

잎담배와 담배연기의 화학성분

양 광 규

한국인삼연초연구소 화학부 제 1 연구실

본 총설은 잎담배와 담배연기의 화학성분에 관한 것으로 한국연초학회지 제 9권 1호에는 alkanes, alkynes, aromatic hydrocarbons, sterols, oxygenated isoprenoids를 다루었으며 이번에는 alcohols, esters, aldehydes, ketones, quinones, nitriles, cyclic ethers, acids, phenols, phenolic ethers, alkaloids, brown pigments, amino acids, proteins, miscellaneous compounds를 간략하게 취급하였다. 그리고 이 글은 Stedman R.L.이 담배관련 화합물에 대하여 기술한 총설 (Chemical Review Vol. 68 p. 153-207, 1967)을 주로 참고하였음을 다시 한번 부언한다.

마. 알코올과 에스테르

궐련담배 연기의 기체 상에 관한 폭넓은 성분 연구는 모세관 column, gas chromatographic 분리와 mass spectrometric 결정으로 탄화수소, 알코올, 알데히드, 케톤, 니트릴, heterocyclic 화합물 및 mercaptan을 포함한 84가지 성분을 확인하였다.

고지방 알코올들은 공업적 처리과정중 담배에서 분리된 "gum"으로 덮인 흡과 작은 담배입자와의 혼합물인 담배 "sand"에서 나타난다. 담배연기와 "sand" 모두에서 주성분은 1-heptadecanol이다.

담배에 사용된 보습제와 향료 첨가물들은 흔히

연기로 이행된다. Table V에 기록된 글리콜, 글리세롤 및 멘톨은 비록 본래 발생하는 글리세롤의 중요한 양은 잎에서 발견되지만 대부분 이러한 첨가로 부터 나온다. 가공된 궐련담배에서의 총 글리세롤 양은 자연히 생기는 양의 약 3~40 배가 된다.

300 종 이상의 에스테르들이 담배 잎과 연기에서 확인되어 왔고 대부분 이러한 화합물들은 sterols, terpenes 및 고지방산으로 에스테르화된 지방 알코올들로 이루어진다. 대부분의 보고서에서는 비누화 반응 후에 분리된 에스테르로부터 빼낸 알코올과 산을 알려진 화합물의 gas chromatography로 확인을 했다. lauric, myristic, palmitic, stearic, oleic, linoleic 및 linolenic acids를 에스테르화한 stigmasterol과 β -sitosterol은 담배 연기중에 있는 것으로 알려져 왔다. C_{14} ~ C_{18} 지방산의 불완전하게 정의된 혼합물을 에스테르화한 cholesterol과 campesterol은 황색중에 있음이 보고되었다.

Solanesol은 아세테이트로 그리고 같은 지방산과의 결합으로 잎과 연기 모두에 있는 stigmasterol과 β -sitosterol로 나타난다. 염연초나 담배연기의 고 분자량 에스테르에 관한 가장 철저한 조사는 waxes로 수행되었다.

16 (C_{12} ~ C_{27} 범위의)개의 정상적인 지방알코올이 17개의 알려진 (C_{14} ~ C_{28} , oleic과 linolenic)산과 그리고 몇몇 확인되지 않은 산과 결합

되어 있음을 알았다. 그러므로 272 개 이상의 각 각의 에스테르는 아마 원래는 혼합물로 있었을 것이다. 황색종 담배에 있는 고급 지방산들 (palmitic, stearic, oleic, linoleic 및 linolenic) 의 methyl 및 ethyl 에스테르가 있음이 보고 되었다.

여러 방향족 에스테르는 이성분인 최소한 3 개 의 phthalates 를 포함해서 잎과 담배연기에서 찾았고, benzoic 및 cinnamic acid 의 여러 에스테르는 spectral (적외선과 질량) 과 gas

Table V. Alcohols in Tobacco Leaf and Smoke.

Aliphatic	Leaf	Smoke
	Aliphatic	
Butyl alcohol	...	○
sec-Butyl alcohol	...	○
1-Docosanol	○	○
1-Eicosanol	○	○
Ethyl alcohol	○	○
1-Heneicosanol	○	○
1-Heptadecanol	○	○
Isobutyl alcohol	...	○
Methanol	○	○
3-Methyl-1-pentanol	○	...
1-Nonadecanol	○	○
1-Octadecanol	○	○
Propyl alcohol	...	○
1-Tetracosanol	...	○
1-Tricosanol	○	○
	Aromatic	
Benzyl alcohol	○	○
β-Phenethyl alcohol	○	○
	Polyols	
Diethylene glycol	○	○
Ethylene glycol	...	○
Glycerol	○	○
Propylene glycol	○	○
Triethylene glycol	○	○
	Cyclic	
Furfuryl alcohol	○	○
Inositol	○	...
Menthol	○	○

※ ○ : 잎 또는 연기중에서 확인된 물질
 ... : 잎 또는 연기중에서 미확인된 물질

Table VI. Esters in Tobacco Leaf and Smoke.

Compound	Leaf	Smoke
β-Amyrenyl esters	○	○
Benzyl acetate	○	○
Benzyl benzoate	...	○
Benzyl cinnamate	...	○
Butyl acetate	...	○
Dibutyl phthalate	○	...
Di(2-ethylhexyl)phthalate	○	...
Dipropyl phthalate	○	...
Esters of higher fatty alcohols	...	○
Ethyl acetate	○	○
Ethyl butyrate	○	○
Ethyl caproate	○	○
Ethyl formate	...	○
Ethyl isovalerate	○	○
Ethyl β-methylvalerate	○	○
Ethyl propionate	○	○
Ethyl valerate	○	...
Glycerides	○	...
Glyceryl triacetate	...	○
Hentriacontanyl hentriacontanoate	...	○
Isopropyl formate	...	○
Methyl acetate	...	○
Methyl acrylate	...	○
Methyl and ethyl esters of higher fatty acids	○	...
Methyl formate	...	○
Methyl isocyanate	...	○
Methyl nitrite	...	○
Methyl propionate	...	○
Methyl salicylate	○	...
Methyl thionitrite	...	○
β-Phenethyl acetate	○	...
Phytyl esters	...	○
Solaneyl esters	○	○
Steryl esters	○	○
Undecyl acetate	○	...
Vinyl acetate	...	○

※ ○ : 잎담배 또는 연중에서 확인된 물질
 ... : 잎담배 또는 연중에서 미확인된 물질

chromatographic 특성에 의해 확인된 benzyl benzoate 및 benzyl cinnamate 를 포함해서 응축된 연기의 nitromethane 에 녹는 중성 성분으로 부터 분리했다. 담배 연기에 함유되어 있는 benzoate 및 cinnamate 에스테르의 근원은 켈런담배에 사용된 향료일 것이다.

비교적 낮은 분자량 에스테르는 주로 연기의 기체 상태에서 나타난다. 터어키 담배에는 methyl propionate 가 있다는 증거를 얻었다.

글리세라이드는 엽연초 및 연기에서 뿐만 아니라 담배 열매에서도 찾을 수 있었다. 엽연초 성분들의 비누화 과정은 일반적으로 고급 지방산들 (lauric, palmitic stearic, oleic, linoleic 그리고 linolenic) 과 글리세롤을 만들고 이것들은 아크로레인 전환에 의해 시험적으로 확인되었

다. Glyceryl triacetate 는 담배 필터에 첨가되는 가소제이다.

바. 알데히드, 케톤 그리고 퀴논

'알데히드와 케톤은' 엽연초 및 연초의 관능적 성질에 공헌하며 이들은 수증기 증류로 얻어졌고 엽연초 향기와 카르보닐 수준 사이의 관계는 아세톤 및 2-butanone 과는 양의 관계가 되고 iso-butyr aldehyde 및 isovaleraldehyde 와는

Table VII. Aldehydes, Ketones and Quinones in Tobacco Leaf and Smoke.

