
우리나라 전통차의 기능성

신 미 경

원광대학교 생활과학대학

우리나라 전통차의 기능성

신 미 경

원광대학교 생활과학대학

1. 서 론

우리나라 전통 차는 통일 신라, 고려시대를 지나 조선시대전까지는 녹차를 마시는 풍습이 가장 성행하였다. 그러나 조선시대에 유교가 국가이념으로 되면서 숭유배불정책과 고려 후기 향약제에 대한 활발한 연구와 세종대의 의학 장려로 인하여 한방 의학이 큰 발전을 이루면서 향약성 재료를 이용한 약이성 음료가 크게 발달하였다(손경희 1996).

우리나라에서 음용하고 있는 차는 이용하는 재료에 따라 곡류를 이용한 울무차·보리차·옥수수차·메밀차 등의 곡차류(穀茶類), 열매를 이용한 구기자차·모과차·매실차·유자차·꽃감차·대추차·결명차·산수유차 등의 과차류(果茶類), 잎을 이용한 녹차·감잎차·뽕잎차·쑥차 등의 잎차류(葉茶類), 뿌리를 이용한 인삼·취차·치커리차·생강차·등글레 등의 근차류(根茶類) 그리고 꽃을 이용한 국화차·매화차·구절초 등의 화차(花茶類) 등 종류가 매우 다양하다.

우리 주변에서 쉽게 접할 수 있고, 많이 음용하는 차를 중심으로 그 효능을 살펴보면 등글레차(*Solomon's seal, Polygonatum odoratum* var.)는 장시간 복용하면 피부색이 좋아지고 항노화성·혈당 강하 작용, 구기자(*Boxtrom, Lycium chinense* Mill.)는 강장보신 효과로 불면·권태감·신경쇠약·혈압강하 등에 대한 효과가 있으며, 인삼(*Ginseng, Panax schinseng* Nees.)은 암·당뇨·중추신경계 등 각종 질환에 대한 약리적 효능과 면역력 부활작용 등이 보고되고 있다(나호정 2007, 임숙자 등 1992).

결명자(*Kyolmyungja, Cassia tara* L.)는 급성결막과 시신경·망막위축에 기인하는 시력 감퇴의 예방 효과, 혈압 강하, 콜레스테롤 저하 및 심장병과 부인병에 대한 효능 등이 보고되고 있다(김주신 1988). 감잎(*Persimmon, Diospyros kaki* Thunb.)은 고혈압, 동맥경화, 심장병 등의 성인병과 위궤양, 십이지장궤양, 당뇨병 등의 만성질환에도 효과가 있으며, 비타민 A·C·E 및 엽록소가 풍부하여 성인병 예방에 좋은 식품으로 권장되고 있다(서은주 1976).

생강(*Ginger, Zingiber officinale* Rosc.)은 향신료로 많이 사용되어 있으나, 한방에서는 건위제와 발한제이며, 흰쥐 간 마이크로솜 지질 과산화에 대한 항산화 효과가 보고되고 있으며, 모과(*Chinese quince, Chaenomeles sinensis* Koehn.)는 소화불량, 토사과란, 각기, 근육경련, 하지 신경통, 빈혈치료 및 진해거담 등의 약리 작용이 확인되어, 얇게 썬 모과편은 약재로 사용되며(백숙은 1995), 울무(*Job's tears, Coiw lachryma-jobi* L.)는 자양강장, 건위, 진통, 이뇨 등에 효과가 있으며, 혈청의 콜레스테롤과 중성 지질의 저하 작용이 인정되어 건강식품 소재로 사용되어 왔다(Aoki, M. and Tuzihara N. 1984).

유자(Citron, *Citrus junos* Sieb.)는 비타민 C와 헤스페리딘이 함유되어 있어 모세혈관 강화, 피로 회복, 숙취 해소 및 혈압 강하 효과가 있는 것으로 알려져 있으며(Kumamoto *et al.* 1985), 오미자(Omiga, *Maximowiczia chinensis* Reprt.)는 목련과 식물인 오미자의 열매로서 진정, 진해, 해열 등의 중추 억제 작용과 간보호 및 혈압 강하, 알코올에 대한 해독 작용 및 항산화 효과에 효과적임이 보고되었다(장은희 등 1996).

쑥(Mugwort, *Artemisia selengensis* Turcz.)은 국화과 다년초로 우리나라 전역에 분포하고 그 종류도 약 200여종이 되며, 예부터 한방에서 황달, 간염, 간암, 간경변, 간디스토마, 구토, 설사 등에 널리 사용되어 왔고, 부종 및 혈과 투과성 항진 모델에 있어 항염증 활성을 나타내었다. 또한, 강장, 항고혈압, 진정, 진통 효과로 인해 의약품의 원료로도 사용되고 있는 두충(Duch'ung, *Eucommiae ulmoides* Cortex), 항산화 효과를 나타내는 칩(Arrowroot, *Pueraria thunbergiana* Benth), 향당뇨, 요통 및 폐결핵 등에 유효한 산수유(Sansuyoo, *Cornus officinalis* S. et Z), 커피 대용으로 마시는 치커리(Chicory, *Cichorium untybus* L.) 등 차에 따라 그 효능 또한 매우 다양하다(박종철 등 1994).

차(Tea, *Camellia sinensis*)는 좁은 의미로 동백나무과(Theaceaceae) · 동백나무속(*Camellia*) 차나무종에 속하는 다년생 상록수인 차나무[*Camellia sinensis*(L.) O. Kuntze]의 순이나 어린잎을 원료로 하여 만든 것으로 녹차를 비롯하여 오롱차, 홍차, 보이차 등 많은 종류가 있으며, 우리나라를 비롯한 아시아를 중심으로 아프리카 · 러시아 등 아열대 · 온대에 걸쳐 광범위하게 재배되고 있다.

차는 처음 질병을 치료하거나 예방하는 민간 의약품 또는 조상의 제례나 신에 대한 의식용으로 오랜 세월동안 이용되다가 최근 생체내의 노화 억제 · 생체 리듬 조절 · 면역력 강화 · 해독작용 등 생리활성이 과학적으로 구명됨에 따라 가치가 재평가되고 있으며, 탁월한 색 · 향 · 맛이 인정되면서 커피, 코코아와 함께 3대 비알코올성 기호음료로 자리 매김하고 있다(中村順行 1991).

따라서 본고에서는 차가 지닌 화학 성분을 중심으로 생체 내에서 나타내는 기능성에 대하여 살펴보고자 한다.

2. 차의 분류

차 제조에 이용하는 차나무는 잎이 작은 小葉種(var. *sinnensis* ; Chinese small leaf type)과 잎이 큰 大葉種(var. *assamica* ; Indian large leaf type)으로 크게 구별된다.

차나무는 기후적 환경에 가장 지배적이고 광범위한 분포와 오랜 기간을 통해 품종 내에서 형태적 또는 생리 생태적으로 특유한 형질 변이를 일으키는 것으로 알려지고 있다.

그러므로 차는 생산지의 재배 환경에 따라 차 공통의 특성을 나타내는 중요 성분은 같지만 유전적 특징으로 구성하는 화학성분의 조성 비율이 크게 다르게 나타나 각 나라마다 지역 종의 특성을 살린 제다법을 개발하여 특이한 향, 독특한 맛과 색이 잘 어우러지면서도 각각 풍미가 다른 차를 만들고 있으며, 차 생활에 있어서 행다법 또한 각각 다르다.

일반적으로 차는 제조과정에서 찻잎의 발효 유무, 발효 정도, 발효 시기 등에 따라 분류한다(Fig. 1).

