Journal of the Korea Society of
Tobacco Science Vol. 21, No. 2, 119~127 (1999)
Printed in Republic of Korea

궐련지의 섬유종류가 담배 연기성분에 미치는 영향

김종열* · 김정열 · 신창호 · 이근희 · 이동욱 · 제병권
한국인삼연초연구원
(1999년 12월 5일 접수)

The comparative analysis of smoke components delivered from cigarette papers manufactured by flax and wood pulp

Jong-Yeol Kim*, Chung-Ryul Kim, Chang-Ho Shin, Keun-Hoi Lee, Dong-Wook Lee and Byong-Kwon Jeh
Korea Ginseng & Tobacco Research Institute
(Received December 5, 1999)

Abstract : **This study was conducted to evaluate the effect of cigarette papers, flax and wood, on the delivery of mainstream smoke. The main components of cigarette papers were cellulose, hemicellulose, lignin, and pectin. Lignin contents, known as precursor of smoke's phenolic compounds, of the flax and wood cigarette papers were 5.8% and 10.6%, respectively. The pyrolysis products of cigarette papers were similar by the profile of total ion chromatogram. But, the area % of some components, such as 1,3-cyclopentanedione, 3,5- dimethyl cyclopentane-1,2-dione, 2-hydroxy-3-methyl-2-cyclopentenone, dihydro-2(3H)-furanone, 3-methyl-2(5H)-fruanone, and 5-methyl-2-furaldehyde delivered through pyrolysis of the flax cigarette paper were higher than that of wood cigarette paper. Otherwise, the area % of some components, such as 2-methyl-cyclopentene-1-one), 2,3-butanedione, 2-cyclopentene-1-one, and 5-hydroxy-2-methyl-furaldehyde, 2-furaldehyde delivered through pyrolvsis of the wood cigarette paper were higher than that of flax cigarette paper. To identify the difference between two cigarette papers, we used the cigarette column filled with the cut cigarette paper instead of the cut tobacco leaf. The amounts of semi-volatile fraction delivered from flax cigarette paper was more than that of wood cigarette paper. But, by using the cut tobacco, there was no big difference of delivery amount between flax and wood cigarette papers. Also, aroma of TPM by collecting from brending cut tobacco wrapped in flax and wood papers showed a different pattern by the electonic nose system . Although the difference between two cigarette papers by using the cut tobacco was smaller than that of cut cigarette paper, this result indicated that the flax and wood had the different effects on the delivery of smoke components as shown in the sensory test results.**

Key words : **flax, wood, cigarette paper, pyrolysis**

*연락저자 : 305-345, 대전광역시 유성구 신성동 302번지,한국인삼연초연구원
*Corresponding author : *Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, 302 shinseong -Dong, Yusong-Ku, Teajon, 305-345, Korea*

기호품을 좋아하는 것은 인류가 갖는 특이한 행동의 하나로 생명유지 차원에서 의미를 부여할 수는 없으나 심리적인 면에서의 역할은 대단하고, 그러한 기호품중 하나가 바로 담배라고 볼 수 있다. 담배 연기성분은 연소시 burning zone에서 combustion, pyrolysis, distillation 및 aerosol에 의해서(Baker, 1987) 4,600여종의 성분이 생성되며(石黑繁夫, 1979), 크게 입자상(particulate phase)과 기체상(gas phase)으로 나눌 수 있으며, 입자상은 다시 비휘발성 물질(non-volatile particular matter), 반휘발성 물질(semi-volatile particular matter)로, 기체상은 기체(permanent gas)와 증기상 성분(vapour phase components)으로 구분할 수 있다(Heckman 등 1981 ; Neurath, G. and H. Horstmann, 1963 ; US department of Health and Human Services, 1986 ; Weeks, 1985). 연기 성분은 91~96%가 기체상 물질로 되어 있으며 semi-volatile 성분은 4~9%정도를 점유하고 있으나 담배의 맛과 향에는 상대적 분포비에 대하여 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Formella 등 1992).

담배의 연기성분 이행에 영향을 미치는 인자는 잎담배와 향료, 재료로 구분할 수 있으며, 특히 재료에 의한 방법으로는 필터에 의한 여과나, 필터 권지, 천공 팁페이파, 고기공 궐련지등의 다공성 재료를 사용하는 방법을 들 수 있다(Keith, 1980 ; Norman, 1974 ; Parker and Montgometry, 1979). 그 중에서 궐련지는 담배연기의 생성이나 그 조성에 변화를 주는 것으로서 펄프의 종류에 의한 변화, 궐련지의 중량, 두께, 기공도와 그 형태 및 조연제의 종류와 함량 등을 들 수 있다(Lee 등, 1985 ; Owens, 1978).

