3. Effects of dietary persimmon peel powder and soluble tannin extracts on the change of Haugh unit during storage**

	Control	PP <sup>1</sup> 0.15%	PP 0.5%	ST 0.075%	ST 0.25%
0 day	83.12±2.85	89.48±3.37	83.98±3.36	86.80±2.50	85.95±1.56
7 day	68.43±1.92 <sup>b</sup>	81.55±3.67 <sup>a</sup>	78.70±2.55 <sup>a</sup>	82.58±3.43 <sup>a</sup>	81.56±2.27 <sup>a</sup>
14 day	72.12±2.26	77.96±2.43	77.08±1.74	75.22±1.63	74.36±1.90

<sup>1</sup> Abbreviation used : PP, persimmon peel powder; ST, soluble tannin extracts.  
<sup>ab</sup> Mean ± SE within a same row with no common superscripts differ significantly (P<0.05).

**Table 4. Effects of dietary persimmon peel powder and soluble tannin extracts on relative liver weights and the contents of hepatic lipid fractions in laying hens**

	Control	PP <sup>1</sup> 0.15%	PP 0.5%	ST 0.075%	ST 0.25%
Relative liver wt. g/100g BW	1.25±.10	1.31±0.07	1.38±0.10	1.33±0.02	1.34±0.08
Total cholesterol, mg/g liver	2.87±0.07 <sup>a</sup>	2.85±0.07 <sup>a</sup>	2.63±0.02 <sup>b</sup>	2.72±0.05 <sup>ab</sup>	2.42±0.07 <sup>c</sup>
Triacylglycerol, mg/g liver	5.94±1.55 <sup>a</sup>	5.73±0.07 <sup>ab</sup>	5.47±0.19 <sup>bc</sup>	5.57±0.09 <sup>bc</sup>	5.22±0.24 <sup>c</sup>
Phospholipid, mg/g liver	26.82±0.73 <sup>a</sup>	24.43±0.88 <sup>b</sup>	23.20±0.57 <sup>bc</sup>	21.94±0.55 <sup>cd</sup>	20.74±0.77 <sup>d</sup>

<sup>1</sup> Abbreviation used : PP, persimmon peel powder; ST, soluble tannin extracts.

<sup>abc,d</sup> Mean ± SE within a same row with no common superscripts differ significantly (P<0.05).

Innami 등(1998)은 실험 쥐를 공시한 연구에서 감 잎을 급여한 실험에서 혈중 콜레스테롤 수준에는 영향을 미치지 않았으나 간 내 총 콜레스테롤 함량이 유의하게 감소하였다고 보고함으로써 본 연구와 일치하는 결과를 시사하였다. 포유동물과 달리 가금은 콜레스테롤 및 지질의 70~90 %가 간에서 합성되는 차이가 있는데(Griffin과 Hermier, 1988), 앞으로 탄닌이 가금에서 간에서의 지질 합성 및 이화 경로에 미치는 영향을 조사하는 것도 흥미로운 주제가 될 것이다. 산란계에서 지방간증(fatty liver syndrome; FLS) 및 지방간 출혈 증후군(Fatty liver hemorrhagic syndrome; FLHS)은 다발하는 대사이상(Butler, 1976; Hansen과 Walzem, 1993)으로 치료가 불완전하고 장기적인 질환으로 알려져 있다(Dimitrov 등, 1980). 탄닌이 간 내 총지질 또는 각 지질 분획 함량에 미치는 영향에 대해서는 충분한 연구 자료가 없지만, 본 연구에서는 PP 및 ST 급여에 의해 간 내 지질 분획 함량이 감소하는 긍정적인 효과가 인정되었다.