가. 비발효차(非醱酵茶), 녹차(綠茶)

비발효차는 생육이 왕성한 차나무의 어린 찻잎을 열처리하여 산화효소(polyphenoloxidase)에 의한 카테킨(catechin)류의 산화반응을 억제시켜 만든 녹차(綠茶)로 전 세계적으로 생산량이 가장 많다. 찻잎의 열처리 방법에 따라 가마솥에 뒤어서 만드는 뒤음차(炒製茶), 수증기로 찌서 만드는 찌차(蒸製茶), 찻잎을 수증기로 살청 · 유념 후에 마지막에 뒤음 처리한 증초제차(蒸炒製茶) 등이 있다. 뒤음차와 찌차는 모두 고온에서 단시간 처리하기 때문에 녹색이 지너지고, 산뜻한 감칠맛을 가지며 함유 성분이 원료에 가깝게 보존된다.

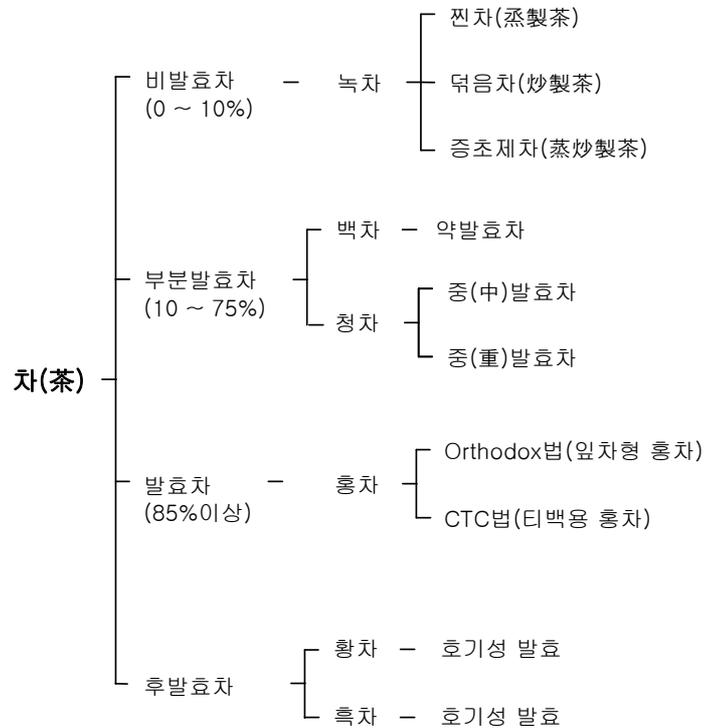


Fig. 1. 제조 방법(발효)에 따른 차의 분류

우리나라는 천혜의 토양과 년 평균 기온이 낮아 한랭하며 낮과 밤의 일교차가 큰 기후적 특성의 생육 조건을 지니고 있어 중국, 일본과는 다른 녹차를 생산한다(신미경, 1989).

따라서 녹차 이외의 차는 산화효소로 카테킨류를 산화반응(발효)시키거나 미생물로 발효시킨 것으로 정도에 따라 구성성분이 판이하게 달라지고 그 결과 향미도 다르다.

나. 부분 발효차(部分醱酵茶),白茶·靑茶

차잎을 햇볕에 약간 시들이기 한 다음 실내에서 10~75% 발효시켜 녹차와 홍차의 특성을 살린 차이다. 발효 정도에 따라 약발효차인 백차가 있으며, 청차에는 중(中)발효차인 포종차·철관음차, 중(重)발효차인 오룡차 등이 있으며, 오룡차(烏龍茶)라고 총칭하고 있다.

다. 발효차(醱酵茶), 홍차(紅茶)

카테킨 함량이 많은 인도 대엽종의 일차일기의 차잎을 이용하여 85% 이상 발효시킨 차이다. 홍차 제조 법에는 순 오쏘독스(orthodox)법, 반 오쏘독스(vane orthodox)법, CTC(Crush, Tear, Curl)법 등이 있으며, 세계 3대 홍차는 인도의 다르질링, 스리랑카의 우바, 중국의 기문홍차이다.

라. 후발효차(後醱酵茶), 황차·흑차(黑茶)

신선한 차잎을 열처리하여 산화 효소의 작용을 억제시키는 전 처리 공정을 한 다음 퇴적하여 나중에 미생물로 발효시킨 것으로 황차, 흑차 등이 있다.

황차(黃茶)는 차잎을 살청하여 산화 효소를 불활성화 시킨 후에 습기 있는 차잎을 종이에 싸서 상자에 넣고 저장하거나 퇴적하여 등황색으로 될 때까지 천천히 발효시키는 민황 공정을 거쳐 독특한 향과 맛을 지니도록 만든 후발효차의 하나로 황색의 비효소성 미생물 발효차다.

흑차(黑茶)는 찻잎을 살청하여 효소를 불활성화 시킨 후 퇴적하여 국균(*Aspergillus*)으로 발효시켜 만든 후발효차이다. 짙은맛과 꽃내가 없고 암갈색이며 보이차·육보차 등이 있다.

3. 녹차의 화학성분 및 작용

차의 화학성분은 차나무의 품종, 토양·기후 등의 생육조건, 찻잎 따는 시기, 제조방법 그리고 우려내는 방법 등 여러 가지 요인에 의해 성분 함량과 조성비율이 달라진다.

차의 성분은 수용성 성분이 35~40%, 불용성 성분이 60~65%이며, 주요 성분은 카테킨(catechin), 카페인(cafeine), 단백질, 유리아미노산, 전분, 섬유소, 펙틴과 엽록소·플라보놀 유도체·안토시안 등의 식물색소 그리고 지질, 수지류, 정유, 비타민, 무기질 등이다(Table 1).

차는 다른 식물에 비해 카테킨과 카페인을 비롯하여 테아닌 등의 아미노산류, 다당류, GABA, 사포닌, 칼륨·불소·아연·망간 등의 무기질, 비타민 C·E 등의 항산화 비타민, 엽록소, 플라보놀 등 생체 조절 기능을 갖는 성분을 다량 함유하고 있는 것이 특징이다.

가. 카테킨류(Catechins)

차의 맛, 향기 및 색에 깊이 관여하는 중요 성분으로 폴리페놀(polyphenol) 화합물이다. Flavanol 구조를 가진 카테킨은 2, 3위치에 2개의 부재탄소를 가지며 4종의 광학이성체가 있으나, 찻잎 중에는 (-)-epi체와 (+)-체 그리고 이 들의 3위치의 몰식자산(galli acid) 에스테르(gallate)가 주체이고, (-)-와 (+)-epi체는 추출이나 제다 과정에서 이성화에 의하여 생긴다고 한다(西岡五夫 1991, 이순재 2001).

함량은 약 15%이며 녹차 가용성분의 70~80%를 차지하여 가장 함유량이 많다. 카테킨은 맛이 짙고 온화한 쓴맛이고, 광합성에 의해 형성되므로 찻잎 따는 시기가 늦어질수록 함량이 많아지며, 90℃ 이상의 고온에서 잘 용출된다.

차 폴리페놀 화합물인 주요 카테킨류는 유리형인 에피카테킨(-EC : -epicatechin)·에피갈로카테킨(-EGC : -epigallocatechin) 그리고 에스테르형인 에피카테킨갈레이트(-ECg : -epicatechin gallate)·에피갈로카테킨갈레이트(-EGCg : -epigallocatechin gallate) 등 4종류이며, 에피갈로카테킨갈레이트(-EGCg)가 약 50~60%로 함량이 제일 많다(Fig. 2).

유리형 카테킨 EC와 EGC는 온화한 쓴맛으로 저농도에서는 떫은맛이 없으나 몰식자산과의 에스테르형 카테킨인 ECG와 EGCG는 강한 쓴맛과 떫은맛을 가지고 화학적으로 수용성 단백질과 결합하여 불용성의 복합체를 형성한다. 그러나 밤 속껍질 또는 덜 익은 감의 떫은맛과 같이 혀나 입안의 점막에 부착하는 불쾌한 느낌이 없이 다른 맛과 조화를 이루어 깔끔한 풍미를 나타낸다.

