

## 바나나 과실 함유탄닌이 소화효소 작용에 미치는 영향

조영수\* · 정정한 · 류충호<sup>1</sup>

동아대학교 농화학과, <sup>1</sup>대전전문대학 환경관리과

**초록** : 바나나 과실을 시중에서 구입하여 미숙과실과 황숙과실로 구별하고 이것들을 과육부분과 과피부분으로 나누어서 동결건조 및 열풍건조시켜 실험 시료로서 사용하였다. 탄닌 함량을 분석한 결과 황숙과실 보다도 미숙과실에서 높았으며, 과육보다는 과피에서 열풍건조 보다도 동결건조시킨 시료에서 높은 경향을 나타내었다. 탄닌의 분획은 Sephadex LH-20칼럼을 사용하여 분획하였다. 바나나 과실에 함유하고 있는 탄닌은 prodelphinidin, procyanidin을 구성 단위로 하는 proanthocyanidin류의 축합성 탄닌으로 이러한 탄닌은 소화효소인 trypsin(EC 3. 1. 1. 3),  $\alpha$ -amylase(EC 3. 4. 21. 4), lipase(EC 3. 2. 1. 1)에 대하여 *in vitro*에 있어서 저해작용을 가지고 있는 것이 확인되었으며 또한 탄닌은 중합도가 높을수록 저해율이 높다는 것이 확인되었다.(1996년 8월 22일 접수, 1996년 10월 2일 수리)

### 서 론

바나나와 plantain은 열대 및 아열대 지방에 걸쳐 널리 재배되고 있는 다년생 목상초본<sup>1)</sup>으로서 바나나의 재배 품종은 100여종 이상이며, 이중 중요한 품종은 생식하는 바나나인 *Musa acuminata colla*와 익혀먹는 plantain인 *Musa parbdisiaca*가 있다. 바나나 과실은 열대 지방뿐만 아니라 다른 지방에서도 마찬가지로 맛있고 영양가 있는 과실로서 대중적으로 애용되어지고 있다. 농산물 수입 자유화에 따라 해마다 많은 양의 바나나가 수입되고 있는 실정이다. 바나나의 수입량은 1990년에 22,000톤에서 1991년에는 315,000톤으로 대폭증가 하였고 그 후 수입량은 1992년에는 171,000톤, 1993년에는 146,000톤으로 약간 감소하였다.<sup>2)</sup> 바나나의 이용도는 주로 생식이나, 양과자, 냉과 등의 제조와 과일 등과 혼합하여 음료의 제조에도 이용하고 있으며,<sup>3)</sup> 약리적 측면에서는 설사, 이질, 패양성 충수염, 신염, 통풍, 고혈압, 심장병 등의 치료에 이용되고 있는 것으로 알려져 있다. 바나나에 관한 연구는 바나나의 효소,<sup>3,4)</sup> 갈변화,<sup>5,6)</sup> 물리화학적 성분,<sup>7,8)</sup> 전분함량,<sup>9-11)</sup> 색도,<sup>12,13)</sup> 유리당과 유기산함량,<sup>14)</sup> 비타민함량,<sup>15)</sup> 및 콜레스테롤 저하작용<sup>16)</sup> 등에 대한 많은 연구 보고가 있다. 그러나 바나나의 미숙 과실에는 수렴성이 있고, 이들 수렴성은 축합성 탄닌에서 유래된 것으로서 그 축합성 탄닌은 procyanidin, prodelphinidin을 구성 단위로 되어 있는 것이 알려져 있다. 몇몇 연구자<sup>17,18)</sup>들에 의하면 탄닌은 단위 동물의 성장에 역효과를 가져온다고 하였으며, Barry<sup>19)</sup>는 탄닌 함유량이 많은 초지에서 방목한 양들에 있어서 탄닌 함유량이 적은 초지보다 섭취량이 낮았다고 보고하였다. 한편, 바나나 탄닌에 대해서는 Matsuo와 Ito<sup>20)</sup>가 catechin, galocatechin으로부터 anthocyanidin을 생성시킨다고 서술하고 있는 이외에는 바나나

과실에 포함되어 있는 탄닌의 함유량, 중합도 및 소화효소와의 관계 등에 대해서는 밝혀져 있지 않다. 이러한 이유로 본 연구는 미숙, 황숙 바나나 과실중의 탄닌 함량을 밝히고 아울러 구성 단위의 바나나 과실의 축합성 탄닌과 소화 효소인 trypsin(EC 3. 1. 1. 3),  $\alpha$ -amylase(EC 3. 4. 21. 4), lipase(3. 2. 1. 1)에 대하여 *in vitro*에서의 작용을 조사하여 그 결과를 보고 하고자 한다.