## VI. 결론

탄닌은 단백질과 결합하는 특성을 가진 폴리페놀을 총칭하는 것으로, hydroxyl기와 carboxyl기 함유의 고분자 페놀계 화합물로 정의한다. 탄닌을 비롯하여 다양한 종류의 폴리페놀들은 천연 항산화제로서의 효과, 항암 작용 및 혈중 콜레스테롤 수준의 감소와 관상동맥질환의 발생의 감소와 같은 긍정적인 효과를 발휘하는 것으로 알려져 있다. 감(*Diospyros kaki L.*)은 동아시아 특유의 과수로 천연 항산화제인 비타민 C, 카로티노이드와 탄닌이 비교적 높은 수준으로 함유되어 있다. 꾀감 제조 또는 감 과실 가공 시에 생산되는 부산물인 감 과피 내에도 탄닌 등 유효 성분이 다

량 함유되어 있어 이들의 효율적 추출을 통한 기능성 첨가제로 충분히 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

우리는 감 과피 분말 및 가용성 탄닌 추출물의 이용 가능성을 조사하기 위해 일련의 *in vitro* 및 *in vivo* 실험을 실시하였다. *In vitro* 실험을 통해 감 과피 분말과 가용성 탄닌 추출물이 SOD-like activity를 지표로 하는 항산화 활성을 발휘함을 확인하였다. 산란계를 공시한 사양실험에서는 사료 내에 감 과피 분말과 가용성 탄닌 추출물을 첨가 급여했을 때 난황색과 난각색이 유의하게 개선되거나 개선되는 경향을 나타냈다. 감 과피 분말 및 가용성 탄닌 추출물을 급여한 모든 실험구에서 계란의 보존성을 향상시키는 결과가 시사되었다. 간 내 총 콜레스테롤, 중성지질 및 인지질 함량이 유의하게 저하되거나 저하되는 경향을 보여 주었다. 특히 간 내 지질 함량을 낮춤으로써 지방간 증후군의 예방을 위한 첨가제로서 활용 가능성이 시사되었다.

## VII. 인용문헌

1. Afag, F., M. Saleem, C. G. Krueger, J. D. Reed, and H. Mukhtar, 2005. Anthocyanin - and hydrolyzable tannin - rich pomegranate fruit extract modulates MAPK and NK-kappa B pathways and inhibits skin tumorigenesis in CD-1 mice. *Int. J. Cancer* 133:423-433.
2. Ahmed, A. E., R. Smithard, and M. Ellis, 1991. Activities of enzymes of the pancreas, and the lumen and mucosa of the small intestine in growing broiler cockerels fed on tannin-containing diets.

- Br. J. Nutr. 65:189-197.
3. Ahn, J. H., 1992. Nutritional assessment of tannin-contained plant materials for diets of ruminants : I. Quantitative determination of tannins. Kor. J. Anim. Nutr. Feed 16:162-170.
  4. Armanious, M. W., W. M. Britton, and H. L. Fuller, 1973. Effect of methionine and choline on tannic acid and tannin toxicity in the laying hen. Poultry Sci. 52:2160-2168.
  5. Barry, T. N., and T. R. Manley, 1984. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* f or sheep. II. Quantitative digestion of carbohydrates and protein. Br. J. Nutr. 51:493-502.
  6. Bei, W., W. Peng, Y. Ma, and A. Xu, 2005. Flavonoids from the leaves of *Diospyros kaki* reduce hydrogen peroxide-induced injury of NG 108-15 cells. Life Sci. 76:1975-1988.
  7. Bichel, J., and A. Bach, 1968. Investigation in the toxicity of small chronic doses of tannic acid with special reference to possible carcinogenicity. Acta. Pharmacol. Toxicol. 26:41-50.
  8. Blakeslee, J. A., and H. R. Wilson, 1979. Response of hens to various dietary levels of tannic acid. Poultry Sci. 58:255-256.
  9. Bomser, J. A., K. W. Singletary, M. A. Walling, and M. A. Smith, 1999. Inhibition of TPA-induced tumor promotion in CD-1 mouse epidemis by a polyphenolic fraction from grape seeds. Cancer Lett. 135:151-157.
  10. Bravo, L., 1998. Polyphenols; chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. Nutr. Rev. 56:317-333.
  11. Butler, E. J., 1976. Fatty liver diseases in the domestic fowl: A review. Avian Pathol. 5:1-14.
  12. Chung, K., T. Y. Wong, C. Wei, Y. Huang, and Y. Lin, 1998. Tannins and human health : A review. Critical. Rev. Food Sci. Nutr. 38:421-464.
  13. Clifford, M. N., and A. Scalbert, 2000. Ellagitannin - nature, occurrence and dietary berden. J. Sci. Food Agri. 80:1118-1125.
  14. Cos, P. T. De Bruyne, N. Hermans, S. Apers, D. V. Berghe, and A. J. Vlietinck, 2004. Proanthocyanidins in health care : Current and new trend. Curr. Med. Chem. 11:1345-1359.
  15. Dimitrov, A., S. Antonov, P. Stoianov, L. Petrova, and F. Aleksandrova, 1980. Fatty liver syndrome in laying hens. Vet. Med. Nauki. 17:81-9.
  16. Elkin, R. G., W. R. Featherston, and J. C. Rogler, 1978. Investigation of leg abnormalities in chicks consuming high tannin sorghum grain diets. Poultry Sci. 57:757-762.
  17. Elkin, R. G., J. C. Rogler, and T. W. Sullivan, 1990. Comparative effects of dietary tannins in ducks, chicks, and rats. Poultry Sci. 69:1685-1693.
  18. Fan, J. P., and C. H. He, 2006. Simultaneous quantification of three major bioactive triterpene acids in the leaves of *Diospyros kaki* by high-performance liquid chromatography method. J. Pharm. Biomed. Anal. 7: in press.
  19. Frei, B., 1995. Cardiovascular disease and nutrients antioxidants : role of low-density lipoprotein oxidation. Crit. Rev. Food. Sci. Nutr. 35:83-98.
  20. Fry, J. L., G. M. Herrick, G. M. Prine, and R. H. Harms, 1972. Effect of bird-resistant sorghums and tannic acid on yolk mottling. Poultry Sci. 51:1540-1543.