찻잎의 폴리페놀 성분은 이러한 수렴 작용에 의하여 위장 점막을 보호하고 위장의 활동을 왕성하게 하며,

Table 1. Chemical composition of green tea

Contents	
Water soluble components (35~40%)	Catechins*, Caffeine, Free amino acids, Theanine, r-Amino butyric acid, Vitamin C, Vitamin B complex, Saponin, Polysaccharide, Fluoride, Zinc, Selenium, Flavanols, Flavors
Water insoluble components (60~65%)	Dietary fibers, Protein, Lipid, Vitamin E, β - Carotene, Chlorophyll Minerals(insoluble)

* *Camellia sinensis* var. *sinensis* : 10~17%

Camellia sinensis var. *assamica* : 17~25%

살균 작용과 유독 물질에 대한 해독 작용 등을 나타낸다.

특히 최근에는 성인병 및 암 예방에 관계하는 항산화성, 항돌연변이, 콜레스테롤 저하, 지방 흡수 억제, 항균 작용, 혈압 상승 억제, 항 알레르기 등의 생리활성이 확인되고 있으며, 카테킨 중 수산기를 가장 많이 갖고 있는 EGCG가 강한 생리작용을 가지고 있다(原 征彦·佐野英彦 1991)

녹차는 제조 시에 솥에 덫거나 증기로 찌서 찻잎 중의 산화 효소(polyphenol oxidase)를 불활성화시킴으로써 안정한 상태로 남아 있으나, 부분 발효차와 홍차는 산화 효소의 작용을 받아 적갈색을 띠는 테아플라빈(theaflavin)과 등적색을 띠는 데아루비긴(thearubigin)을 생성하여 발효차 특유의 찻물색과 맛을 나타내게 된다.

1) 카테킨(Catechin)의 생리활성

가) 비만 예방 효과

차는 칼로리가 없는 음료이며, 카테킨은 지방 분해를 촉진하고 체내 지방 축적을 억제하는 효과가 있다(Tankred Wegener 2003, Kazutoshi S. 등 2003).

나) 암 예방 효과

항암 효과에 대한 분자 모델링 기술을 이용한 연구를 보면 차 카테킨류의 주요 성분인 EGCG가 사람의 암세포에서 암세포를 정상세포로 전이시키는 단백분해 효소인 urokinase에 결합하여 암 세포의 증식을 억제하고 크기를 감소시키며, 또 암세포의 아포토시스(apoptosis)를 유도하여 발암성 인자의 활성을 저지시키는 강력한 화학적 예방 효과를 밝히고 있다(이지현 등 2003, 박지선 등 2002).

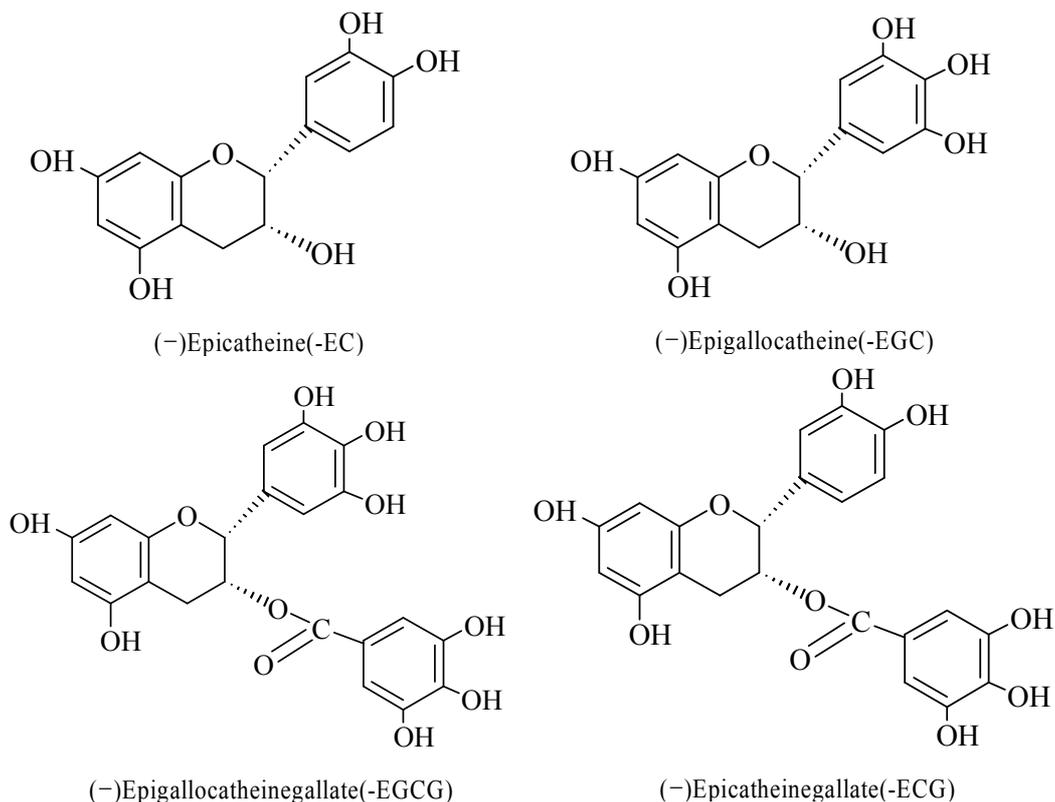


Fig. 2. 차 카테킨류의 화학구조.

다) 혈당 상승 억제 효과

당뇨병 예방에 대한 효과는 차의 카테킨이 전분과 당의 분해 효소인 아밀레이즈(α -amylase), 슈크레이즈(sucrase) 등의 활성을 억제하여 소장 내로 포도당의 흡수를 저하시켜 혈당치의 급격한 상승을 억제시킨다고 보고하고 있다(Miwa H 1993).

라) 혈압 상승 억제 효과

고혈압 예방 효과는 카테킨이 혈관을 수축시켜 혈압을 올라가게 하는 안지오텐신 I 변환 효소(angiotensin I convertingenzyme : ACE)의 작용을 현저하게 저해하는 효과를 갖고 있기 때문이라고 한다(原 征彦 등 1987).

마) 콜레스테롤 상승 억제 효과

카테킨은 음식물 중의 콜레스테롤이 장에 흡수되는 것을 억제하여 총 콜레스테롤 수치를 저하시킬 뿐만 아니라 저밀도지단백(LDL) 콜레스테롤 수치는 감소시키고 고밀도 지단백(HDL) 콜레스테롤 수치의 비는 증가시키는 것이 확인되었다(신미경 등 2003).

바) 항산화성 · 노화 억제 효과

카테킨의 항산화성은 아주 중요한 생리 활성의 하나로 산화하여 과산화 지질을 생성시켜 세포막을 손상, 노화를 촉진시키기도 하고, DNA을 손상하여 암, 뇌졸중, 심근경색 등의 질병을 유발시키는 요인으로 작용한다. 카테킨은 비타민 C, 비타민 E보다 강력한 활성산소 제거작용을 갖고 있다(Fereidoon Shahidi 2003, 정혜영 2000). 전통차류 중에서도 강한 항산화성을 나타내고 있다(Table 2).

사) 항균 · 항염 효과

카테킨은 장내에서 암모니아, 아민류 등을 생성하는 유해 세균의 생육을 억제하는 동시에 건강에 유익한 *Lactobacilli* 와 *Bifidobacteria*를 증가시키는 균총 개선의 효과가 있다. 또한 *E. coli* 0-157, 포도상구균, 장염 비브리오균, 보툴리우스 등의 식중독균에 대해서는 강력한 항균작용으로 보통 마시는 차의 카테킨 농도에서 사멸시킨다고 한다. 충치균(*Streptococcus mutans*)에 대해서도 항균력이 밝혀져 충치 예방에도 효과적이다(原 征彦 등 2002, Lin Ting & Li 2003).