### 재료 및 방법

본 실험에 사용되어진 바나나는 필리핀 산으로서 수입되어진 Cavendishii 바나나(*Musa Sapientum* L. Var. Cavendishii)로서 상표는 Chiguter이며 부산 엄궁동 소재 청과물 시장에서 구입하여 사용하였다. 미숙 바나나는 일반적으로 일본에서 사용되어지고 있는 바나나 칼라차트(Sumitomo shoji fruits kabushiki kaisha, Bananbo. banana colour chart)를 참고로 하여 light green에 상당하고, 황숙 바나나는 preyellow에 상당하는 것으로서 미숙, 황숙 바나나 과실을 각각 물로 씻은 후 과육부분과 과피 부분으로 나누어 1.5~2.0 mm로 잘라 열풍건조(65°C, 15시간)와 동결건조(-30°C, 50시간)를 시켜 80 mesh체를 통과시켜 실험 시료로서 사용하였다.

### 탄닌의 정량법

바나나 과실로부터 분획시킨 탄닌(E)을 표준품으로서 검량선을 제작하여 Broadhurst 등의 방법<sup>21)</sup>을 참고로 하여 정량 하였다. 즉, 건조 분쇄 시료 30~100 mg을 diethyl ether로 진탕 추출하여, 추출후의 시료에 methanol 1 ml, HCl-vanilline시약을 가하여 잘 혼합하여 20분간 발색시켜 원심 분리(3000 rpm, 10분)을 행하여 500 nm에서 흡광도를 측정

찾는말 : tannin, banana fruit, polymerization, trypsin,  $\alpha$ -amylase, lipase.

\*연락처자

하였다. Blank로서는 탈색시킨 각 시료에 4% Conc. HCl-methanol을 HCl-vanilline시약으로 바꾼 것으로 하였다.

**바나나 탄닌의 추출 · 분리**

바나나 탄닌은 Jones 등의 방법<sup>22)</sup>과 Horigome 등의 방법<sup>16)</sup>을 참고로 하여 Fig. 1과 같이 분획 하였다. 즉 바나나 과실은 과피가 붙은 그대로 물로 잘 세정하여 물기를 없애고 과육과 과피부분으로 나눈 것을 각각 분획 재료로서 사용하였다. 각 재료를 0.25% ascorbic acid를 포함한 70% acetone 용액과 같이 mixer로 분쇄시켜 30~60분간 실온에서 방치시킨 후 흡인여과를 행하여 추출하였다. 추출액을 분액여두에 옮겨 NaCl로 포화시키고 잘 각반 하여 염석을 행하여 아세톤 층을 분취하였다. 분취한 아세톤 층을 rotary evaporater로 아세톤을 제거하고, 잔류용액을 고속냉동원심분리기(HITACHI, HIMAC centrifuge SCR 18B)로서(10000 rpm, 15분)로 원심분리후 상정액을 분액 여두로 옮겨 지질과 저분자의 phenol을 제거하기 위하여 diethyl ether와 ethyl acetate로서 세정 후 얻어진 물층을 투석막 튜브에 넣어 24시간 투석시켜 염류를 제거시킨 후 24시간 동안 동결 건조시켜 粗탄닌을 얻었다.

동결 건조한 粗탄닌을 분획하기 위하여 20% methanol용액에 용해시켜 팽윤시킨 것을 Sephadex LH-20 column

(2.6 Cm×30 Cm)에 흡착시킨 후 아세톤 : 증류수(70 : 30 v/v)로 fraction collector에서(3.5 ml/min) 용출한 것을 340 nm에서 흡광도를 측정하여 (A)(B)(C)(D)(E)의 peak를 얻어 그중 양이 많은 peak(A)와 (E)를 모아 동결건조 하여 분획탄닌을 얻었다. 탄닌의 화학적 성질, 효소 저해작용의 실험에 이 분획 탄닌을 이용하였다.