21. Fuller, H. L., S. I. Chang, and D. K. Potter, 1967. Deroxification of dietary tannic acid by chicks. *J. Nutr.* 91:477-481.
22. Gali, H. U., E. M. Perchellet, X. M. Gao, V. Bottari, J. P. Perchellet, 1993. Antitumor-promoting effects of gallotannins extracted from various sources in mouse skin *in vivo*. *Anticancer Res.* 13:915-922.
23. Gorinstein, S., M. Zemser, M. Weisz, S. Halevy, J. Deutsch, K. Tilus, D. Feintuch, N. Guerra, M. Fishman, and E. Baetnikowska, 1994. Fluorometric analysis of phenolics in persimmon. *Biosci. Biotech. Biochem.* 58:1087-1092.
24. Gorinstein, S., E. Bartnikowska, G. Kulasek, M. Zemser, and S. Trakhtenberg, 1998a. Dietary persimmon improves lipid metabolism in rats fed diets containing cholesterol. *J. Nutr.* 128:2023-2027.
25. Gorinstein, S., G. W. Kulasek, E. Bartnikowska, M. Leontowicz, M. Zemser, M. Morawiec, and S. Trakhtenberg, 1998b. The influence of persimmon peel and persimmon pulp on the lipid metabolism and antioxidant activity of rats fed cholesterol. *J. Nutr. Biochem.* 9:223-227.
26. Gorinstein, S., M. Zemser, R. Haruenkit, R. Chuthakorn, F. Grauer, O. Martin-Belloso, and S. Trakhtenberg, 1999. Comparative content of total polyphenols and dietary fiber in tropical fruits and persimmon. *J. Nutr. Biochem.* 10:367-371.
27. Gorinstein, S. Z. Zachwieja, M. Folta, H. Barton, J. Piotrowicz, M. Zemser, M. Weisz, S. Trakhtenberg, and O. Martin-Belloso, 2001. Comparative contents of dietary fiber, total phenolics, and minerals in persimmons and apples. *J. Agri. Food Chem.* 49:952-957.
28. Griffin, H., and D. Hermier, 1988. Plasma lipoprotein metabolism and fattening in poultry. In: *Leanness in Domestic Birds - Genetic, Metabolic and Hormonal Aspects* (B. Leclercq, and C. C. Whitehead, eds.), pp175-201. Butterworth & Co. Ltd.-INRA.
29. Gross, J., 1987. Pigments in Fruits. Schweiger, B. S. ed. pp. 87, 127, 155, 181, 241-245. Academic Press. NY.
30. Hagerman, A. E., 2002. Tannin Handbook, Condensed tannin structural chemistry.
31. Han, J., S. Kang, R. Chous, H. Kim, K. Leem, S. Chung, C. Kim, and J. Chung, 2002. Free radical scavenging effect of *Diospyros kaki*, *Laminaria japonica* and *Undaria pinnatifida*. *Fitoterapia* 73:710-712.
32. Hansen, R. J., and R. L. Walzem, 1993. Avian fatty liver hemorrhagic syndrome: a comparative review. *Adv. Vet. Sci. Comp. Med.* 37:451-468.
33. Haslam, E., 1988. Plant polyphenols (syn. vegetable tannins) and chemical defense—a reappraisal. *J. Chem. Ecol.* 14:1789-1805.
34. Haslam, E., 1998. Practical Polyphenolics - from Structure to Molecular Recognition and Physiological Action. Cambridge University Press. Cambridge.
35. Heinonen, I. M., A. S. Meyer, and E. N. Frankel, 1998. Antioxidant activity of berry phenolics on human low-density lipoprotein and liposome oxidation. *J. Agri. Food Chem.* 46:4107-4112.
36. Hong, C. Y., C. P. Wang, S. S. Huang, F. L. Hsu, 1995. The inhibitory effect of tannins on lipid peroxidation of rat heart mitochondria. *J. Pharm. Pharmacol.* 47:138-142.