아) 해독 작용

차의 해독작용은 음용의 기원에서도 나타났지만 카테킨은 현대 사회에서 문제 시 되고 있는 다이옥신을 포함한 환경호르몬, 유기수은 · 카드뮴 · 납 · 구리 등과 같은 중금속, 잔류농약, 전자파, 담배의 니코틴 그리고 모르핀 등 호흡기나 소화기를 통해 체내에 들어가게 되면 배설되지 않고 축적되어 독성을 나타내는 물질과 쉽게 결합 침전물을 생성하여 체외로 배설시킨다고 보고하고 있다(이순재 등 1995).

자) 구취 소거 효과

카테킨의 결합성에 의한 흡착작용으로 입 냄새뿐만 아니라 암모니아 냄새, 트리메틸아민의 비린 냄새, 유화수소의 계란 썩은 냄새, 메틸멜캅탄 냄새 등 악취 제거에 효과적이다(原征彦 등 2002).

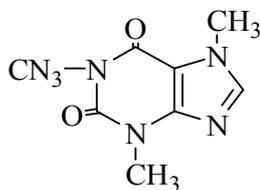
나. 카페인(Caffeine)

카페인류는 차를 상징하는 중요 성분으로 함량은 2~3 %이며, 상쾌한 쓴맛을 나타내고 더운물에 잘 용출된다. 카페인류는 폴리페놀류와 결합된 형태로 존재하는 퓨린(purine)염기의 메틸젠티(methylxanthine)류로 유사한 화학구조와 생리작용을 하는 테오브로마인과 테오피린 등이 소량 함유되어 있다(村松 1991)(Fig. 3).

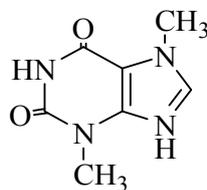
Table 2. 전통차 종류에 따른 총 활성산소 생성 제거 효과 (정혜영 2000)

Kinds of tea(20mg/ml)	% of control
Control	100.0± 1.7 ^{dAB}
Cereals	
율무차(Job's rears tea)	74.5± 1.6 ^{hij}
보리차(Roasred Barley tea)	152.5± 6.3 ^a
옥수수차(Roasred Indian corn tea)	84.4± 3.2 ^{ef}
승룻차(Scorched rice tea)	137.8± 4.0 ^b
Average of cereal ters	112.3±38.6 ^A
Fruits	
구기자차(Boxthorn tea)	99.6 ± 3.4 ^d
모과차(Chinese quince tea)	75.6 ± 3.3 ^{hij}
유자차(Citron tea)	71.9 ± 1.7 ^j
곶감차(Dried persimmon tea)	88.9 ± 4.1 ^c
대추차(Jujube tea)	83.6 ± 4.2 ^{efg}
결명자(Kyol Myung Ja tea)	82.7 ± 2.9 ^{efg}
산수유(Sansuyoo tea)	73.4 ± 0.2 ^{ji}
Average of fruit teas	82.2 ± 9.8 ^B
Leaves	
홍차(Black tea)	101.0± 9.1 ^d
두충차(Du Ch'ung tea)	103.5± 4.3 ^d
녹차(Green tea)	49.7± 1.5 ^k
오롱차(Oolong tea)	75.2± 2.4 ^{efg}
감잎차(Persimmon leaf tea)	81.5± 4.5 ^{fgh}
Average of leaf teas	82.2± 21.9 ^B
Roots	
쑥차(Arrowroot tea)	77.0± 1.7 ^{ghij}
치커리차(Chicory tea)	100.9± 3.5 ^d
생강차(Ginger tea)	79.5± 3.0 ^{fghi}
인삼차(Ginseng tea)	98.5± 2.3 ^d
등글레차(Solomon's seal tea)	119.8± 3.9 ^c
Average of root teas	95.1±17.5 ^{AB}

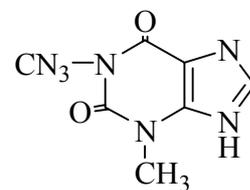
Values are mean±SD



Caffeine



Theobromine



Theophylline

Fig. 3. 카페인 · 테오브로마인 · 테오피린의 화학구조

Table 3. 차, 커피, 코코아 및 콜라음료 중의 methylxanthine류 함량

Beverage	Methylxanthine 류	Amount(mg)
Tea 1 cup	Caffeine	50
	Theobromine	2
	Theophylline	1
Coffee 1 cup	Caffeine	50~85
Cocoa 1 cup	Caffeine	5
	Theobromine	250
Cola 300 mL	Caffeine	40

(D. M. Graham, Nutr. Rev., 36:97-102(1978))

카페인은 1820년 스위스의 생리학자 룬게(Runge)가 커피콩에서 처음 발견하여 커피소라 하였고, 1827년 영국의 오드리(Oudry)가 차에서 발견하여 테인(Theine)이라고 하였으나, 그 후 동일 물질로 판명되어 카페인이란 통일하였다.

3대 카페인 음료인 커피에는 카페인, 코코아에는 테오브로마인이 주로 들어 있는 반면에 차에는 카페인과 소량이지만 테오브로마인과 데오피린이 함께 들어있다.

1) 카페인의 생리작용(Hirsh K 1984)

카페인, 테오브로마인 및 데오피린의 생리작용을 살펴보면 대뇌 중추신경 흥분 작용은 카페인이 가장 강하고 다음이 데오피린, 테오브로민 순으로 나타난다. 호흡기 흥분 작용, 이뇨 작용, 기관지 및 혈관 확대 작용 특히 심장 근육에 대한 박동력의 흥분과 심장 근육에 영양을 공급하는 관상 혈관에 대해서는 데오피린이 가장 강하고 그 다음이 테오브로마인, 카페인 순이다.

따라서 카페인류는 각성, 이뇨, 강심, 위액 분비 촉진 등의 생체내의 작용으로 피로 회복, 기분 전환, 사교력 증진 등의 효과를 나타낸다.

다. 총 질소 및 유리아미노산

일반적으로 녹차는 찻잎의 질소 화합물과 깊은 관계가 있으며, 단백질 함량이 많은 것일수록 맛이 좋은 것으로 알려지고 있다. 단백질은 녹차의 제조 공정 중에 탄닌과 결합 또는 가열 중에 응고하기 때문에 차의 침출액에는 아미노산과 아미드가 용출된다.

유리아미노산은 차의 독특한 감칠맛과 향미 성분의 주체로서 함량은 1~3% 정도이며, 차의 품질에 따라 차이가 크고, 차 감칠맛의 주체로 약 28종류가 확인되고 있다.

주요 아미노산류로는 데아닌(theanine), 아르기닌(arginine), 아스파르트(aspartic acid), 글루탐산(glutamic acid), 아스파라긴(asparagine), 트레오닌(threonine), 글리신(glycine), 알라닌(alanine), 발린(valine), 메티오닌(methionine), 이소류이신(isoleucine), 류이신(leucine), 티록신(tyrosine), 페닐알라닌(phenylalanine), 라이신(lysine), 히스티딘(histidine), 글루타민(gltamine), 트립토판(tryptophan) 등이 있다.

이 중에서도 중요 아미노산은 데아닌(단감칠맛)이며, 다음으로 글루탐산(신감칠맛), 아스파르트산(신감칠맛), 아르기닌(쓴감칠맛) 등으로 찻잎 따는 시기가 빠른 차일수록 총 아미노산의 함량이 많고 데아닌의 함유 비율이 높다. 유리 아미노산은 60℃ 정도의 저온에서도 잘 용출된다.

1) 데아닌

데아닌은 1949년 일본에서 처음 발견되었고, glutamic acid와 ethylamine으로부터 합성되며, 햇빛을 차단

하여 조사 광량을 적게 하면 차잎에 많은 양이 축적된다(Fig. 4). 함량은 1~2%로, 총 아미노산의 40 ~ 60%를 차지하여 아미노산 중 가장 함량이 많고, 단감칠맛을 내는 차 특유의 맛 성분으로 그 함량은 차의 품질을 결정하는 중요 요인이 된다(신미경 1994).