**분획 탄닌의 화학적 시험**

**(1) Anthocyanidin의 생성실험**

Anthocyanidin의 생성실험은 축합성탄닌(flavan-3, 4 diol구조)을 염산과 같이 가열하면 3, 4위치에서 탈수가 일어나 3-ketoflavan을 중심체로서 anthocyanidin이 산화되어 적색을 나타내는 성질<sup>23)</sup>을 이용하여 Reed 등의 방법<sup>24)</sup>으로 행하였다. 즉 분획탄닌을 40 mg에 5% HCl-butanol용액 5 ml를 가하여 보관하고 30분간 95°C에서 가열하여 방냉시킨 후 생성된 색소를 petroleum ether를 가하여 침전시키고 이것을 petroleum ether로 세정한 후 0.03% HCl-50% ethanol용액 5ml로서 침전을 용해시켰다. 이 용액을 Sephadex LH-20 short column(2.6 Cm×10 Cm)에 흡착시켜 0.03% HCl-50% methanol에서 용출시켜 적홍색 부분을 모아 동결건조 시켰다. 동결 건조시료는 paper chromatography방법으로 분리하였다. 소량의 ethanol로 용해시켜 Whatman No 1여지에 spot하여 forestal용액(acetic acid : HCl : H<sub>2</sub>O=30 : 3 : 10(v/v/v))을 이용하여 상승법에 의하여 전개시켰다. 전개 후의 각 spot를 확인하고, spot에 해당되는 부분을 잘라서 0.01% HCl-ethanol용액에서 용출시켜 흡수 흡광도를 측정하였다. 그 흡수 흡광도 및 Rf값의 결과를 harbore의 표준 물질로서 비교<sup>25)</sup>하여 anthocyanidin의 동정을 행하였다.

**(2) 단백질 침전반응**

분획하여 얻어진 물질이 축합성 탄닌의 여부를 확인하기 위하여 1% bovine serum albumin(BSA; A4378 : Sigma chemical Co., St. Louis, MO U.S.A) - 10% NaCl용액에 분획 물질의 용액 1~2방울을 가하여 단백질 침전작용의 유무를 조사하였다.

**(3) 중합도 측정**

바나나 탄닌의 중합도를 Butler 등의 방법<sup>26)</sup>에 의하여 측정하였다. 분획 탄닌의 methanol용액(1 mg/ml)을 빙초산으로 25배 희석시켜 희석용액 1 ml에 HCl-vanilline시약 4 ml를 잘 혼합하여 5분간 실온에서 발색시킨 후 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. 단량체(monomer)의 기준물질로서는 d-catechin(C 1251; sigma; containing 2.5 water/mol)을 사용하여 같은 방법으로 흡광도를 측정하여 각 분획 탄닌의 중합도를 구하였다. 중합도는 catechin의 흡광도를 탄닌의 흡광도를 나눈 값으로 하였다.

**바나나 탄닌에 의한 효소저해 시험**

**(1) Trypsin(EC 3.1.1.3)활성**

Trypsin(type I, 10000 BAEE units/mg protein; sigma, U.S.A)활성은 기질로서 N-benzoyl-DL-arginine- $\rho$ -nitro