37. Horvath, P. J., 1981. The nutritional and ecological significance of acer-tannins and related polyphenol. MSc Thesis, Cornell Univ. Ithaca, NY.
38. Hosotani, K., A. Kawahata, K. Koyama, C. Murakami, H. Yoshida, R. Yamaji, H. Inui, and Y. Nakano, 2004. Effects of carotenoids and ascorbic acid of Japanese persimmons on cellular lipid peroxidation in HepG2 cells. *Biofactors* 21:241-245.
39. Innami, S., K. Tabata, J. Shimizu, K. Kusunoki, H. Ishida, M. Matsuguma, M. Wada, N. Sugiyama, and M. Kondo, 1998. Dried green leaf powders of Jew's mallow (*Corchorus*), persimmon (*Diospyros kaki*) and sweet potato (*Ipomoea batatas* var. *poir*) lower hepatic cholesterol concentration and increases fecal bile acid excretion in rats fed a cholesterol-free diet. *Plant Foods Hum. Nutr.* 52:55-65.
40. Jang, S. H., 1998. An experiment on the storage and circulation of persimmon. pp. 867-972. In : 1997 Annual Research Report of Sngju persimmon experiment station, Kyongbuk ARES.
41. Jansman, A. J. M., 1993. Tannins in feedstuffs for simple-stomached animals. *Nutr. Res. Rev.* 6:209-236.
42. Jung, S. T., Y. S. Park, Z. Zachwieja, M. Folta, H. Barton, J. Piotrowica, E. Katrich, S. Trakhtenberg, and S. Gorinstein, 2005. Some essential phytochemicals and the antioxidant potential in fresh and dried persimmon. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 56:105-113.
43. Karin, S. A., N. C. Pand, B. K. Sahu, and B. C. Nayak, 1978. A note on histopathological studies on the organs of chicks fed tannic acid in the diets. *Indian J. Anim. Sci.* 48:326-330.
44. Kashiwada, Y., G. Nonaka, I. Nishioka, L. M. Ballas, J. B. Jiang, W. P. Janzen, and K. H. Lee, 1992. Tannins as selective inhibitors of protein kinase C. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 2:239-244.
45. Kawase, M., N. Motohashi, K. Satoh, H. Sakagami, H. Nakashima, S. Tani, Y. Shirataki, T. Kurihara, G. Spengler, K. Wolfard, and J. Molnar, 2003. Biological Activity of persimmon (*Diospyros kaki*) peel extracts. *Phytotherapy Res.* 17:495-500.
46. Keshavarz, K., 1996. The effect of different levels of vitamin C and cholecalciferol with adequate or marginal levels of dietary calcium on performance and eggshell quality of laying hens. *Poultry Sci.* 75:1227-1235.
47. Kruzer, M. S., and X. Xu, 1997. Dietary phytoestrogens. *Annu. Rev. Nutr.* 17:353-381.
48. Kubena, L. F., T. D. Phillips, C. R. Creger, D. A. Witzel, and N. D. Heidelbaugh, 1983. Toxicity of ochratoxin A and tannic acid to growing chicks. *Poultry Sci.* 62:1786-1792.
49. Lees, G. L., M. Y. Gruber, and N. H. Suttill, 1995. Condensed tannins in sainfoin. II. Occurrence and changes during leaf development. *Can. J. Bot.* 73:1540-1547.
50. Li, H., Z. Wang, and Y. Liu, 2003. Review in the studies on the tannins activity of cancer prevention and anticancer. *Zhong Yao Cai* 26:444-448.
51. Lin, B. B., H. L. Chen, P. C. Huang, 1986. Effects of instant Pauchong tea, catechin, and caffeine on serum cholesterol and serum low-density lipoprotein in mice. *Nutr. Rep. Int.* 34:821-829.
52. Lin, C. C., Y. F. Hsu, and T. C. Lin, 2001. Antioxidant and free radical