테아닌의 중요한 작용은 카페인에 대한 작용 억제, 긴장 완화 효과, 혈압 강화 효과, 기억과 학습 행동 상승 효과, 신맛의 상쇄 효과 등이 보고되고 있다(Yokogoshi H 등 1998, 염근상 2002, 김경식 2004).

가) 테아닌의 생리활성

(1) 카페인에 대한 선택적 작용

카페인에 의한 중추신경의 자극을 약화시키고, 세로토닌(serotonin) 및 카테콜아민(catecholamine) 등의 뇌 내 신경 전달물질을 변동시켜서 도파민(dopamine)의 방출 촉진 효과로 카페인의 흥분작용을 선택적으로 억제하는 특이적인 작용이 있다.

(2) 긴장 이완(Relaxation)효과

사람에게 테아닌을 섭취한 후에 뇌파를 측정했을 때 편안하고 안정된 상태에서 나타나는 α-파의 출현 증가가 확인되었다. 사람의 뇌는 두피 상에서 기록되는 주파수의 차이에 따라 δ 파, θ 파, α 파, β 파 4개의 뇌파(brain wave)로 나타나게 된다(Fig. 5, 6).

- δ 파(Delta wave) ; 깊은 잠을 잘 때(deep sleep)
- θ 파(Theta wave) ; 졸음상태(light sleep)
- α 파(Alpha wave) ; 편안하고 안정된 상태(awake relaxed) - 이완상태의 지표
- β 파(Beta wave) ; 흥분된 상태(awake excited)

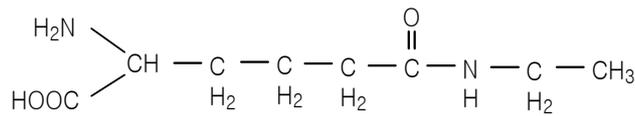


Fig. 4. Theanine의 화학구조

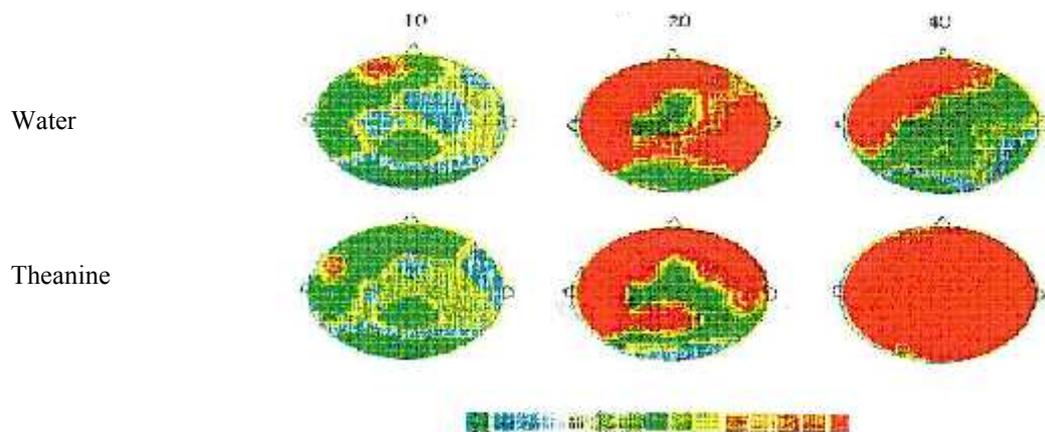


Fig. 5. Changes in appearance of the α-brain wave.

Differences in appearance and strength of the α-wave become clearer 40 min. after the intake of a theanine solution (200 mg/100 mL water).

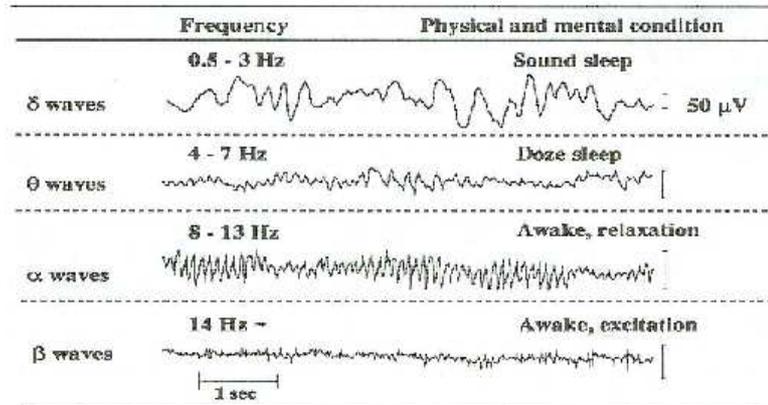


Fig. 6. Classification and relation between wavelengths appearing in human brain.

(3) 월경전증후군(Premenstrual syndrome, PMS) 완화

월경이 시작하는 2주일 전이 되면 무기력, 불안 초조, 집중력 저하 등의 정신적 증상, 두통, 피로하고 손발이 차지는 신체적인 증상 그리고 일이 싫어지고 교제가 잘 안되는 등의 사회적 증상인 월경전증후군 경감에 효과적임이 확인되고 있다.

라. 비타민류

차에는 수용성인 비타민 B₁, 비타민 B₂ 등의 비타민 B군, 비타민 C 그리고 지용성 비타민인 β-카로틴, 비타민 E 등을 함유하고 있다. 녹차는 어린 차잎을 고온에서 단시간 처리하여 효소를 불활성화 시키는 독특한 제법 때문에 홍차 및 커피에 비하여 비타민류가 많이 함유되어 있다.

특히 녹차의 비타민 C는 90%가 괴혈병 등에 효력이 큰 환원형이며 일반 채소즙의 비타민 C에 비교하여 매우 안정한 보건성 성분으로 차를 우릴 때 용출되는 비타민량은 차의 종류, 용출하는 물의 온도 및 시간 그리고 빛수 등에 따라 다르나, 60°C 정도의 낮은 온도에서도 용출되며 속도가 빠르다.

비타민 B₁은 당질대사에 관여하는 조효소의 전구체이며, 정신 건강에 중요한 영양소이다. 부족하면 정서 불안, 학습 능력, 주의력이 떨어지기 쉽다.

β-카로틴은 체내에서 비타민 A로 전환되는 지용성 비타민으로 항산화성을 가진 항산화 비타민이다. 비타민 E 또한 항산화 작용으로 항노화성 비타민이다(Sakanaka 등 1997).

마. 무기질

포타슘·아연·마그네슘·망간·구리·셀레늄 등 알칼리성 무기질과 미량 필수 원소가 약 5~6% 함유되어 있다. 이 중 60~70%가 뜨거운 물에 용출되는 것으로 신진대사 및 차의 맛에 영향을 미친다.

미량 필수원소인 아연·망간·구리 등은 체내 유해 활성산소의 작용을 억제하는 효소 슈퍼옥사이드 디스무테이즈(SOD, superoxide dismutase)의 구성성분(CuZnSOD, MnSOD)이며, 셀레늄은 유해 과산화 지질의 분해에 관여하는 글루타티온 과산화물 분해효소 (glutathion peroxidase)의 구성성분으로 항산화 작용을 한다(村松徹一郎 1991).

불소는 100~200 ppm 정도가 수용성 형태로 여름차에 많이 함유하고 있으며, 카테킨과 함께 충치 예방 효과를 기대할 수 있는 구강 보건성 성분이다.

바. 다당류 및 유기산

다당류는 아라비노스, D-리보스, D-글루코스 등으로 약 0.6~1% 함유되어 있으며, 녹차의 품질 및 가열

향기의 전구물질 등에 관여하고 카테킨류의 혈당 상승 억제작용을 도와주는 것으로 알려지고 있다.

유기산은 키나산, 호박산, 구연산 등으로 약 1~2% 함유되어 있으며, 산미 성분인 유기산 또한 함량 및 조성의 변화로 녹차의 품질에 관여하고 카테킨류의 항산화 상승 효과가 있는 것으로 알려져 있다.