Compound	Leaf	Smoke	Compound	Leaf	Smoke
Aldehydes			Ketones		
Acetaldehyde	○	○	Acetone	○	○
Acrolein	○	○	2-Acetylfuran	...	○
<i>p</i> -Anisaldehyde	○	...	2,3-Butadione	...	○
Benzaldehyde	○	○	2-Butanone	○	○
Butyraldehyde	○	○	Butenone	...	○
Caproaldehyde	...	○	Cyclopentanone	...	○
Crotonaldehyde	○	○	2,4-Dimethyl-3-pentanone	...	○
Formaldehyde	○	○	4-Heptanone	...	○
Furfural	○	○	2-Hexanone	...	○
Glycolaldehyde	○	...	3-Hexanone	...	○
Glyoxal	○	○	3-Methyl-2-butanone	...	○
5-Hydroxymethylfurfural	○	○	3-Methyl-3-buten-2-one	...	○
Isobutyraldehyde			Methyl naphthyl ketone	...	○
Isovaleraldehyde	○	○	2-Methyl-3-pentanone	...	○
Mesoxaldialdehyde	○	...	3-Methyl-2-pentanone	...	○
Methacrolcin	...	○	4-Methyl-2-pentanone	○	○
2-Methylbutyraldehyde	...	○	Methyl α -pyrryl ketone	○	...
5-Methyl furfural	○	○	Palmitone	...	○
Methylglyoxal	○	○	2,3-Pentadione	...	○
2-Methyl-1-pentenal	...	○	2-Pentanone	○	○
Methylreductone	○	...	3-Pentanone	...	○
2-Methylvaleraldehyde	...	○	4-Penten-2-one	...	○
Pivaldehyde	...	○	4-Penten-3-one	...	○
Propionaldehyde	○	○	Reductic acid	...	○
Reductone	○	...	Quinones		
<i>m</i> -Tolualdehyde	○	...	9,10-Anthraquinone	○	...
Valeraldehyde	○	○	2,3,6-Trimethyl-1,4-naphthoquinone	...	○

※ ○ : 잎담배 또는 연중에서 확인된 물질
 ... : 잎담배 또는 연중에서 미확인된 물질

부의 관계가 됨을 알았다.

Leaf trichomes 성분에 관한 상세한 연구는 이러한 구조들이 관능적으로 중요한 성분을 함유하기 때문에 이루어졌다. 여러 확인되지 않은 화합물을 추출에 의해 분리하여 2-propanone 과 4-methyl-2-pentanone 을 확인했다.

Butyraldehyde, valeraldehyde 및 caproaldehyde 은 터어키 담배에서 시험적으로 확인했다. 엽연초의 높은 진공증류로 인하여 여러가지 비교적 높은 끓는점의 케톤들을 볼 수 있음이 주장되었다. : 4-methylacetophenone, 2-methyl-5-isopropylacetophenone, 6-methyl-2-hepten-2-one, 그리고 2.6-dimethyl-2.6-undecadien-10-one 이다.

담배 연기내에 끓는점이 낮은 알데히드나 케톤의 정도는 담배의 수분 함유량에 의해 현저히 영향을 받는다.

Formaldehyde, acrolein 그리고 crotonaldehyde는 water mussel 의 섬모에 대항하여 수용액에서 시험했을때 ciliostatic 활성을 보인다. 켈런담배 연기내에서는 하나의 퀴논만을 찾을 수 있었다.

2.3.6-Trimethyl-1.4-naphthoquinone 은 켈런담배 연기에서 소량(50,000 켈런담배당 약15 mg) 분리되었고 분광법에 의해 확인되었다. 담배 연기에 있는 quinone 의 일 전구물질은 2-methyl-3-phytyl-1.4-naphthoquinone (비타민 K₁)임이 추정되었다. 노경 담배잎에 있는 가능한 plastoquinone (2.3-dimethyl-5-solanesyl-1.4-benzoquinone)의 유사체의 존재가 인용되었고 확인되지 않은 quinone amine 은 엽연초에서 보고되었다.

사. Nitriles, Cyclic ethers, and Sulfur Compounds.

담배 연기의 증기상에서 잘 알려진 aliphatic nitrile과 cyclic ether 는 모세관 컬럼을 사용하여 분리되었고 cinnamonnitrile과 3-phenylpropionitrile은 시가와 켈런연기 응축물에서 발견되었다.

nylpropionitrile은 시가와 켈런연기 응축물에서 발견되었다.

Methyl thionitrite (CH₃SNO)와 carbon disulfide가 켈런 연기에서 분리되었고 담배 연기의 기체상에서 methyl thionitrite와 carbon disulfide의 대략적 수준은 각각 약 0.2 PPM, 8~10 PPM이었다.

담배 연기를 염화수은 용액에 통과시키고 침전된 황화합물은 산 또는 알칼리로 재생성시켰다. 여기에서 얻어지는 dimethyl disulfide와 methanethiol의 8가지 성분들은 주로 질량분광 분석에 의해 동정되었다. Dimethyl disulfide

Table VIII. Nitriles, Cyclic Ethers, and Sulfur Compounds in Tobacco Smoke.

Compound	
	Nitriles
Acetonitrile	○
Acrylonitrile	○
Butyronitrile	○
Capronitrile	○
Cinnamonnitrile	○
Crotononitrile	○
Cyanogen	○
Hydrogen cyanide	○
Isobutyronitrile	○
Isocapronitrile	○
Isovaleronitrile	○
Methacrylonitrile	○
3-Phenylpropionitrile	○
Propionitrile	○
Valeronitrile	○
	Ethers
2,5-Dimethylfuran	○
Furan	○
Methylfuran	○
Tetrahydrofuran	○
Tetrahydropyran	○
	Sulfur Compounds
Carbon disulfide	○
Carbonyl sulfide	○
Dimethyl disulfide	○
Dimethyl sulfide	○
Hydrogen sulfide	○
Methanethiol	○
Methyl thionitrite	○
Thiocyanic acid	○
Thiocyanogen	○
Thiophene	○

※ ○ : 담배연기중에서 확인된 물질

는 연기중에서 methyl thionitrite와 methanethiol로 부터 유도될 수 있다. 그리고 매우 적은 양의 황화합물은 담배연기의 방향과 향기에 영향을 미칠 수 있다.

아. 산(Acids)

담배에는 가지-사슬 이성질체를 포함하는 C₁ ~ C₁₀ 지방산을 상당량 함유하고 있다. 터키엽과 황색종엽은 burley종 및 Maryland종 보다 더

Table K. Acids Found in Tobacco Leaf and Smoke.

Acid	Leaf	Smoke	Acid	Leaf	Smoke
Acetic	○	○	Isobutyric	○	○
Adipic	...	○	Isocaproic	○	○
Arachidic	○	○	2-Isopropylmalic	○	...
Arachidonic	○	...	Isovaleric	○	○
Auxin and indoleacetic acid	○	...	α-Ketoglutaric	○	○
Azelaic	○	...	Lactic	○	○
Benzoic	○	○	Lauric	○	○
Butyric	○	○	Levulinic	...	○
C ₁₀ -C ₂₂ (saturated)	○	○	Linoleic	○	○
C ₁₀ -C ₂₄ (normal)	○	...	Linolenic	○	○
C ₁₆ -C ₂₆ (iso, anteiso)	○	...	Maleic	○	...
C ₁₆ +C ₁₈ (hydroxy)	○	...	Malic	○	○
C ₂₂ -C ₂₅ (cyclohexyl)	○	...	Malonic	○	○
C ₁₀ H ₁₂ O ₂	...	○	α-Methylbutyric	○	...
C ₁₂ H ₁₂ O ₆	...	○	β-Methylvaleric	○	○
Caproic	○	○	Myristic	○	○
Cerotic	...	○	Nonanoic	○	○
Citric	255, 263	...	Octanoic	○	○
Crotonic	263, 271	...	Oleic	○	○
Decanoic	○	○	Oxalacetic	○	...
A fluorene-carboxylic acid	...	○	Oxalic	○	○
Formic	○	○	Palmitic	○	○
Fumaric	○	...	Palmitoleic	...	○
Furoic	○	○	Phenylacetic	○	○
Glutaric	...	○	α-Phenyl-lactic	○	...
D-Glyceric	○	...	α-Phenylpyravic	...	○
Glycolic	○	○	Phenylpyravic	○	...
Glyoxylic	○	○	Phthalic	...	○
Heptanoic	○	○	Propionic	○	○
α-Hydroxyisocaproic	○	...	Pyruvic	○	○
β-Hydroxyisocaproic	○	...	Sorbic	...	○
α-Hydroxy-β-methylvaleric	○	...	Stearic	○	○
β-Hydroxy-β-methylvaleric	○	...	Succinic	○	○
Hydroxypyruvic	○	...	Terephthalic	○	...
α-Hydroxyvaleric	○	...	Toluic acids (m-, p-)	...	○
			Valeric	○	○

※ ○ : 일담배 또는 연중에서 확인된 물질
 ... : 일담배 또는 연중에서 미확인된 물질

Table X. Phenols and Related Compounds in Tobacco Leaf and Smoke.