- scavenging effects of the tannins of *Terminalia caatappa* L. *Anticancer Res.* 21(1A): 237-243.
53. Longstaff, M. A., and J. M. McNab, 1991a. The inhibitory effects of hull polysaccharides and tannins of field beans (*Vicia faba* L.) on the digestion of amino acids, starch and lipid and on digestive enzyme activities in young chicks. *Br. J. Nutr.* 65:199-216.
54. Longstaff, M. A., and J. M. McNab, 1991b. The effect of concentration of tannin-rich bean (*Vicia faba* L.) on activities of lipase (EC 3.1.1.3) and alfa-amylase (EC 3.2.1.1) in digesta and pancreas and on the digestion of lipid and starch by young chicks. *Br. J. Nutr.* 66:139-147.
55. Longstaff, M. A., D. Feuerstein, J. M. McNab, and C. McCorquodale, 1993. The influence of proanthocyanidin-rich bean hulls and level of dietary protein on energy metabolizability and nutrient digestibility by adult cockerels. *Br. J. Nutr.* 70:355-367.
56. Lu, Y., and A. Bennick, 1998. Interaction of tannin with human salivary proline-rich proteins. *Arch. Oral Biol.* 43:717-728.
57. Mace, M. E., and H. Howell, 1974. Histochemistry and identification of condensed tannin precursors in roots of cotton seedlings. *Can. J. Bot.* 52:2423-2426.
58. Mahmood, S., and R. Smithard, 1993. A comparison of effects of body weight and feed intake on digestion in broiler cockerels with effects of tannins. *Br. J. Nutr.* 70:701-709.
59. Mallavadhani, U. V., A. K. Panda, and Y. R. Rao, 1998. Pharmacology and chemotaxonomy of *Diospyros*. *Phytochemistry* 49:901-951.
60. Marzo, F., A. Tosar, and S. Santidrian, 1990. Effect of tannic acid on the immune response of growing chickens. *J. Anim. Sci.* 68:3306-3312.
61. Mehansho, H., S. Clements, B. T. Sheares, S. Smith, and D. M. Carlson, 1985. Induction of proline-rich glycoprotein synthesis in mouse salivary glands by isoproterenol and by tannins. *J. Biol. Chem.* 260:4418-4423.
62. Mitjavila, S. C. Lacombe, G. Carrera, and R. Derache, 1977. Tannic acid and oxidized tannic acid on functional state of rat intestinal epithelium. *J. Nutr.* 107:2113-2121.
63. Mondal, S. K., G. Chakraborty, M. Gupta, and U. K. Mazumder, 2006. *In vitro* antioxidant activity of *Dispyros malabarica* Kostel brak. *Indian J. Exp. Biol.* 44:39-44.
64. Naber, E. C., 1979. The effect of nutrition on the composition of eggs. *Poultry Sci.* 58:518-528.
65. Okuda, T., 2005. Systemic and health effects of chemically distinct tannins in medicinal plants. *Phytochemistry* 66:2012-2031.
66. Ortiz, L. T., C., Alzueta, J. Trevino, M. Castano, 1994. Effects of faba bean tannins on the growth and histological structure of the intestinal tract and liver of chicks and rats. *Br. Poult. Sci.* 35:743-754.
67. Park, C. G., K. C. Lee, D. W. Lee, H. Y. Choo, and P. J. Albert, 2004. Effects of purified persimmon tannin and tannic acid on survival and reproduction of bean bug, *Riptortus clavatus*. *J. Chem. Ecol.* 30:2269-2278.
68. Perchellet, J. P., H. U. Galli, E. M. Perchellet, D. S. Klish, and A. D. Armbrust, 1992. Antitumor-promoting activities of tannic acid, ellagic acid,