사. 사포닌

쓴맛과 떫은맛을 나타내고 찻잎중의 함량은 0.1% 정도이며, 혈압 강하, 항암 및 항염 작용이 인정되고 있다((村松徹一郎 1991).

아. 수용성 펙틴

펙틴은 맛은 없으나 점도를 부여하여 입안의 감촉을 좋게 하며, 함량은 3~6% 정도이다. 담즙산 배설작용, 혈중 콜레스테롤 저하 등의 생리작용이 있다.

자. 감마-아미노낙산(γ -aminobutyric acid, GABA)

찻잎의 가바(GABA)의 함량은 0.1~0.2 %이다. 그러나 생 찻잎을 공기가 통하지 않는 주머니에 넣고 일정시간 질소나 탄산가스 중에서 혐기적 처리하면 차의 주요 아미노산인 글루탐산의 탈탄산 반응에 의하여 생성되는 아미노산이다. 이 성분은 신경의 흥분을 억제하는 전달 물질로서의 기능을 갖고 있어서 신경과민 억제 효과와 경련을 저지하는 약효가 있다(Masashi 1995, 박장현 등 2002).

최근에는 고혈압 예방의 목적으로 GABA를 150~200mg%까지 생성시킨 기능성차로 가바론(Gabaron)차가 만들어지고 있다.

차. 색소

차의 주요 색소성분은 엽록소(0.8~1.0%)이며, 다음이 플라보놀, 안토시안 등으로 싱싱한 맛과 그리고 차 제품의 외관과 찻물의 색 등 품질 평가의 기준이 된다. 주 색소인 엽록소는 빛과 열에 의해 쉽게 페오피틴으로 분해되어 선녹색에서 황갈색으로 변화한다.

차 침출액에는 주로 플라보노이드 배당체와 탄닌 산화물이 용출되지만 주체가 되는 것은 플라보놀류로 캄페롤(kaempferol), 퀘세틴(quercetin), 루틴(Rutin) 및 미리세틴(myricetin) 등이며, 차 특유의 색소물질로 알려져 있다(Fig. 7).

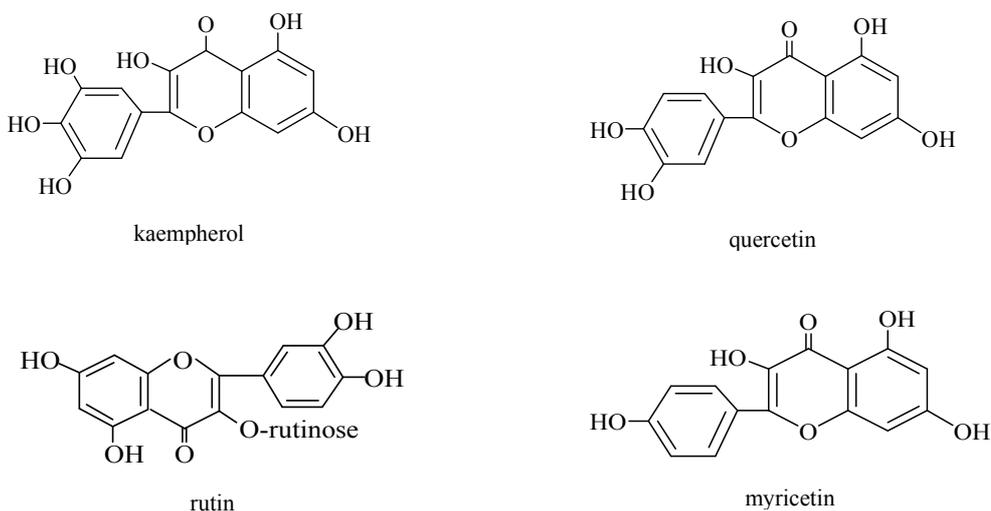


Fig. 7. 차의 flavonol 류의 구조

캄페롤, 퀴세틴, 루틴 및 미리세틴 등 플라보놀류는 차물의 황금색을 나타내는 색소로 모세혈관의 저항성을 높이고 혈관벽의 위약성을 저지하는 작용으로 출혈을 막고, 혈중 콜레스테롤의 배출을 촉진하는 작용이 알려지고 있다. 루틴은 약 10 mg% 함유하고 있으며, 채엽 시기가 늦은 여름차에 많다. 비타민 P의 작용을 가지며 비타민 C와 공존한다(梶田 1992).

탄닌은 원래 무색이지만 제다 공정 및 저장과정에서 산화되어 수용액 중에서 다갈색으로 된다. 또 차 침출 직후에는 황금색을 띠지만 상온에서 방치하면 점차 적색으로 되면서 맛, 향이 변화하는데, 이 갈변에는 카테킨류 외에 당, 아미노산 및 비타민 C 등이 관여한다.

카. 향기

차의 생명이라고 할 수 있는 중요 성분으로 함유량은 1~2 mg%로 미량이며 구성성분 또한 다양하다. 향기성분으로는 20여종의 알코올류가 전체의 80% 정도로 가장 많으며, 알데히드, 케톤, 유기산, 테르펜계 화합물 등 약 500여종이 확인되고 있다.

녹차의 제조 공정별로 보면 찐차는 nerolidol, indol 등의 함량이 많으며, 덩음차에는 linalool, geraniol, benzylalcohol, phenyl 에탄올 등의 함량이 높다. 함량이 많은 제라니올, 페닐 에탄올은 장미향기를 띠며, 다음으로 많은 벤질알콜과 같은 테르펜류는 꽃이나 과일 향에 기여하는 성분이다(최성희 1991).

차의 향기는 단일 물질로 대표되는 것은 없고 많은 종류의 향기 성분의 양적 차이에 따라 결정되는 것이다. 또 비점이 낮기 때문에 보존 방법, 차 우려내는 물의 온도 등으로 같은 차라도 그 향기는 미묘하게 변화한다.

차는 건조 식품으로 다른 식품에 비해 보존성이 높으나 관리 방법이 나쁘면 변질하여 차잎의 표면색, 차액의 색, 향기와 맛 등이 떨어진다. 특히 녹차는 우롱차, 홍차 등에 비해 저장 중 성분 변화를 일으키기 쉽다. 차의 향기는 차에 함유된 지질이 자동 산화하여 변질 취를 생성하기 때문에 신선한 향을 잃어버리며, 차 녹색의 변화는 선명한 녹색인 클로로필이 황록색의 페오피틴으로 변하며 또 카테킨은 홍차 발효에서는 테아플라빈 기타 등적색 색소 물질로 변화하지만, 저장 중은 비효소적 산화반응으로 갈색 물질로 되며, 수분이 많은 곳에 방치하면 더욱 현저하게 변화한다. 비타민 C 또한 온도, 산소, 광선 등에 의해 산화되어 현저하게 감소한다.

따라서 차는 광선과 습기를 싫어하고 건조한 것을 좋아한다. 또 차는 흡착력이 강해서 냄새에 쉽게 동화되므로 냄새가 나는 곳에는 보관하지 않는 것이 좋고, 개봉한 차는 곧바로 밀봉하여 건조한 곳에 보관하는 것이 바람직하다.

차의 맛은 쓰고 떫은맛의 카테킨, 쓴맛의 카페인, 감칠맛의 유리아미노산류, 단맛의 당류, 향기의 정유성분 그리고 펙틴 등 고분자 화합물의 상호작용 및 물성이 관여하여 조화된 특유의 향미를 나타낸다(中川致之 1991).

가용성 화학성분 중 총 질소, 카페인, 비타민 C, 테아닌을 비롯한 아미노산류 및 핵산계 물질은 차 맛을 좋게 하는 성분이며, 카테킨류(에피갈로카테킨, 에피갈로카테킨 갈레이트), 유기산, 유리당 등은 반대로 차의 맛을 저하시키는 성분으로 알려지고 있다.