Compound	Leaf	Smoke	Compound	Leaf	Smoke
4-Allylcatechol	○	...	Melilotic acid	○	...
<i>p</i> -Anisaldehyde	○	...	3-Methoxyphenol	...	○
Anisole	...	○	4-Methoxyphenol	...	○
Caffeic acid	○	○	Methyl salicylate	○	...
1-O-Caffeoylglucose	○	...	1-Naphthol	...	○
4-Caffeoylquinic acid	○	...	2-Naphthol	...	○
Catechol	○	○	Naringenin	○	...
Chlorogenic acid	○	○	Naringin	○	...
<i>p</i> -Coumaric acid	○	○	Neochlorogenic acid	○	○
<i>p</i> -Coumarylquinic acid	○	...	Phenol	○	○
<i>m</i> -Cresol	○	○	Protocatechuic acid	○	○
Cresols (<i>o</i> -, <i>p</i> -)	...	○	Protocatechuic aldehyde	○	○
2,6-Dimethoxyphenol	...	○	Quercetin methyl ethers	○	...
Esculetin	○	○	Quercimeritrin	○	...
Esculetin 7-glucoside	○	...	Quinic acid	○	...
2-Ethylphenol	...	○	Quinic acid γ -lactone	...	○
3-Ethylphenol	...	○	Resorcinol	...	○
4-Ethylphenol	...	○	Rutin	○	...
Eugenol	○	○	Salicylaldehyde	○	○
Ferulic acid	○	○	Salicylic acid	...	○
1-O-Feruloylglucose	○	...	Scopoletin	○	○
3-Feruloylquinic acid	○	...	Scopoletin 7-glucoside	○	...
Guaiacol	○	○	Scopoletin rhamnoglucoside	○	...
Hydrocaffeic acid	○	...	Shikimic acid	○	...
Hydroquinone	...	○	Sinapic acid	...	○
Hydroxyacetophenone	○	○	Syringaldehyde	○	○
(<i>o</i> -, <i>m</i> -, <i>p</i> -)			Syringic acid	○	○
Hydroxybenzaldehyde (<i>m</i> -, <i>p</i> -)	○	○	Thymol	...	○
3-Hydrobenzoic acid	○	○	1,2,3-Trimethoxybenzene	○	○
4-Hydroxybenzoic acid	○	○	2,3,5-Trimethylphenol	...	○
2-Hydroxyphenylacetic acid	○	○	2,4,6-Trimethylphenol	...	○
3-Hydroxyphenylacetic acid	○	○	Vanillic acid	○	○
4-Hydroxyphenylacetic acid	○	○	Vanillin	○	○
3-Hydroxyphenylpropionic acid	○	○	2,3-Xylenol	...	○
4-Hydroxyphenylpropionic acid	○	○	2,4-Xylenol	...	○
Isoeugenol	○	○	2,5-Xylenol	...	○
Isoquercitrin	○	...	2,6-Xylenol	...	○
Isovanillic acid	...	○	3,4-Xylenol	...	○
Kaempferol 3-rhamnoglucoside	○	...	3,5-Xylenol	...	○

※ ○ : 잎담배 또는 연중에서 확인된 물질

... : 잎담배 또는 연중에서 미확인된 물질

많은 C₉~C₁₀ 지방산을 함유한다. 특징적으로 터키산 담배와 연기는 β-methylvaleric acid의 비율이 높고 C₅~C₆ 지방산의 노르말 이성체에 대한 가지달린 사슬 이성체의 비율이 높다. 이러한 조성차는 명백하게 터키산 담배연기의 독특한 관능적 품질에 기여한다. 왜냐하면 Isovaleric acid 및 β-methyl valeric acid의 혼합물은 담배엽을 섞을때 터키 담배의 대용으로 쓸 수 있기 때문이다.

Valeric acid, β-methyl valeric acid, isocaproic acid의 수산화 유도체 또한 터키산 담배 연기의 향(aroma)에 영향을 준다고 믿어진다. 터키 담배는 담배 연소속도의 변화에 따라 연기속으로 C₄~C₇ 산의 방출을 촉진시킨다.

휘발성산중 개미산과 초산이 필러와 시가연기중 휘발성산의 약 75%를 차지하고 있음이 밝혀졌으며 이는 담배엽의 휘발성산 분획에서 가장 주된 성분이다. 담배의 주된 고급 지방산이 주로 C₁₆~C₁₈ 포화 또는 불포화된 화합물이지만 약 15~25가지의 미량 성분들이 이 분획에서 발견된다. 이러한 산들의 몇가지 골격 구조가 밝혀졌다.

전체산의 약 90%가 10-34 탄소 원자 화합물이고 4.1%는 methyl-(C₁₅~C₂₆) 또는 cyclohexyl (C₂₂~C₂₅) 치환 화합물이며 5.9%는 더욱 복잡한 구조의 화합물이다. 극성산들은 주로 palmitic acid와 Stearic acid의 수산화된 유도체들이다.

여러 종류의 담배의 유리고급 지방산의 함량차에 관한 피상적인 연구들은 기건 및 화건 담배가 황색종 및 터키엽 담배보다 지방산 함량이 낮음을 보여준다.

flue-, air-, fire-cured 담배에서 주된 비휘발성산은 citric, malic, oxalic, malonic acid이고 그 조성비는 담배 종류에 따라 크게 달라진다. 미량의 비휘발성산은 glycolic, succinic, maleic, fumaric, pyruvic acid이다.

시가 연기에서 succinic, furoic, lactic, oxalic acid는 주요한 성분들이다. 연기중 케톤

산은 담배엽의 산분석에 이용된 2,4-dinitrophenyl hydrazone법에 의해 보다 잘 측정되며, 이 경우 결련 개피당 pyruvic, α-ketoglutaric, glyoxylic acid 양은 각각 188 μg, 64 μg, 23 μg이다.

시가 연기중에서 보고된 sorbic acid는 시가 제조 과정중 시가에 첨가되는 미생물 억제제로 부터 기인된다.

Formic, acetic, propionic, butyric acid는 신선한 담수섭조개에 시험했을때 ciliostatic하고 결련 연기의 강산 분획은 쥐등에 떨어뜨렸을때 약간의 cocarcinogenic 활성을 보인다.

고급 지방산은 동물에서 담배 연기 응축물의 모든 활성에서 중앙 촉진제로 작용할 수 있다.

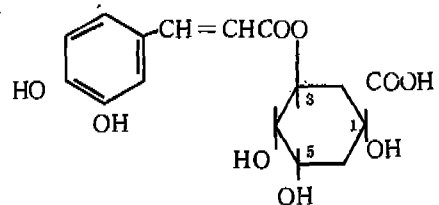
지. 페놀과 페놀에테르

이 그룹의 많은 성분들은 담배 품질에 영향을 미치거나 연기의 생리학적 효과에 기여한다고 믿어진다.

Table X에는 몇몇 다관능기 페놀과 페놀이 아닌 성분이 포함되어 있으나 엄밀하게는 이 그룹에 관련되어 있다. 예를 들어 quinic acid, shikimic acid가 이에 속한다. 페놀에 관한 많은 연구는 담배엽과 연기의 미량 성분의 동정에 관한 것들이다.