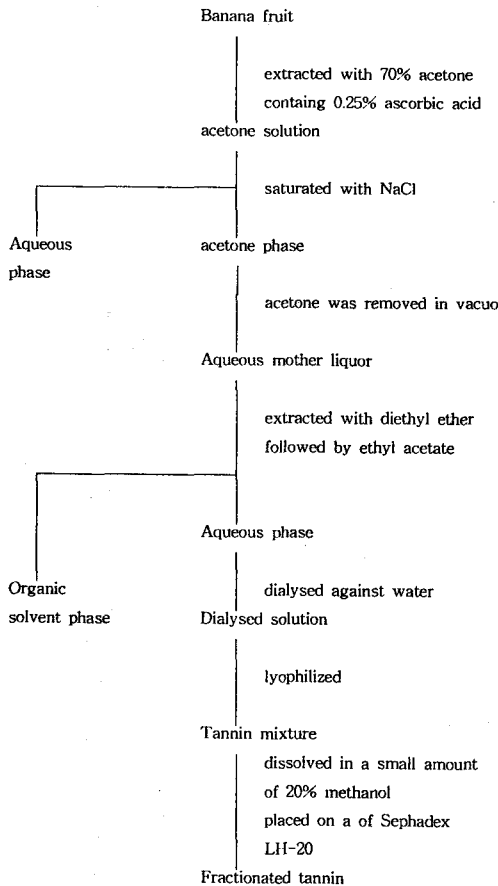


Fig 1. Preparation of banana fruit tannin

anilline(DL-BAPA)을 이용하여 Erlanger 등의 방법<sup>27)</sup>에 의해 행하였다. 즉 0.2 ml의 trypsin용액(100 µg/mg)과 0.1 ml의 탄닌용액(100 µg/mg)를 혼합하여 25°C에서 30분간 pre-incubation을 행한후 Tris-CaCl<sub>2</sub> 완충액(pH 8.2)에 DL-BAPA를 용해시킨 기질용액 5 ml(500 µg/mg)를 가하여 25°C에서 10분간 반응시켰다. 10분후, 30% acetic acid를 1 ml 가하여 반응을 정지시키고, 유리된 p-nitroquilline의 흡광도를 410 nm에서 측정, trypsin활성을 변화를 측정하였다.

(2) α-Amylase(EC 3.4.21.4)활성

α-Amylase(type XIII-A, 400~600 units/mg protein; sigma, U.S.A)활성은 Bernfeld의 방법<sup>28)</sup>에 의하여 행하였다. 즉, 1 ml의 α-amylase용액(2 µg/ml)와 1 ml의 탄닌용액(2 µg/ml)를 혼합하여 20°C에 30분간 preincubation을 행한후 20°C에 보관해둔 phosphate-NaCl buffer(pH 6.9)에 amylopectin을 용해한 기질 용액(1 µg/ml)1 ml를 가하여 실온에서 3분간 반응시켰다. 3분후 1% dinitrosalicylic acid시약 2 ml를 가하여 5분간 가열, 5 ml의 증류수를 가하여 급냉시켜, 25 ml로 정용하였다. 그리고 480 nm에서 흡광도를 측정하여 α-amylase활성으로 나타냈다.

(3) Lipase(EC 3.2.1.1)활성

Lipase(type VI-S, 20000~50000 units/mg protein; Sigma)활성은 Seligman 등의 방법<sup>29)</sup>에 의하여 구하였다. 0.2 ml의 lipase용액(100 µg/ml)과 0.2 ml의 탄닌용액(100 µg/ml)를 혼합하여 38°C에서 30분간 preincubation을 행한 후 2-Naphtylaurate의 아세톤 용액(1 mg/ml) 5 ml를 10 ml의 veronal-HCl 완충액(pH 7.4), 35 ml의 증류수와 혼합하여 만든 기질용액(0.1 mg/ml) 1 ml를 가하여 38°C로 진탕하면서 반응시켰다. 그리고 tetrazotized-o-dianisidin용액(4 µg/ml)/ml를 가하여 2분 후 40%의 trichloro acetate를 1 ml 가하여 반응을 정지시켰다. 그리고 가수분해 물질인 2-naphthol에 의해 생성된 azo색소를 ethylacetate 10 ml로 추출하여 540 nm에서 흡광도를 측정하여 lipase활성을 구하였다. 그리고 trypsin, α-amylase, lipase 각 효소에 대한 탄닌의 저해율은 다음식으로 구하였다.

$$\text{저해율}(\%) = \left(1 - \frac{\text{탄닌을 가한 경우의 활성도}}{\text{탄닌을 가하지 않은 경우의 활성도}}\right) \times 100$$

결과 및 고찰

탄닌 함량

Table 1에는 바나나 과실의 속도(미숙, 황숙), 부위(과육, 과피)별로 동결건조하여 탄닌을 정량하여 탄닌함량을 나타내었다. 바나나는 같은 blend의 것을 실험에 사용하기 위하여 노력을 했지만, 일시에 대량으로 처리하는 것이 곤란해서 각 시험 분석의 시료를 똑같은 것으로 하는 것은 되지 않았다. 탄닌 함량은 동결건조시료에서 과육, 과피를 통틀어서 황숙보다는 미숙에서 많이 함유하고 있었으며 과육과 과피 부분을 비교해 보면 과피 부분에서 많이 함유하고 있었다. 이러한 경향은 바나나 과실에서만 나타내 보이는 것