4. 차의 기능성

최근 차의 기능성에 대하여 역학조사, 동물모델실험, *in vitro* 실험을 통하여 분자수준에서 생리활성의 기전이 구체적으로 밝혀지고 있다. 차의 화학성분과 그 작용(Table 4)을 토대로 차의 신체 조절 기능성에 대하여 살펴본다(陳 宗懋 1991, 王 輝浩 1995).

가. 심신의 피로회복 효과

차를 마시면 카페인의 각성·강심·이노작용에 의해 대뇌중추신경을 알맞게 흥분시켜 육체적·정신적 피로에 매우 효과적이다. 따라서 사고력 판단력이 증진되고 혈액의 순환과 신장의 기능을 높여 배뇨를 활발하게 하여 피로 물질의 체외 배출을 촉진함으로써 생활을 윤택하게 하고 활동력을 증진시킨다.

또한, 유리아미노산의 하나인 테아닌의 긴장이완 효과 및 α 파의 출현증가로 편안하고 안정된 상태가 관찰되는 것으로 보고하고 있다.

나. 만성질환의 예방효과(John h Weisburger 1995)

차에는 예방 의학의 측면에서 비만, 고혈압, 동맥경화, 암 및 당뇨 등의 질병 예방에 유효한 카테킨, 테아닌, 비타민 C, 비타민 E, 비타민 B₁, 다당류, 무기질, 루틴 및 GABA 등의 성분이 함유되어 있다.

다. 방사능 방어 효과

1945년 원자폭탄이 투하된 히로시마에서 차 생산지로 이주하여 녹차를 많이 마신 사람들은 생존율이 높았을 뿐만 아니라 건강상태도 양호하다는 조사 결과로 방사능 방어 효과를 판명하고 있으며, 동물실험에서도 방사성 Sr 90의 90%는 흡착됨이 연구 결과로 밝혀지고 있다(王運 浩 1995).

라. 살균 작용 및 항 바이러스 작용

마. 해독 작용

바. 변비 예방 효과

카테킨의 수렴 작용은 긴장성을 높여 위의 운동을 활발하게 하여 식욕을 촉진시키고 위 점막을 보호하며, 장관에 대해서는 긴장성을 풀어주는 효과가 있어 변비에도 효과가 있다.

Table 4. Physiological functions of green tea components

Componts	Contents(per dry weight)	Functions
Catechins	10~18%	항산화성, 항돌연변이, 항암, 혈중콜레스테롤 저하, 혈압 상승 억제, 혈소판 응집 억제 작용, 항균성, 항바이러스, 충치 예방, 항궤양, 항알러지, 소취 작용
Flavonol	0.6~0.7%	모세혈관벽강화, 항산화성, 혈압강하, 소취 작용
Caffeine	2~4%	중추신경 흥분, 수면방지, 강심, 이노, 항천식, 대사항진
Theanine	1~2%	긴장 이완 효과, 월경 증후군 경감 효과, 혈압 강하 작용
Polysaccharide	0.6%	항당뇨
Vitamin C	150~250 mg%	항피혈병, 항산화성, 암예방
Vitamin E	25~70 mg%	항산화성, 항노화
β -Carotene	13~29 mg%	항산화성, 암예방, 면역력 증강
GABA	100~200 mg%	혈압상승 억제
Saponine	0.1~0.2%	항암, 항염증
Fluorine	90~350 ppm	충치 예방
Zinc	35~75 ppm	미각 이상 방지, 피부염 방지, 면역력 강화
Selenium	1.0~1.8 ppm	항산화성, 암예방, 심근 장해 방지

사. 숙취 제거 효과

카페인에 중추신경 흥분 및 이노작용, 카테킨의 숙취 한 요인인 아세트알데히드의 작용 억제, 그리고 비타민 C의 상승 효과에 의해 간장의 알코올 분해 효소의 활성화와 배설이 촉진되어 숙취에 효과적이다.

아. 충치 예방 효과

차에는 카테킨 그리고 구강 보건성 성분인 불소가 가용성 형태로 존재하여 충치가 예방된다.

자. 탈취(구취·악취) 효과

카테킨 및 엽록소의 강한 소취 작용으로 텁텁한 입안이 개운해 짐을 느끼게 하며, 4대 악취인 암모니아, 트리메틸아민, 유화수소, 메틸메틸캡탄 제거에도 효과적이다.

차. 감기 예방 효과

차는 말초 신경 혈관을 확장하여 두통을 경감시키고 발한, 이노를 촉진시켜 주는 카페인의 작용 그리고 카테킨의 살균력과 비타민 C와의 공동작용에 의해 열을 내리고 두통을 멎게 하여 감기에 대해 유효하게 작용한다.

카. 항노화 작용 효과

노화는 과산화 지질에 의한 세포조직 중의 세포막 손상으로 일어나는 것으로 카테킨의 과산화 지질 생성 억제 효과로 노화가 지연되며 또 비타민 C가 항산화력을 높여준다(富田 勳 2002).

이상에서 살펴 본 바와 같이 차의 영양 및 약리 효능은 어느 한 가지 성분에 의한 것이 아니고 폴리페놀 화합물 카테킨류를 비롯하여 카페인 등의 알카로이드류, 테아닌 등의 유리아미노산류, 비타민류 및 각종 무기성분들이 복합적으로 작용하는 상승 보완 효과에 기인하여 기능이 광범위하다.

차가 오랜 역사를 지닌 큰 이유는 우리 몸에 이로운 신체적인 건강과 일상 또는 의례에서의 차 생활을 통해서 얻는 정서적 안정감과 정신 작용에 의한 자기구현 욕구의 성취 그리고 일정한 법도에 따라 과학적으로 차를 우려내는 제반의 행다(行茶)과정에서 사람이 지닌 도덕성을 발양케 하여 정신(mind)을 건강하게 하는 다도문화를 창출하였기 때문이라고 생각한다.

문 헌

과학백과 사전 출판사 편 (1998) 약초의 선분과 이용, 일월서각, 서울.

김경수 (2004) 녹차에 함유된 L-theanine의 건강증진 효과, 2004 한국차학회 10주년 기념 국제심포지움발 표논문집. pp 89-7.

김미지, 이준하, 이순재 (2001) 전자과 조사 흰쥐 간조직의 mixed function oxidase system과 산화적 손상에 미치는 catechin의 영향. *한국영양학회지* 34(3): 299-305.

김주신 (1998) 결명자에 의한 수용액 중 cholic acid 및 cholesterol 흡착에 관한 연구. 원광대학교 석사학위 논문.

김주신 (1988) 결명자에 의한 수용액 중 cholic acid 및 cholesterol 흡착에 관한 연구, 원광대학교 석사학위 논문.

나호정 등(2007) 기초약용식물학, 신일북스, 서울.