- and several gallic acid derivatives in mouse skin. *Basic Life Sci.* 59:783-801.
69. Plumb, G. W., S. De Pascual-Teresa, C. Santos-Buelga, V. Cheynier, and G. Williamson, 1998. Antioxidant properties of catechins and proanthocyanidins: Effect of polymerisation, galloylation and glycosylation. *Free Radic. Res.* 29:351-358.
  70. Porter, L. J., and B. G. Chan, 1991. Cacao procyanidins : Major flavonoids and identification of some minor metabolites. *Phytochemistry* 30 : 1657 - 1663.
  71. Potter, D. K., H. L. Fuller, and C. D. Blackshear, 1967. Effect of tannic acid on egg production and egg yolk mottling. *Poultry Sci.* 46:1507-1512.
  72. Rayudu, G. V. N., R. Kadirvel, P. Vohra, and F. H. Kratzer, 1970. Toxicity of tannic acid and its metabolites for chickens. *Poultry Sci.* 49:957-960.
  73. Rice-Evans, C. A., N. J. Miller, and G. Paganga, 1996. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radic. Biol. Med.* 20:933-956.
  74. Sa, Y. S., S. J. Kim, and H. S. Choi, 2005. The anticoagulant fraction from the leaves of *Diospyros kaki* L. has an antithrombotic activity. *Arch. Pharm. Res.* 28:67-674.
  75. Sahin, N., K. Sahin, and M. Onderci, 2003. Vitamin E and selenium supplementation to alleviate cold-stressed associated deterioration in egg quality and egg yolk mineral concentrations of Japanese quails. *Biol. Trace Elem. Res.* 96:179-189.
  76. Sakagami, H., N. Kuribayashi, M. Iida, T. Sakagami, M. Takeda, K. Fukuchi, K. Gomi, H. Ohata, K. Momose, Y. Kawazoe, T. Hanato, T. Yoshida, and T. Okuda, 1995. Induction of DNA fragmentation by tannin- and lignin-related substances. *Anticancer Res.* 15:2121-2128.
  77. Santos-Buelga, C., H. Kolodziej, and D. Treutter, 1995. Procyanidin trimers possessing a doubly linked structure from *Aesculus hippocastanum*. *Phytochemistry* 38:499-503.
  78. Santos-Buelga, C., and A. Scalbert, 2000. Proanthocyanidins and tannin-like compounds - nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health. *J. Sci. Food Agri.* 80:1094-1117
  79. Sell, D. R., and J. C. Rogler, 1984. The effects of sorghum tannin and methionine level on the performance of laying hens maintained in two temperature environments. *Poultry Sci.* 63:109-116.
  80. Stensvold, I., A. Tverdal, K. Solvoll, and O. P. Foss, 1992. Tea consumption. relationship to cholesterol, blood pressure, and coronary and total mortality. *Prevent. Med.* 21:546-553.
  81. Strummeyer, D. H., and M. J. Malin, 1975. Condensed tannins in grain sorghum L Isolation, fractionation and characterization. *J. Agri. Food. Chem.* 23:909-914.
  82. Sugiura, A., H. Harada, and T. Tomana, 1975. Studies on the removability of astringency in Japanese persimmon fruits. 'On-tree removal' of astringency by ethanol treatment. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 44:265-272.
  83. Sugiura, A., and T. Tomana, 1983. Relationships of ethanol production by seeds of different types of Japanese persimmons and their tannin content. *Hortscience* 18:319-321.
  84. Tebib, K., P. Besancon, J. M. Rouanet,