가) Chlorogenic acids

담배엽중 주된 폴리페놀은 chlorogenic acid와 rutin이다. 담배와 다른 천연물질들은 또한 chlorogenic acid의 이성체를 함유하고 있으며 이들 이성질체의 구조는 현재 입증되고 있다. 4



<XX>

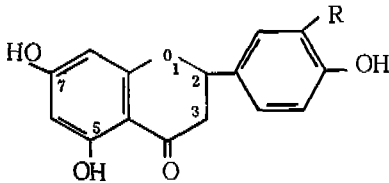
가지의 quinic acid와 caffeic acid의 monodepside가 가능하다. 여기에는 공통의 3 이성질체 chlorogenic acid가 포함된다.

연구에서 isochlorogenic acid는 dicaffeoylquinic acid 이성질체의 복합 혼합물로 밝혀졌으며 이것은 3,4, 4,5 위치에 결합이 있고 거기서 methyl ether를 형성한다.

담배엽중의 chlorogenic acid의 rhamnaside와 nicotine-chlorogenic acid 혼합물의 분리를 기술했으나 이들 보고에 대한 확인 자료는 나타나지 않았으나 이러한 형태의 화합물은 chlorogenic acid, rutin, amino acid, silicone, alkaloid 등을 포함하는 분리된 고분자량 색소에 생합성적으로 관련될 수 있다.

나) Other polyphenols

담배엽의 중요한 flavonol인 quercetin과 kaempferol(XXI)은 glycoside(배당체)로서 존재하지만 소량의 aglycon으로 또한 나타낼 수 있다.



R = OH = quercetin

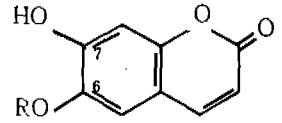
R = H = kaempferol

< XXI >

게다가 rutin(quercetin-3-rhamnoglucoside)과 3번재(isoquercetin) 및 7번재(quercimericitrin) 위치에서 포도당이 결합된 quercetin이 담배엽에서 발견되었다. Quercetin-3,3'-dimethyl ether가 또한 보고되었으며 담배엽중 3-methyl 및 3,7-dimethyl 존재의 증거가 나타났다. flavonone의 존재에 대한 보고서가 발표되었다. : naringenin(4;5,7-trihydroxyflavonone) 및 naringin(the 5-rhamnoglucoside of naringenin)은 담배

엽으로 부터 분리되었다.

Scopoletin과 esculletin(XXII)은 담배엽과 연기 모두에 존재하는 두종의 coumarin이다.



R = H = ESCULETIN

R = CH₃ = SCOPOLETIN

< XXII >

Scopoletin 7-glucoside(scopolin)의 존재는 잘 밝혀졌으며 scopoletin rhamnoglucoside의 보고서가 발표되었다. Scopoletin의 두종의 glycoside인 Xyloglucoside(primveroside), gentiobioside는 담배줄기와 뿌리에서는 발견되나 엽에서는 발견되지 않는다.

기건과 황색종 담배에서 rutin과 chlorogenic acid의 수준은 현저하게 다르다. 기건시 주위온도가 취해지므로 효소는 크게 불활성화 되지 못해 낮은 수준의 chlorogenic acid와 rutin이 이러한 담배형에서 발견된다.

담배엽의 polyphenol은 담배 연소중 연기페놀의 전구체로 작용할 수 있다.

다) Other Phenols and Phenolic Ethers

담배엽은 소량의 단순 페놀과 페놀성 aldehyde, ketone, acid를 함유한다. 필연 연소중 많은 성분들이 증류와 다른 물리적 메카니즘을 통해 연기로 들어간다. 그러나 연기중 다량의 페놀은 세 포구성물질의 열분해에 의해 생성된다. 필연 연기에서 phenol, eugenol 그리고 관련된 화합물들이 ciliostat, cocarcinogen으로서 작용한다. 필연 연기 응축물의 수증기 휘발성, ether 가용성, 약산성 분획을 증류하여 bp 50-55°C (2mm), 55-90°C (2mm)의 두 분획을 얻었는데 이는 각각 80%와 20%를 차지하고 있다. 첫번째 분획은 거의 모두 phenol, cresol, 관련된 화합물을 함유한다. 두번째 분획은 tetrahydro

-2-naphthol의 가능성을 포함하며 많은 비특정적인 성분을 가지고 있다. 수증기-휘발성이 아닌 분획은 dihydroxypyrene 가능성을 포함해 동정되지 않은 복합적인 phenol을 함유한다. 약간 다른 조건하에서 수행된 증류 분획의 생화학적 분석은 휘발성 및 비휘발성 분획 모두 동물에서 co-carcinogenic activity를 가짐을 보여준다. 이 경우 종양 촉진제인 oleic, lauric acid는 비휘발성 잔유물에 존재한다.

모세관 컬럼은 충전컬럼보다 특정한 이성질체의 분리에 더 효과적이며 m, p-cresol의 acetate를 분리할 수 있다.

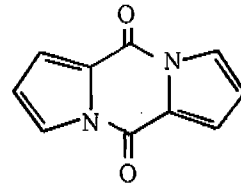
기체 크로마토그래피 분석법에 의한 컬럼의 분석은 phenol : cresol (m-, p-) : 0-cresol : xylene(2.4 and 2.5-) 비율이 10:5:2:2로 나타났으나 많은 비율의 폐놀은 비색법을 사용하여 보고되었다. 컬럼, 시가, 파이프 담배 연기중 폐놀, 크레졸 관련 화합물의 전체 수준은 크게 변화할 수 있고, 간접적 관계가 주류연에서 폐놀의 양과 담배 수분 함량간에 나타나고 있다. 컬럼 연기중 catechol은 컬럼 개피당 40~500 µg 범위의 수치가 보고되었다. Burley 종 담배 연기에서 연기 응축물중 catechol 수치는 담배엽의 질산염에 반비례한다. 약리학적 활성 방향족 화합물인 myristicin (5-allyl-2,3-methylene-dioxyphenyl methyl ether)은 컬럼 연기 응축물 속에서 동정되었다. 연기중 myristicin의 수준은 적어도 컬럼 개피당 0.64 µg 정도이다. Myristicin은 연기의 nitromethane 용해성 중성 분획에서 발견되며 천연유와 수지의 공통 구성 성분인 benzyl benzoate와 benzyl cinnamate를 수반한다.

차. Alkaloids and Other Bases

1959년 이래 엽과 연기중에서 70개 이상의 새로운 알칼로이드와 염기들이 발견되었다. 표XII에 포함되어 있지 않은 것은 obeline이나 sokratine 등이다. 편의상 표XII에 방향족 2차 아민들

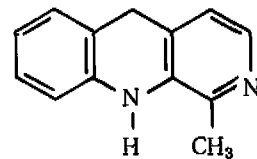
과 같이 염기성보다 중성인 질소함유 성분들을 실었다. 퓨린등과 피리미딘등은 유리상태로 발생한다. nicotine, nicotine 유사체, myosmine, anatabine, N-methylmyosmine에 대한 함성이 발표되었다.

Pyrocoll (XXIII), harmane, norharmane은 염이나 염기로 부터 분리되어 확인되었다.



< XXIII >

연기중의 Pyrocoll 함유 정도는 컬럼당 1.4 µg이다. 컬럼 담배와 연기 응축물을 셀룰로즈 columns을 이용하여 연기중을 분획 harmane (XXIV)과 norharmane을 분리하였다. 알칼로이드가 엽과 연기중에 다 존재할때 연기중의 함유량이 엽중의 함유량보다 약 40~100배 많다. 이



< XXIV >

것은 염기들의 열합성이 연소 동안에 이루어지는 것을 의미한다. 연기중의 harmane과 norharmane의 함유 정도는 컬럼당 10~20 µg 정도이다.

Pyrazine, alkylpyrazines, quinoxaline, benzimidazole, pyrrolo[2.3-b]pyridine, pyrido[2.3-b]indole 등은 harmanes을 함유하고 있는 연기 응축물의 분획에서 발견되었다.