박장현, 한성희, 신미경, 박근형, 임근철 (2002) 기능성 GABA차의 고혈압 강하 효과. *한국약용작물학회*

- 지, 10(1): 37-40.
- 박종철, 유영범, 이종호, 김남재 (1994) 한국산 식용식물의 화학성분 및 생리활성 (VI) 참죽나무 잎, 미나리, 쪽의 항염증 및 진통효과. *한국영양식량학회지* 23(1): 116.
- 박지선 · 신미경 · 손희숙 · 박래길 · 김명선 · 정원훈(2002) 녹차의 (-)EGCG에 의한 사람 폐암 세포주 A549의 c-Jun N-terminal Kinase 1과 Activating Protein-1 활성화를 통한 세포고사. *한국영양학회지* 35(1): 53-59.
- 백숙은 (1995) 생강 추출획분의 대두유 및 흰쥐 간 마이크로솜 지질 과산화억제 효과. *한국조리과학회지*, 11(4), 365.
- 서은주, 손태화 (1976) 감의 이용에 관한 연구. *한국농화학회지* 19: 93.
- 석용운 (1987) 한국다예. 도서출판 보림사. 서울.
- 손경희 (1997) 한국전통음료류의 역사적 고찰, 제4회 인제식품 FORUM 論叢.
- 신미경 (1989) 한국녹차의 특성, 제1회 국제녹차세미나발표논문집, 한국식품과학회, pp 67-74.
- 신미경 (1994) 녹차의 과학. *한국식생활문화학회지* 9(4): 433-445.
- 신미경, 한성희 (2003) 녹차 건분이 고지방식이 급여에 의한 흰쥐의 지질농도에 미치는 영향. *한국식생활문화학회지* 18(3): 226-234.
- 신미경, 한성희, 김중만(1998) 녹차 음용이 알루미늄 투여한 흰쥐의 혈청 효소 활성도에 미치는 영향. *동아시아식생활학회지* 6(2).
- 염근상 (2002) 녹차에 함유된 L-theanine의 건강증진 효과. *대한임상건강증진학회지*, 2(1): 198-203.
- 이순재 (2000) 녹차가 전자기파 조사 흰쥐 간조직의 항산화제와 지질과산화물 생성에 미치는 영향. *한국노화학회지* 10(1): 7-13.
- 이순재 · 김미지 · 윤연희 (1995) 한국산 녹차, 우롱차 및 홍차의 중금속 제거효과. 제3회 국제녹차심포지움 논문집, 한국식품과학회, pp 21-38.
- 이지현, 정원훈, 박지선, 신미경, 손희숙, 박래길 (2002) 녹차 (-)Epigallocatechingallate에 의한 전립선암 세포주 DU145 세포고사 기전. *한국독성학회지* 18(2): 183-190.
- 임숙자, 김계진(1995) 등굴래 추출물의 당뇨 유발 흰쥐에 대한 혈당 강하 효과. *한국영양학회지* 28: 727.
- 장은희, 표영희, 안명수 (1996) 오미자 추출물의 항산화 효과. *한국조리과학회지* 12(3): 372.
- 정원훈, 신미경 (2000) 고지방식이에 Treadmill 운동과 녹차추출물이 섭취가 흰쥐의 혈청지질에 미치는 영향. *한국식품영양과학회지* 29(4): 683-590.
- 정혜영 (2000) 전통차류의 Peroxynitrite 및 활성산소종 제거활성. 제8회 인제식품과학 FORUM 논총 p 82.
- 최성희(1991) 한국산 시판녹차의 향기성분에 관한 연구. *한국식품과학회지* 23: 98.
- 최성희(1999) 우리 차 세계의 차-바로 알고 마시기. 도서출판 서원.
- 최정화, 김정희, 김성용, 이순재 (2000) 녹차가 전자파 조사 흰쥐 간조직의 superoxide dismutase 및 glutathione peroxidase 유전자 발현에 미치는 영향. *한국영양학회지* 33(7): 733-738
- Aoki M, Tuzihara N (1984) Effects of hatomugi (*Coix lachryma jobi* L. var. *mayuen*) on the blood pressure, cholesterol absorption and serum lipids level. *Japan J. Home Economics* 35: 89.
- Fereidoon Shahidi (2003) Plant Phenolics: Chemistry and Health Effects. International Phytochemicals Symposium Proceedings. 한국식품과학회 pp 51-76.
- Hirsh K (1984) Central Nervous System Pharmacology of the Dietary Methylxanthines, p 235, Liss, New York.
- Hun JW, Shin MK (2001) Studies of apoptosis signaling pathway cancer by (-)EGCG of green tea, International Conference on O-CHA Culture and Science, proceedings. pp 338-341.
- Kazutoshi S, Shixing L, Guodong Z, Itaro O (2003) 가루녹차와 그 주요 성분의 항비만 효과. 제7회 국제녹

- 차심포지움 발표논문집, 한국식품과학회. pp 21-44.
- Kumamoto H, Matsubara Y, Ilzuka Y, Okamoto K, Yokoi K (1985) Structure and hypotensive effect of flavonoid glycosides in yuzu peelings. *Nippon Nogeikagaku Kaishi* 59: 683.
- Lin Ting-Li (2003) 녹차 폴리페놀류의 항충치 효과 메커니즘과 임상연구. 제7회 국제 녹차심포지움 발표논문집, 한국식품과학회. pp 81-100.
- Masashi Omori (1995) 혐기적으로 처리된 녹차가 자발성 고혈압쥐에 미치는 효과, (村松 1991).
- Miwa Honda, Yukihiko Hara (1993) Inhibition of Rat Small Intestinal Sucrase and α -Glucosidase Activities by Tea Polyphenols. *Biosci Biotechnol Biochem* 57(1): 123-124.
- Soon Jae Rhee(2001) Physiological Activity of Catechin in Tea, International Symposium on Nutraceutical Activities of Phenolic Compounds from Plants, Mokpo National University, Muan, Korea. pp 18-30.
- Takehiko Yamamoto, Lekh Raj Juneja, Djoing-Chi, Mujo Kim, Sakanaka S (1997) Suppressive Effect Uremic Toxin Formation by Tea Polyphenols pp 76-86, Chemistry and Application of Green Tea, CRC press New York.
- Tankred Wegener (2003) 체중감소 효과의 측면에서 본 녹차출물의 건강 관련 효과. 제7회 국제녹차심포지움 발표논문집, 한국식품과학회. pp 21-44.
- Weisburger John H (1995) 만성질환에 대한 차의 효과. 제3회 국제녹차 심포지움논문집. 한국식품과학회 pp 1-12.
- Yokogoshi H, Moczizuke M, Sation K (1998) Theanine induced reduction of brain serotonin concentration in rats. *Biosci Biotechnol Biochem* 62(4): 816-817.
- Yukihiko Hara, Miwa Honda (1990) The Inhibition of α -Amylase by Tea Polyphenols. *Agric Biol Chem* 54(8): 1939-1945.
- 梶田武俊 (1992) *日本調理科學學會誌* 25(1): 51-59.
- 王運 浩(1995) 건강과 방사선 손상에 대한 차의 효과. 제3회 국제녹차 심포지움 논문집, 한국식품과학회, pp 45-52.
- 原征彦, 松岐妙子, 鈴木健夫 (1987) Angiotensin 1 Converting Enzyme Inhibiting Activity of Tea Components, *Nippon Nogeitagaku kaishi*, 61(7): 803-808.
- 伊奈和夫, 坂田完三, 富田 勳, 伊勢村 編 (2002) 茶의의化學性分と機能, pp 105-118, (株)アイ-ケイコ-ポレ-ション, 日本 川崎.
- 伊奈和夫, 坂田完三, 富田 勳, 伊勢村 編. 原征彦 (2002) 茶의의化學性分と 機能, pp 131-136, (株)アイ-ケイコ-ポレ-ション, 日本 川崎.
- 伊奈和夫·坂田完三·富田 勳·伊勢村 編. 原征彦 (2002) 茶의의化學性分と機能, pp 141-144, (株)アイ-ケイコ-ポレ-ション, 日本 川崎.
- 中林敏郎·伊奈和夫·坂田完三 (1991) 綠茶, 紅茶, 烏龍茶の化學と機能, p 11, 弘學出版, 日本 川崎
- 陳 宗懋 (1997) 茶の保健効果, 世界の茶, 國際茶研究 symposium proceedings. pp 11-18.
- 村松敬一 朗編 (1991) 茶の科學 p 210. 朝倉書店. 日本 東京.
- 村松敬一 朗編. 大石貞南 (1991) 茶の科學 pp 1-7. 朝倉書店. 日本 東京.
- 村松敬一 朗編. 西岡五夫 (1991) 茶の科學 pp 115-118. 朝倉書店. 日本 東京.
- 村松敬一 朗編. 原征彦 (1991) 茶の科學 pp 105-117. 朝倉書店. 日本 東京.
- 村松敬一 朗編. 中川致之 (1991) 茶の科學 pp 106-113. 朝倉書店. 日本 東京.
- 村松敬一 朗編. 中村順行 (1991) 茶の科學 p 11. 朝倉書店. 日本 東京.