Table 1. Contents of condensed tannin in banana fruits (% on dry matter basis)

Unripe banana		Ripe banana	
peel	pulp	peel	pulp
4.97	1.54	3.06	0.24

Table 2. Anthocyanidin produced by tannins in unripe banana peel\*

Anthocyanidins	Colour on paper	Rf (Forestal)	Value of λmax (nm) (0.01% HCl-MeOH)
E-tannin	Purple	29	545
	Pink	48	535
A-tannin	Purple	29	545
Delphinidin	purple	29	545
Cyanidin	Pink	50	535

\*Tannin was heated in 5% HCl-butanol for 30 min at 100°C

이 아니고 다른 과실과 야채에서도 마찬가지로 탄닌의 함량 및 분포에 대해서 비슷한 보고가 있다.<sup>23)</sup>

바나나 탄닌 분획 및 분획 탄닌의 화학적 성질

미숙과육, 미숙과피, 황숙과육, 황숙과피로부터 粗탄닌을 추출하여 Sephadex LH-20 column에 걸어서 20% methanol, 50% methanol, 70% acetone으로 용출시킨 결과 각 시료같이 20% methanol에서 1개(A), 50% methanol에서 2개(B), (C), 70% acetone에서 2개 (D), (E)의 peak를 얻었다. 이러한 5개의 peak로 (A)~(E)중 (A)와 (E)의 peak가 특히 크게 나타난 것으로 부터, 이 peak(A), (E)의 확분을 동결 건조시켜 얻어진 탄닌에 대하여 단백질 침전 시험 anthocyanidin생성 시험 및 중합도를 측정 하였다. 그 결과(Table 2) 탄닌(A)에서는 purple의 spot가 하나, 탄닌(E)에서 purple과 pink, 2개의 spot가 검출 되었다. Forestal 용제에서 전개하여 얻어진 Rf값 및 spot를 0.01% HCl-ethanol에 용출시켜 측정한 흡수 spectrum을 Harborne의 표준물질 data<sup>25)</sup>와 조회 비교한 결과 탄닌(A)가 prodelphinidin, 탄닌(E)가 prodelphinidin과 procyanidin을 구성 단위로 하고 있는 proanthocyanidin류의 축합성 탄닌인 것을 알았다.

단백질 침전반응 시험에서도 Table 3에 나타낸것과 같이 백색 침전이 확인되어져 바나나 과실로부터 추출, 분획 시킨 물질은 축합성 탄닌의 특유한 떫은맛과 단백질 침전 작용을 나타내었다. Catechin을 monomer 기준 물질로서 초산-vanillin법으로 각 분획 탄닌의 중합도를 구한 결과도 Table 4에 합해서 나타내었다. Sephadex LH-20 column에 용출시킨 결과 빨리 용출되어진 분획일수록 중합도가 높고 미숙바나나 과실에서 탄닌(A)의 중합도는 7.03이며 탄닌(E)의 중합도는 4.14이었다. 한편, 황숙바나나 과실은 탄닌(A)가 6.66이며 탄닌(E)가 3.80이었다. 황숙바나나 과실보다는 미숙바나나 과실에서 중합도가 약간 높은 경향이었다. Kumar와 Horigome는<sup>30)</sup> 아카시아 잎에서 분획시킨 축합성 탄닌의 단백질 침전작용과 중합도에 대한 보고에서 중합도 범위는 1.53~4.12이고 중합도가 증가할수록 분획탄닌의 단

Table 3. Protein precipitation test

Pulp	tannin (A)	+
	tannin (E)	+
Peel	tannin (A)	++
	tannin (E)	+++

+: positive, ++, +++: strongly positive to the test

Table 4. Relative degree of polymerization and inhibitory effect on digestive enzyme of banana tannin.

	Degree of polymerization	Inhibition of enzyme activity		
		Trypsin	Amylase	Lipase
Unripe banana				
Tannin A	7.03	67.4%	63.8%	66.7%
Tannin E	4.14	50.5%	59.9%	66.7%
Ripe banana				
Tannin A	3.80	46.8%	55.9%	46.9%

백질 침전작용은 증가한다고 하였다.