연중에 benzacridine, 7H-dibenzo[c.g]carbazole의 존재는 이러한 화합물들이 발암성이 있고 실험동물에게서 basic fraction의 약한 종양 작용을 유발시키는 것이라는 것이 알려진

Table XI. Alkaloids and Other Bases in Tobacco Leaf and Smoke.

Base	Leaf	Smoke	Base	Leaf	Smoke
Adenine	○	...	2-Methylbutylamine	...	○
Alkylcarbazoles	N-Methylbutylamine	...	○
Allylamine	...	○	Methylcarbazole	...	○
Ammonia	○	○	Methylethylamine	...	○
Amylamine	...	○	3-Methylindole	...	○
sec-Amylamine	...	○			
Anabasine	○	○	N-Methylmyosmine	...	○
			N-Methylnicotinamide	○	...
Anatabine	○	○	N-Methyl-2-phenylethylamine	○	○
Aniline	...	○	2-Methylpyrazine	...	○
m-Anisidine	...	○	2-Methylpyridine	...	○
Benzimidazole	...	○			
Butylamine	...	○	3-Methylpyridine	...	○
sec-Butylamine	...	○			
Carbazole	...	○	4-Methylpyridine	...	○
			N-Methylpyrrole	...	○
Collidine	...	○	2-Methylpyrrolidine	○	○
Cotinine	○	○	N-Methylpyrrolidine	○	...
3,4-Dehydropiperidine	...	○	N-Methyl-3-pyrroline	○	...
Dibenz {a,h} acridine	...	○	Myosmine	○	○
Dibenz {a,j} acridine	...	○			
7H-Dibenzo {c,g} carbazole	...	○	1-Naphthylamine	...	○
Diethylamine	...	○	Nicotelline	○	○
Dihydropyridine	...	○	Nicotinamide	○	○
9,9-Dimethylacridan	...	○	Nicotine	○	○
Dimethylamine	...	○			
2,3-Dimethylaniline	...	○	Nicotine N-oxide	○	...
2,4-Dimethylaniline	...	○	Nicotinic acid	○	○
2,5-Dimethylaniline	...	○	Nicotinonitrile	...	○
2,6-Dimethylaniline	...	○	Nicotyrine	○	○
3,5-Dimethylaniline	...	○	Norharmane	○	○
Dimethyladioles	...	○	Normicotine	○	○
2,6-Dimethylpyrazine	...	○			
2,3-Dimethylpyridine	...	○	Nornicotyrine	...	○
2,4-Dimethylpyridine	...	○	1,8,9-Perinaphthoxanthene	...	○
2,5-Dimethylpyridine	...	○	2-Phenylethylamine	...	○
2,6-Dimethylpyridine	...	○	N-Phenyl-4-isopropyl-	...	○
3,4-Dimethylpyridine	...	○	phenylamine		
3,5-Dimethylpyridine	...	○	N-Phenyl-2-naphthylamine	...	○
Diphenylamine	...	○	Piperidine	○	○
Dipropylamine	...	○	Propylamine	...	○
Ethylamine	...	○	Pyrazine	...	○
2-Ethylaniline	...	○	Pyridine	○	○
4-Ethylaniline	...	○			
3-Ethylindole	...	○	Pyridine-3-aldehyde	...	○
3-Ethylpyridine	...	○	3-Pyridinol	...	○
Guanine	○	...	Pyrido {2,3-b} indole	...	○
Hexylamine	...	○	3-Pyridyl ethyl ketone	...	○
Harmane	○	○	3-Pyridyl methyl ketone	○	○
Indole	...	○	3-Pyridyl propyl ketone	○	○
			Pyrocoll	...	○
Isoamylamine	○	○	Pyrrole	...	○
Isobutylamine	○	○			
N-Isobutylbutylamine	...	○	Pyrrolidine	○	○
Isonicotin(2,3'-bipyridyl)	○	○	3-Pyrroline	...	○
Isopropylamine	...	○	Pyrrolo {2,3-b} pyridine	...	○
N-Isopropylpropylamine	...	○	Quinolone	...	○
Isoquinoline	...	○	Quinoxaline	...	○
Metanictotine	...	○	1,2,5,6-Tetrahydropyridine	○	...
Methylamine	○	○	Thymine	○	...
			Toluidines (o-,m-,p-)	...	○
3-Methylaminopyridine	...	○	Trimethylamine	...	○
N-Methylanabasine	○	...	2,4,6-Trime thylaniline	...	○
N-Methylanatabine	○	...	Trime thylindoles	...	○
N-Methylaniline	...	○	3-Vinylpyridine	...	○

※ ○ : 잎담배 또는 연중에서 확인된 물질, ... : 잎담배 또는 연중에서 미확인된 물질

후 특별히 흥미를 끌었다.

alkylindoles 과 alkylcarbozole 은 연기 응축물에서 발견되었다.

담배 연중에서 열분해 산물로써 phenylamine 과 naphthyl amine 의 존재가 여러해 동안 의혹스러웠으나 이러한 화합물의 분리가 발표되었다. 표Ⅹ에 있는 4개의 방향족 2차 아민들은 중성이며 연기 응축물중의 nitromethane 에 용해되는 중성 fraction에서 발견되었다. 아민은 적은 양이 발견되었다(퀵린당 0.013~0.1 μ g). 담배 연기중에서 방향족 일차 아민들의 존재가 발표되었다. 그리고 다음과 같은 형태의 아민이 담배 연기중에 있다는 증거가 있다. piperide 의 alkyl 유도체, dehydropiperidine, pyrroline, pyrrolidine ; aminofluorene ; aliphatic 과 aromatic diamines ; 그리고 고분자 지방족아민 등이다.

담배 연기 성분중 비교적 저비점 염기들은 aliphatic amines, 포화 heterocyclic bases 및 simple pyridine 유도체들로 되어 있으며 퀵린 담배 연기 응축물의 연기성분에 대한 직접적 분리는 적어도 35개의 성분이 존재함을 나타내었고 그 중에 14개는 알려져 있는 화합물과 비교 확인되었다. 확인된 성분은 pyridine, alkylpyridines, acylpyridines, pyrrole, 3-vinylpyridine, nicotinonitrile 및 metanicotine 을 포함한 알칼로이드들이다. 그리고 담배 연기중의 27개 염기들을 검출해 냈고, 그 중에서 예를 들면 1,2,5,6-tetrahydropyridine 과 dihydrometanicotine 등과 같이 전에 알려지지 않았던 몇개의 성분을 포함하여 24개는 확인되었다.

담배 연기중의 3-pyridinol 의 존재는 이 화합물이 양쪽성임이 알려진 이래 흥미를 끌어왔다. 2 및 4-pyridinols 은 토오토펠리현상을 가졌고 더 많은 pyridone 의 형태가 고체 상태에서 락탐의 특징인 5.88~6.25 μ 사이의 amido bands 를 나타냈다. 3-pyridinol 에서는 토오토펠리 현

상이 나타나지 않았고 광범위한 분자내 결합이 존재하며 약 4.11 μ 에 집중된 매우 넓은 하이드록실과 C-H 신축 진동 흡수 피이크가 나타났으며 amino 영역에서는 흡수가 없었다.

많은 니트로소 아민들이 발암 가능성이 있다고 알려진 이래 이러한 문제에 대한 흥미가 일어났다.

연기성분, anabasine, piperidine, methyl-aniline, pyrrididine 및 nornicotine 등의 nitroso 유도체들이 실험동물에 발암성을 나타내고 어떤 경우에는 폐종양을 발생시키는 것이 밝혀졌다. 퀵린 담배 연기내에 nitrosamine 이 존재한다는 첫째 증거가 1964년에 발표되었다. 퀵린 담배의 연기에서 N-nitrosomethylbutyl amine 과 확인되지 않은 두개의 nitrosamine 을 발견하였다.

Diethylamine 과 nitrogentrioxide 혹은 nitric oxide 사이의 기체 상태 반응이 대단히 빨라서 접촉시간 6초에 nitrosamine yield 가 36%에 달한다는 것이 kinetic 연구로 알려졌다.