1994. Dietary grape seed tannins affect lipoproteins, lipoprotein lipases, and tissue lipids in rats fed hypercholesterolemic diets. *J. Nutr.* 124:2451-2457.
85. Tijburg, L. B. M., T. Mattern, J. D. Folts, U. M. Weisgerber, and M. B. Katan, 1997. Tea flavonoids and cardiovascular diseases: a review. *Crit. Rev. Food. Sci. Nutr.* 37:771-785.
86. Uchida, S. I. Nishioka, M. Niwa, and M. Ozaki, 1987. Condensed tannins scavenge active oxygen free radical. *Med. Sci. Res.* 15:831-835.
87. Uchida, S., H. Ohta, R. Edamatsu, M. Hiromatsu, A. Mori, G. I. Nonaka, I. Nishioka, T. Akashi, M. Niwa, and M. Ozaki, 1989. Persimmon tannin prolongs the life span of stroke-prone spontaneously hypertensive rats (SHRSP) by acting as a free-radical scavenger. In : Yamori, Y., and T. Strasser, ed., *New horizons in preventing cardiovascular diseases.* pp. 13-17. Elsevier, NY.
88. Vohra, P., F. H. Kratzer, and M. A. Joslyn, 1966. The growth depression and toxic effects of tannins to chicks. *Poultry Sci.* 45:135-142.
89. Waghorn, G. C., M. J. Ulyatt, A. John, and M. T. Fisher, 1987. The effect of condensed tannins on the site of digestion of amino acids and other nutrients in sheep fed on *Lotus corniculatus* L. *Br. J. Nutr.* 57:115-124.
90. Williams, K. C., 1992. Some factors affecting albumen quallity with particular reference to Haugh unit score. *World's Poult. Sci. J.* 48:5-16.
91. Wollny, T., L. Aiello, D. Di Tommaso, V. Bellavia, D. Rotilio, M. B. Donati, G. de Gaetano, and L. Iacoviello, 1999. Modulation of haemostatic function and prevention of experimental thrombosis by red wine in rats: a role for increased nitric oxide production. *Br. J. Pharmacol.* 127:747-755.
92. Xia, J., B. Allenbrand, and G. Y. Sun, 1998. Dietary supplementation of grape polyphenols and chronic ethanol administration on LDL oxidation and platelet function in rats. *Life Sci.* 63:383-390.
93. Young, C. T., and J. S. L. How, 1986. *Composition and nutritive value of raw and processed fruits.* Commercial fruit processing. 2nd ed., pp. 531-564. Avi Publishing Co. Westport. CT.
94. Yu, T. J., 1976. *Food carte,* pp129-132. Pakmyoung Publishing Co., Seoul.
95. Yuste, P., M. Longstaff, and C. McCorquodale, 1992. The effect of proanthocyanidin-rich hulls and proanthocyanidin extracts from bean (*Vicia faba* L.) hulls on nutrient digestibility and digestive enzyme activities in young chicks. *Br. J. Nutr.* 67:57-65.
96. Zhu, J., L. J. Filippich, and M. T. Alsalam, 1992. Tannic acid intoxication in sheep and mice. *Res. Vet. Sci.* 53:280-292.
97. 김영직 · 김병기, 2005. 감 껍질 분말의 급여가 돈육의 이화학적 특성에 미치는 영향. *한국축산 식품학회지.* 25:39-44.
98. 농협연감, 2004. 제 1장 농업생산 및 농가경제. 제 5편 통계. 기타작물 생산량(Ⅱ. 과실, 특용작물). pp302-303.
99. 도상록, 1997. 양계에 있어서 감 껍질의 영양적 가치와 사료 내 첨가가 산란성적에 미치는 영향. *건국대학교 석사학위청구논문.*
100. 서지형 · 정용진 · 신승렬 · 김주남 · 김광수, 1999. 짧은 감에서 분리한 탄닌 성분의 패턴 변화. *농산물저장유통학회지.* 6:328-332.
101. 서지형 · 정용진 · 김광수, 2000. 짧은 감에서 분리한 탄닌 성분의 기능적 특성. *한국식품과학*

- 회지, 32:212-217.
102. 안봉전 · 이진태 · 박정미 · 곽재훈 · 이진영 · 박찬익 · 손준호 · 임홍렬, 2003. 한국산 실거리나무 열매로부터 새로운 축합형 탄닌 화학구조결정 및 소혈압 예방효과. 대한본초학회지, 18 : 235 - 243.
103. 한국식품연감. 1992. 농림수산부, p730.