바나나 탄닌에 의한 효소저해

바나나 탄닌에 의한 trypsin, α-amylase, lipase의 각 소화 효소에 대한 tannin의 저해 활성을 Table 4에 나타내었다. Trypsin에 대한 저해율은 탄닌(A)가 65.8%, (E)가 48.7%, α-amylase에 대해서는 (A)가 63.1%, (E)가 57.9%, lipase에 대해서는 (A)가 65.5%, (E)가 50.3%이었다. 실험에 사용한 소화 효소 어느 것에 대해서도 중합도가 높은 탄닌(A)쪽이 (E)에 비해 높은 저해율을 나타내었다. 이러한 결과는 Horigome 등<sup>30)</sup>이 녹엽에서 분획한 탄닌을 이용한 실험 결과와 같은 것으로서 탄닌의 중합도가 높을수록 각 효소에 대한 저해율이 높아지는 경향이 보여졌다.

감사의 글

이 논문은 1995년도 동아대학교 교내학술연구조성비(공모과제)의 지원에 의하여 수행된 연구결과이며 이에 감사드리며 아울러 본 논문에 관심을 가지시고 많은 조언을 하여주신 岡山大學 명예교수 堀米隆男 先生에게도 감사를 드립니다.

참고 문헌

1. Macrae, R., R. K. Robinson and M. J. Sadler (1993) Encyclopaedia of food science food Technology and Nutrition vol. 1, 302-308, Academic press.
2. 국제식량농업, (1994) 바나나의 현황과 단기 전망, FAO 제 380호, 28-30 사단법인 국제연합 식량농업기 구한국협회.
3. Garcia, E. and F. M. Lajolo (1988) Starch transformation during banana ripening: the amylose and glucosidase behavior. *J. Food Sci.* **53**, 1181-1184.
4. Chitarra, A. B. and F. M. Lajolo (1981) Phosphorylase, phosphatase, α-amylase activity and starch breakdown during ripening of 'Marmelo' banana whole fruit and thin slices. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* **106**, 579-584.

5. Palmer, J. K. (1963) Banana polyphenol oxidase preparation and properties. *Plant Physiol.* **38**, 508-513.
6. Galeaxxi, M. A. M., V. C. Sgarbier and S. M. Constantinides (1981) Isolation, purification and physicochemical of polyphenol oxidase(ppo) from a dwarf variety of banana (*Musa cavendishii*, L.) *J. food sci.* **46**, 150-155.
7. Wills, R. B. H., J. S. K. Lim and H. Greenfield (1984) Changes in chemical composition of Cavendishii banana (*Musa acuminata*) during ripening. *J. Food Biochem.* **8**, 69-74.
8. Shukla, R. N., S. Singh, Das Nibhriti, M. Baijal and G. G. sanwal (1973) Carbohydrate metabolism in *Musa paradisi-kaca*. *phytochemistry* **12**, 979-985.
9. Chiang, B. H., W. C. Chu and C. L. Chu. (1987) A pilot scale study for banana starch production. *Starch/Stärke* **39**, 5-8.
10. Lee, E. Y. C., C. Mercier and W. J. Whelan (1968) A method of the investigation of the fine structure of amylopectin. *Arch Biochem. Biophys.* **125**, 1028-1031.
11. Kayisu, K. and L. F. Hood (1981) Molecular structure of banana starch. *J. Food Sci.* **46**, 1894-1897.
12. Wainwright, H. and P. A. Hughes (1989) Objective measurement of banana pulp colour. *Int. J. Food Sci. Technol.* **24**, 553-558.
13. Buescher, R. W. and R. J. Furamanski (1978) Role of pectinesterase and polygalacturonase in the formation of woolliness in peaches. *J. Food Sci.* **43**, 264-266.
14. 이경옥, 최진영, 박성오, 이택수 (1995) 저장온도에 따른 바나나의 유리당과 유기산. *한국농화학회지* **38**, 340-344.
15. Agot, A. (1968) Etat actuel de nos connaissances sur la biochimie, la physiologie et la valeur nutritive de la banane(Biochemistry, physiology and nutritive value of the banana). *Bulletin de la soci t s scientifique d' Hygiene Alimentaire et d' Alimentation Rationnelle de L' Homme* **56**, 27-41.
16. Horigome, T., E. Sakaguchi and C. Kishimoto (1992) Hypocholesterolaemic effect of banana (*Musa sapientum* L. Var. Cavendishii) pulp in the rat fed on a cholesterol-containing diet. *British J. Nutrition*, **68**, 231-244.
17. Driedger, A. and E. E. Hatfield (1972) Influence of tannin on the nutritive value of soybean meal for ruminants. *J. Animal Science.* **34**, 465-468.
18. Horigome, T., T. Ohkuma and M. Muta (1984) Effect of condensed tannin of false acacia leaves on protein digestibility, as measured with rats. **55**, 299-306.
19. Barry, T. N. (1985) The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus Dedunculatus* for sheep. *British J. Nutrition* **54**, 211-217.
20. Matsuo, T. and S. Ito (1981) Comparative studies of condensed tannins from several young fruits. *J. Japanese Horticultural Science* **50**, 262-269.
21. Broadhurst, R. B. and W. T. Jones (1978) Tannin levels in cassava, a comparison of methods of analysis. *J. Sci. Food Agric.* **29**, 788-794.
22. Jones, W. T. and J. L. Mangan (1977) Complexes of the