Burley 담배의 대규모 추출과 뒤이은 fractionation을 표준 sample인 N-nitrosopiperidine 과 GC에 찍어 피이크를 얻었다. Nornicotine 은 나쁜 잎과 열분해로 많은 양의 myosimine 과 pyridine 을 생성하고 나쁜 맛의 연기를 내는 연기성분에 있는 것으로 믿어진다.

연기 응축물에 대한 연구는 연기 응축물의 속성이 indole 에 대한 skatole 의 비율의 10배 증가시킴을 보이고 있다.

카. Brown pigments

갈색의 산성 물질이 잎담배중에 존재한다는 것은 100여년전에 보고되었다. 이들 물질의 부분획은 Tabakensäure (α, β, γ)와 Kentuckinsäure 같은 이름이 붙여졌다. 그후의 연구에서 유사한 성질을 가진 성분들이 cigar 연기로 부터 분리되었다.

엽록소(LP)는 잎담배 무게의 약 6.5% 정도

의 물, 알칼리 수용액, 중성의 원충액으로 건조 또는 숙성된 담배로 부터 추출될 수 있다.

LP는 투석, 용해도 겔여과에 의하여 분류되어 많은 부분획을 생성할 수 있다.

초원심분리 분석에 의하여 수용성 LP의 두개의 주 부분획은 분자량이 약 1,000인 것과 20,000~30,000인 것을 각각 가지고 있다. 알칼리 추출 LP의 부분획은 분자량이 3,000 이하로 부터 100,000 이상에 달하며 주성분은 5,000~60,000의 분자량을 가지고 있다. LP의 가수분해 생성물과 알칼리 생성물에 관한 연구로 모든 색소가 chlorogenic acid와 아미노산을 함유하는 부분획과 rutin과 철을 가지는 몇개 분획에서 약간의 정성적, 정량적 조성 차이가 있음을 알았다.

폴리 페놀(또는 퀴논)과 아미노산 사이의 고전적인 갈색화 반응이 이들 색소의 생합성에 포함된다 할지라도 LP 부분획의 몇몇에서 알칼로이드와 실리콘의 일부분이 존재한다는 것은 모두 그렇지 않겠지만 다른 반응이 포함됨을 보여준다.

연기 응축물에는 외관상 염록소와 유사한 갈색 산성 색소 group이 함유되어 있다. 이들 연기 색소(SP)는 상대적으로 고농도(연기 응축물의 4%까지)로 생겨나고 chlorogenic acid, 아미노산, 철, 실리콘, 알칼로이드와 다른 염기들이 그 분자속에 결합되어 있다. SP의 주 부분획은 LP의 비교 부분획보다 큰 분자량($\geq 100,000$)을 가지며 통상의 가수분해에 대한 chlorogenic acid의 %가 SP에서 더 높다. SP의 80%가 분자량 30,000~100,000인 것이 회수되지만 LP의 단지 20%만이 분자량 4,000 이하의 것으로 분리될 수 있다. LP와 SP 모두 알칼로이드와 관련 염기물을 함유하고 있을지라도 중요한 정성적, 정량적 차이가 주목된다.

Table XII는 이 점에 대한 대표적인 결과를 나타내며 표시된 성분들에 덧붙여 유사한 상대적 비율을 가진 8개의 다른 휘발성 염기가 두 색소로부터 분리되었다.

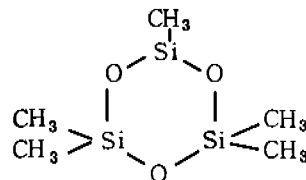
Isonicotin (2-3'-bipyridyl)과 nico-

Table XII. Volatile Bases and Alkaloids in the Brown Pigments.

Compound	Relative amounts	
	Leaf pigment	Smoke pigment
Cotinine	0.23	5.7
Dihydropyridine	...	0.7
Metanicotin	...	4.1
2-Methylpyridine	0.10	1.4
3-Methylpyridine	0.42	3.9
N-Methylpyrrolidine	0.02	2.2
Nicotine	1.0	1.0
Nornicotin	...	3.2
Pyridine	0.50	2.0
Pyrrole	0.23	5.7
3-Vinylpyridine	0.03	2.6

telline [2,4-di(3'-pyridine) pyridine] 을 제외하고 2-pyridine 성분들은 염중에 발견되지 않는다. 또한 3-vinylpyridine은 연기중에서만 생긴다. 그러나 Table XII에 표시된 생성물들이 염록소의 알칼리 용해에 의하여 얻어졌다.

색소에 존재하는 실리콘은 소수의 일부분이고 $-(\text{CH}_3)_2\text{SiO})_{10-50}-$ 범위의 polymeric methylsiloxane 일 것으로 가정되는 연중 성분과 유사하다. 이러한 유사성은 적외선 스펙트럼 비교와 mass spectrum 중의 m/e 207 (XXV)에서 주요 깨짐 피크의 모양으로 결정되고 methyl기가 5개 치환된 polymeric siloxane의 환상 구조를 암시해 준다. Silicone은 실제로 SP내에 연결되어 있다.



비교적 적은 분자량의 갈색 색소는 또한 황색종 담배에서도 생긴다. 색소는 투석할 수 있고 rutin, chlorogenic acid, scopolin과 같은 분자량

을 함유한다. 갈색의 염색소는 기건담배의 색상에 영향을 미친다고 믿어진다. 연기 색소는 조발암 인자로 행동한다고 보고된 연기의 산성갈색 중합 물질과 유사하다. 갈색 색소에 덧붙여 니코틴에 대한 노르니코틴의 비율이 높은 담배는 분리되거나 특정지워지지는 않았지만 chlorogenic acid의 퀴논형과 노르니코틴 사이의 반응에 의하여 형성된다고 믿는 "Cherry Red" 색소를 함유하고 있다.

타. Carbohydrate

탄수화물은 담배엽중에 대부분을 차지하고 있고 세 개의 fructosamines이 숙성 담배중에 pipercolic acid와 pyrrolidine-2-acetic acid를 동반하는 니히드린 양성 물질중에서 동정되어 왔고, 가수분해하여 aspartic acid, threonine, valine과 당에 대한 phthalic acid-aniline 시액에 대해 양성반응을 일으키는 성분들이다. 황색종 담배 또는 일건담배중에 amino acid-sugar 화합물의 전체함량은 건조엽에 대해 2%이상이며, 이들 성분들은 연기의 향기에 중요하게 기여한다.

연기중의 pentose와 hexose는 수용성 추출물의 ion-exchange chromatography로 분리했다. 박층 크로마토그래피와 fluorescence spectrum 결정에 의하여 담배 제품중의 erythrose, galactose, ribose, arabinose, galacturonic acid를 분리하고 동정하는 것이 설명되었다. mannose, galactose, xylose, fructose의 단독 또는 glycoside 화합물이 청엽 담배에서 분리되었다. Plantebiose는 담배 열매중에 존재한다고 보고되었다.

amylose와 amylopectin의 비는 낫시간에는 1:3.7의 값을 어둠에서는 1:4.3의 값을 가지는 하룻동안의 변화를 보여준다.

어떤 용매 추출이라도 얻어진 starch는 품질이 떨어졌지만 perchloric acid가 가장 효율적인 용매인 것으로 나타났다. ethanol로 우선 당

을 제거한 후에 4N perchloric acid가 염의 starch를 추출하기 위하여 사용되는 정량 방법이 나왔다.

청엽과 황색종엽은 둘 다 pectin을 함유하고 있으며 이 pectin은 주 생성물로서 D-galacturonic acid, D-galactose, L-rhamnose, L-arabinose를 생성하고 산 가수분해에 대한 소수 성분으로서 D-glucose, D-xylose, fucose, 2-D-methylxylose를 생성한다. 청엽에서는 이들 주요 당의 생성과 pectin의 methoxyl가가 더 높아지지만 전체 uronic acid는 건조엽에서 보다 더 낫다.

결련과 시가 담배 stem 중의 pectin 물질의 양과 종류에서 중요한 차이가 발견된다. galacturonic acid, methoxyl과 acetyl 결정은 pectin 분해가 건조와 발효의 격렬함에 직접 관계가 있음을 보여준다.

Table XIII에 나열된 gum과 같은 물질은 glucuronic acid, galactose, arabinose, rhamnose를 함유하는 polysaccharide의 calciummagnesium 염이다. 염은 갈색 색소를 분리하는 동안 숙성된 Burley 엽으로 부터 형성되는 것으로 알려져 있다. 11개의 아미노산은 이들 성분이 비록 polysaccharide에 대한 오염 물질이라 하더라도 담배 분비물의 가수분해 생성물 중에서 또한 검출할 수 있다. polysaccharide의 산 형태는 galactose, arabinose, rhamnose, glucuronic acid에 대해 2:2:1:1의 몰 비율을 가지는 반복 단위를 나타내는 924의 당량을 가진다.

arabogalactan, galactan, xylan을 Table XIII에 포함하고 있는 것은 앞서 주장한 것과 같은 평가에 기초를 두고 있다.

cellulose는 물과 유기 용매로 추출하고 뜨거운 알칼리 수용액으로 침지하며 초산, 물, 유기용매로 세척하는 일련의 단계를 거쳐 담배 엽이나 주맥으로 부터 분리할 수 있다.

점도계의 방법을 이용하여 보면 엽육에서 나오

는 cellulose의 중합도는 담배의 종류와 등급에 따라 다르지만 일반적으로 목질 cellulose (~ 3,000)가 섬유 cellulose (6,000~8,000)보다 낮다.

주맥은 엽육보다 더 높은 정도의 cellulose와 티큰 DP (약 1,600~1,800)를 함유한다.

필러 담배종의 cellulose는 연기의 맛에 지대한 영향을 미친다.

Table XIII. Carbohydrates in Tobacco Leaf

Carbohydrate		Carbohydrate	
Arabinose	○	Salt of gum-like polysaccharide	○
Arabogalactan	○	Lignin	○
Cellulose	○	Maltose	○
1-Deoxy-1-L-alanino-D-fructose	○	Mannose	○
1-Deoxy-1-(N-γ-aminobutyric acid)-D-fructose	○	Pectins	○
1-Deoxy-1-L-prolino-D-fructose	○	Pentoses	○
Deoxyribose	○	Plantose	○
Erythrose	○	Raffinose	○
Fructose*	○	Rhamnose	263 ○
Galactan	○	Ribose	98 ○
Galactosamine	○	Rutinose	○
Galactose	○	Sorbitol	○
Galacturonic acid	○	Stachyose	○
Glucosamine	○	Starch	○
Glucose*	○	Sucrose	○
		Xylan	○
		Xylose*	○

* These compounds and 1,6-anhydro-β-pyranose are also present in smoke.

※ ○ : 잎담배에서 확인된 물질

파. Amino acids, Proteins and Related Compounds

1959년 이래 담배엽과 담배연기에서 알려진 아미노산과 관련된 화합물들은 상당히 발전되어 왔다. 담배엽에서 확인되지 않은 ninhydrine-positive 물질에 대한 연구에서는 천연물로 부터 pyrrolidine-2-acetic acid를 분리해 냈다.

새로운 아미노산은 pipeolic acid이다. 이 물질은 pyrrolidine-2-acetic acid전에 용출되는 chromatographic fraction으로 부터 결정화되고 위의 분리물에서 분리되었다. 이 아미노산은 청엽에서는 쉽게 검출할 수 있는 양으로 존재하고 다른 ninhydrin-positive 물질을 수반한다.

α-alanine은 담배의 7가지 담배 연기에서 주 생성 산이고 필러 1개당 11~268 μg 존재한다.

황색종엽에 있는 major free amino acid는 prolin인데 0.4~1.3% 정도 있다. 담배간의 몇 가지 정성적 차이점은 황색종과 기건 품종에 있는 free amino acid에서 나타난다. 예를 들면 homocystine과 hydroxyproline의 황색종엽에서의 존재와 burley 엽에서의 결여를 말한다.

단백질의 빠른 가수분해가 건조과정 동안 일어난다고 알려져 있으나 27개의 아미노산중에서 7개는 가수분해가 감소된다. 이런 반응은 1-deoxy-1-L-Prolino-D-Fructose와 같은 물질을 생성하는 당의 축합 반응을 포함하고 탈카르복실 반응과 산화성 아미노기 이탈반응은 건조하는 동안 축적되는 acetaldehyde, isobutyraldehyde,

Table XIV. Amino Acids and Related Compounds in Tobacco Leaf and Smoke.

Compound	Leaf	Smoke
α-Alanine	○	○
β-Alanine	○	○
α-Amino adipic acid	○	...
α-Aminobutyric acid	○	...
γ-Aminobutyric acid	○	○
Arginine	○	...
Asparagine	○	...
Aspartic acid	○	○
Betaine	○	...
Choline	○	...
Citrulline	○	...
Cysteic acid	○	...
Cysteine	○	...
Cystine	○	...
Glutamic acid	○	○
Glutamine	○	○
Glutathione	○	...
Glycine	○	○
Histidine	○	...
Homocystine	○	...
Homoserine	○	...
Hydroxyproline	○	...
Isoleucine	○	...
Leucine	○	○
Lysine	○	...
Methionine	○	...
Methionine sulfone	○	...
1-Methylhistidine	○	...
Norleucine	○	...
Ornithine	○	○
Phenylalanine	○	○
Pipecolic acid	○	...
Proline	○	○
Pyrrolidine-2-acetic acid	○	...
Serine	○	○
Taurine	○	...
Threonine	○	○
Tryptophan	○	...
Tyramine	○	...
Tyrosine	○	...
Valine	○	○

※ ○ : 잎 또는 연중에서 확인된 물질
 ... : 잎 또는 연중에서 미확인된 물질

glutamine, asparagine 과 같은 물질을 생성한다.

품종이 다른 담배의 중골과 엽편에 대한 아미노산 조성에서 정량적 정성적 차이점이 발견된다.

Homoserin 은 주맥에 존재하나 황색종 담배의 엽편에는 존재하지 않는다. 버어리 주맥에는 Asparagine, glycine, tryptophan 이 존재하나 황색종에는 존재하지 않는다.

그늘이나 햇빛이 직접 쬐는 곳에서 자란 담배엽의 단백질은 전분에 대한 전기 이동도에서 차이점을 나타낸다.

“Phytomyosin” 이란 단백질은 황산암모늄 침전방법과 겔 거르기에 의해 담배엽으로 부터 분리된다. 이 물질은 균일하고 Adenosin triphosphatase 활동도를 가지고 있다.

하. Miscellaneous Components

1) Inorganic constituents

비소성 살충제를 다른 살충제로서 교체하려는 추세는 엽과 담배 연기에서 비소 함유량을 점차로 적게 하려고 하는데서 영향을 받은 것이다. 이 제안은 triphenylarsine 이 켈런 연기에 존재하고 실험 동물에서 연기 응축물이 tumorigenic effect 에 기여할지도 모른다고 하였다.

시가와 켈런에서 thallium 수준은 거의 비슷하고 24-100 ppb 범위내에 있다.

켈런 담배에서 beryllium의 양은 maryland 의 0.075 ppm 에서 황색종 담배의 0.015 ppm 까지 다양하다. beryllium은 담배 연기에 이행되지 않고 재(63%)와 담배 콩초(37%) 사이에 분배되어 있다.

Selenium에 대한 보고에서는 담배속에 2-4 ppm, 켈런지에 10 ppm 정도 있다고 기술되었다.

담배 연기에 대한 니켈함량 수준은 켈런당 1μg 이하이다. 엽에서 담배 연기로 이행된 니켈의 비율은 0.1 이하에서 20% 까지 다양하고 이 다양성의 일부는 켈런 조건의 차이 때문일지도 모른다.

금과 백금은 알카로이드의 생합성에 영향을 미

Table XV. Inorganic Elements in Tobacco Leaf and Smoke.