- condensed tannins of sainfoin with fraction-1 leaf protein and with submazillary mucoprotein, and their reserval by polyethylene glycol and pH. *Phytochemistry*. **15**, 1407-1409.
23. 中村敏郎, 木村進, 加藤博道 (1972) 食品の變色とその化學 64-115. 光琳書房
24. Reed, J. D. R. E. McDowell., P. J. Van Soest and P. J. Horvath (1982) Condensed tannins: A factor limiting the use of cassava forage. *J. Sci. Food Agric* **33**, 213-220.
25. Harborne, J. B. (1977) Introduction to ecological biochemistry. Academic Press, New York, USA.
26. Buter, L. G., M. L. Price and J. E. Brotherton (1982) Vanillin assay for proanthocyanidins (condensed tannins). Modification of the solvent for estimation of the degree of polymerisation. *J. of Agri. Food Chemistry* **30**, 1087-1089.
27. Erlanger, B. F., N. Kokowsky and W. Choen (1961). The preparation and properties of two new chromogenic substrates of trypsin. *Archives Biochem. Biophys.* **95**, 271-278.
28. Bernfeld, P. (1955) In *Methods of Enzymology*, 149-150. [S. B. Colwick and N. O. Kaplan, editors] New York: Academic Press.
29. Seligman, A. M. and M. M. Nachlas (1963) In *Methods in Enzymetic Analysis*, 776-778 [H. U. Bergmeyer, editor] New York: Verlag Chemie.
30. Kumar, R. and T. Horigome (1986). Fractionation, characterization, and protein-precipitating capacity of the condensed tannins from *Robinia pseudo acacia* L. leaves. *J. Agric. Food Chemistry*, **34**, 487-489.
31. Horigome T, Kumar R. and K. Okamoto (1988). Effects of condensed tannins prepared from leaves fodder plants on digestive enzymes *in vitro* and in the intestine of rat. *British. J. Nutrition*, **60**, 275-285.

---

Effect of Condensed Tannins Prepared from Banana (*Musa Sapientum* L.) fruit on Digestive Enzyme *In vitro*.

Young-Su Cho\*, Chung-Han Chung and Chung-Ho Ryu<sup>1</sup> (*Department of Agricultural Chemistry, Dong-A University, 604-714, Pusan, Korea*; <sup>1</sup>*Department of Environmental Management, Taejon Junior College, 302-210, Taejon, Korea*)

**Abstract** : It has been shown that tannins have adverse effects on growth of animals and feed utilization. Tannins are usually classified into hydrolyzable and condensed types but the adverse effects are more marked in condensed tannin in hydrolyzable tannin. Furthermore, the principle condensed tannins found in banana fruits are pro types by the polymerization of flavan-3, 4-diols either alone or in combination with other flavonoids such as catechins. Tannin of the investigated banana (*Banana*; *Musa sapientum* LINN) fruits was fractionated into four or five molecular forms, according to the degree of polymerization by chromatography on a column of Sephadex LH-20. The protein-precipitating capacity of the fractionated tannins increased in degree of polymerization. The inhibitory effect of tannins on trypsin (EC 3. 4. 21. 4),  $\alpha$ -amylase (EC 3. 2. 1. 1) and lipase (EC 3. 1. 1. 3) activities *in vitro* also increased with the increased in degree of polymerization.

---

\*Corresponding author