Element	Leaf	Smoke
Aluminum	○	○
Arsenic	○	○
Barium	○	...
Beryllium	○	...
Boron	○	...
Calcium	○	○
Cesium	○	...
Chlorine	○	...
Chromium	○	○
Cobalt	○	...
Copper	○	○
Fluorine	○	...
Iodine	○	...
Iron	○	○
Lead	○	○
Lithium	○	...
Magnesium	○	○
Manganese	○	○
Mercury	○	...
Molybdenum	○	...
Nickel	○	○
Polonium	○	○
Potassium	○	○
Radium	○	...
Rubidium	○	...
Selenium	○	...
Silicon	○	○
Silver	○	...
Sodium	○	○
Strontium	○	○
Thallium	○	...
Tin	○	...
Titanium	○	○
Uranium	○	...
Vanadium	○	...
Zinc	○	○

※ ○ : 잎 또는 연중에서 확인된 물질
 ... : 잎 또는 연중에서 미확인된 물질

치나 이런 원소의 수준에 대한 자료는 담배엽에서는 유용하지 않다.

2) Agricultural chemicals

담배에서 농약의 잔유물이 담배 연기에서 off-flavor의 원인이고 흡연 건강 문제에서 요인으

로 제시되기 때문에 이 성분에 대한 관심이 대두되었다.

캘런과 담배 연기에서 발견된 농약의 잔유물은 살충제, 살균제, 액아역제제로 부터 얻어졌다. 엽 혼증제와 토양혼증제는 엽성분과 반응하더라도(예를 들면 methyl bromide 혼증에 의한 alkylation) 잔유물에 남지 않는다.

표XVI에 수록된 모든 살충제는 malathion 이 생엽에서만 존재하는 것만을 제외하고는 생엽과 건조엽에서 모두 발견된다. 염소로 처리된 (TDE Endrin), Carbamate(carbonyl)와 thiophosphate (Guthion) 살충제의 90% 또는 그 이상의 감소가 수확전에 일어난다.

움건하는 동안의 손실은 매우 적다. Endrin과 TDE의 수준은 상품담배에서는 매우 다양하다.

TDE에 대한 11~22ppm 과 Endrin에 대한 0.2~1.3 ppm의 값은 1956~1966 까지 보고되었다. 엽에서 주류연으로의 이행에 대한 %은 시제 캘런을 흡연함으로써 얻어졌다 : TDE, 19-22; Endrin, 18-30; Telodrin, 4-5; Endosulfan, 3; Thiodan, 3; Sevin, 1; Carbaryl, 1; 그리고 Guthion, <1. 덧붙여 TDE의 열분해산물로 알려진 1-chloro-2,2-bis-(4'-chlorophenyl) ethylene (TDEE)은 TDE 수준과 거의 동등한 양이 담배 연기에서 발견되었다. 캘런 당 0.06 μg의 Endrin 1.6 μg (TDE), 1.1 μg (TDEE)의 수준이 보고되었으며 이런 값은 상당히 다양하다.

엽에서 Dyrene (Chlorinated anilino triazine)의 수준은 저장기간에 크게 감소되지 않는다. 시제 시가 담배에서 Dyrene의 1%가 주류연으로 이행된다. Bright Tobacco와 Burley Tobacco에서 Thiocabanic acid의 2가지 염인 Zineb, maneb 손실은 건조 및 제조공정중 43~78%에 달한다.

들판에서 자란 담배엽에서 2ppm 이상 Diclone의 잔유물이 발견되었다.

maleic hydrazide (MH-30)는 엽의 수확량

Table XM. Agricultural Chemicals and Decomposition Products Thereof in Tobacco Leaf and Smoke.

Chemical	Source	Leaf		
		Green or cured	Cigarettes	Smoke
Carbaryl	C, E	+	+	+
2-Chloraniline	E	-	-	+
DDT	C	+	+	-
Dieldrin	C	+	-	-
Dimethoate	U	+	-	-
Dyrene	E	+	-	+
Endosulfan	E	+	-	+
Endrin	C, E	+	+	+
Guthion	E	+	-	+
Malathion	E	+	-	-
Maleic hydrazide	E	+	+	+
Maneb	E	+	-	-
Oxyguthion	E	+	-	-
Sevin	E	+	-	+
TDE	C, E	+	+	+
TDEE	C, E	-	-	+
Telodrin	E	+	-	+
Thiodan	E	+	-	+
Toxaphene	C	+	-	-
Trichlor fon	E	+	-	-
Zineb	C	+	+	-

※ C = commercial, E = experimental, U = unknown

은 증가시키는 액아역제이다. MH-30에 대한 잔유물의 다양한 수준은 황색종 담배와 기전담배에서 발견된다.

10 ppm과 30 ppm MH-30을 포함하는 시험담배는 담배 연기에서 변하지 않는 MH-30을 0 ppm과 ≤ 2 ppm이 나온다. C¹⁴-표지 MH-30을 사용하면 부가된 방사능의 23.4%가 담배 연기의 CO, CO₂ 그리고 타르에서 발견되고, 31%는 담배 풍초나 재에서 계산되거나 발견된다. 잔유물은 부류연에서 손실되는 것으로 추측된다.

TDEE에 첨가하여 2-chloroaniline은 dyrene과 oxyguthion을 함유하고 있는 시가 담배 연기로 부터 분리되며 guthion의 산화물은 건조하는 동안에 생성된다.

3) Other constituents

담배 연기의 major gas에 대한 연구는 주로

직연하는 동안 발생하는 농도 변화와 관계가 있다. cigarette cone 영역에서 많은 양의 CO₂와 CO는 산소가 모자라는 대기에서 생성된다. 상품 궤련에서 일산화탄소가 연기에 3~5% 함유되어 있고 흡연가의 carboxyhemoglobin을 다소 증가시키는 원인이 된다. 이산화질소는 산화질소보다 독성이 있고 ciliostatic하기 때문에 담배 연기에서 이 화합물에 대한 함량이 조사되었다. 상품 궤련에서 직연당 24~54 μg 수준의 산화질소가 얻어지고 이산화질소는 미량으로 존재하든지 않든지 한다. 담배의 연기에서 산화질소 함량은 145 ppm에서 665 ppm까지 다양하다.

Resin은 적어도 황색종엽의 건조량중 3%를 함유하는 산성물질과 중성물질의 큰 group이다. Resin은 성질이 다양하지만 일반적으로 점도, 색깔, 고분자량 그리고 수소에 대한 탄소의 높은 비율을 갖는다. 이런 물질은 용해도와 종이 크로마

토그래프적 이동도가 서로 다른 hard resin 과 soft resin으로 분리할 수 있다. Resin의 전반적인 특징은 terpens, sterols 등에서 생성되는 산화성 산물이거나 중합체의 산물이다.

Silicone은 시가 담배의 연기 응축물중 에테르 용해성 중성 분획으로 부터 분리된다. 갈색 색소에서의 silicone의 존재는 이런 화합물이 자연적으로도 생긴다는 것을 지적해 줄 것이다.

Chlorophyll이 phaeophytin으로의 분해에 대한 보고가 있으며 기타성분은 Table XVI에 수록하였다. 엽의 free 핵산으로 부터 분리된 purines과 pyrimidines은 adenine, guanine, cytosine urasil이다. 담배에서 vitamin B 복합체의 존재에 대한 자료는 발표되지 않았으나 엽에는 nicotinic acid와 nicotinamide도 존재함이 발표되었다.

Table XVI. Miscellaneous Components in Tobacco Leaf and Smoke.

Component	Leaf	Smoke
C ₁₀ H ₁₄ O	○	...
Carbon dioxide	...	○
Carbon monoxide	...	○
Chlorophyll	○	...
Methyl chloride	...	○
Methyl isocyanate	...	○
Nitric oxide	...	○
Nitrous oxide	...	○
Nucleic acids	○	...
Phosphatides	○	...
Resins	○	○
Saponins	○	...
Silicones	○	○

※ ○ : 잎 또는 연중에서 확인된 물질

... : 잎 또는 연중에서 미확인된 물질