특히 궐련지의 섬유종류(flax, wood)에 따라서 담배의 연기성분에 어떠한 영향을 미치는가에 대한 연구가 국내 · 외적으로 미진하며, 단지 끽미상 flax가 좋다는 평가(Mitchell 등 1987)를 얻고 있는 실정이다. 그러므로 궐련지의 섬유종류에 따라서 연소시 발생되는 생성물(Sakuma 등, 1981) 및 주류연중 전 연기응축물(Kim 등, 1997), semi-volatile(Kim 등, 1997)을 분석하여 향끽미 성분을 비교 고찰하고자 하였으며, 이들 분석결과와 관능평가결과가 섬유종류별로 구별이 가능한지 비교 분석하고자 하였다.

재료 및 방법

궐련지의 내용성분 분석

Flax(100%) 및 *Wood(100%)*궐련지는 *PDM*사로부터 수집하였으며 내용 성분분석은 담배성분분석법(김찬호 등, 1991)및 TAPPI 방법(T5 os-73, T222 os-74, T203 os-88)을 인용하여 분석하였다.

열분해 화합물 분석

시료를 열분해 하기전 30초 동안 He gas로 Purge한 후 Curie point pyrolyzer-GC/MSD로 5초간 650℃에서 분석하였다. 이때 사용한 열분해 장치는 일본 JAI사 열분해기 Curie point pyrolyzer, GC/MSD는 HP5890/HP5970B모델을 사용하였으며, column은 INNOWAX fused silica capillary(60m x 0.2㎜ ID)을 사용하여 50℃에서 3분간 유지한 후 2℃/min.로 250℃까지 승온하였다. 이때 injector 및 interface의 온도는 250℃, ionization voltage는 70eV로 하였고, He 유량은 0.4㎖/min., 열분해장치에 이용된 시료의 주입량은 0.2㎎, split mode(split ratio = 80:1)로 하였다.

담배 제조 및 선별 조건

필터는 원주 24.2㎜의 아세테이트 모노필터(토우, 3.0/37,000d)를 이용하여 흡인저항 83±1㎜H_2O로 선별하였고, 섬유충진 담배의 각초부는 Flax와 Wood궐련지로 궐련하고 각초를 제거한 후 각초 대신 궐련지 종류별로 절각(각폭 1㎜)하여 충진(중량 : flax→ 540±5mg/cig., wood → 460±5mg/cig.)한 후 흡인저항 68±3㎜H_2O이 되게 선별, 실험에 이용하였다. 또한 제품담배는 제품 각초를 사용하여 flax와 wood궐련지로 궐련하고 흡인저항 48±2㎜H_2O, 각초 중량 705±10mg/cig.으로 선별, 실험에 사용하였으며, 팁페이파는 무천공을 사용하였다.

제조담배의 연기성분 분석

선별된 필터와 각초부를 Connector로 연결 하여

CORESTA 표준조건에 따라 조화(22±2℃, 상대습도 60±3%)한 후 자동흡연장치(Heinr borgwaldt, RM20)를 이용하여 CORESTA 표준 조건하에 연소시켜 전 연기응축물 이행량을 분석하였으며, semi-volatile fraction 화합물은 이미 발표된 논문(Kim등,1997)을 인용하여 상대적인 이행량으로 분석하였다.

결과 및 고찰

궐련지의 내용성분 분석

궐련지의 내용성분 함량은 표 1에 나타난바와 같이 연소시 향기성분인 furan 및 cyclic keton류 화합물을 생성하는 것으로 알려진 셀룰로오스 함량이 flax 궐련지에서 65.5%였으며 wood 궐련지에서는 59.8%로 flax 궐련지에 많이 함유하고 있었다. 그리고 연소시 phenol류의 전구물질로 알려진 lignin함량은 wood 궐련지는 10.6%로 flax궐련지는 5.8%로 wood 궐련지에 많이 포함되어 있는 것으로 분석되었다(Schlotzhauer, 1985).

Table 1. Major content components of cigarette papers.

구 분	Cellulose (%)	Hemi cellulose (%)	Lignin (%)	Pectin (%)	etc (%)
Flax	65.5	9.7	5.8	0.7	18.3
Wood	59.8	12.9	10.6	0.6	16.1

열분해 생성물 분석

담배가 연소할 때의 온도는 약 950℃까지 이르게 되며 이 주위에서 증류와 열분해가 일어난다.

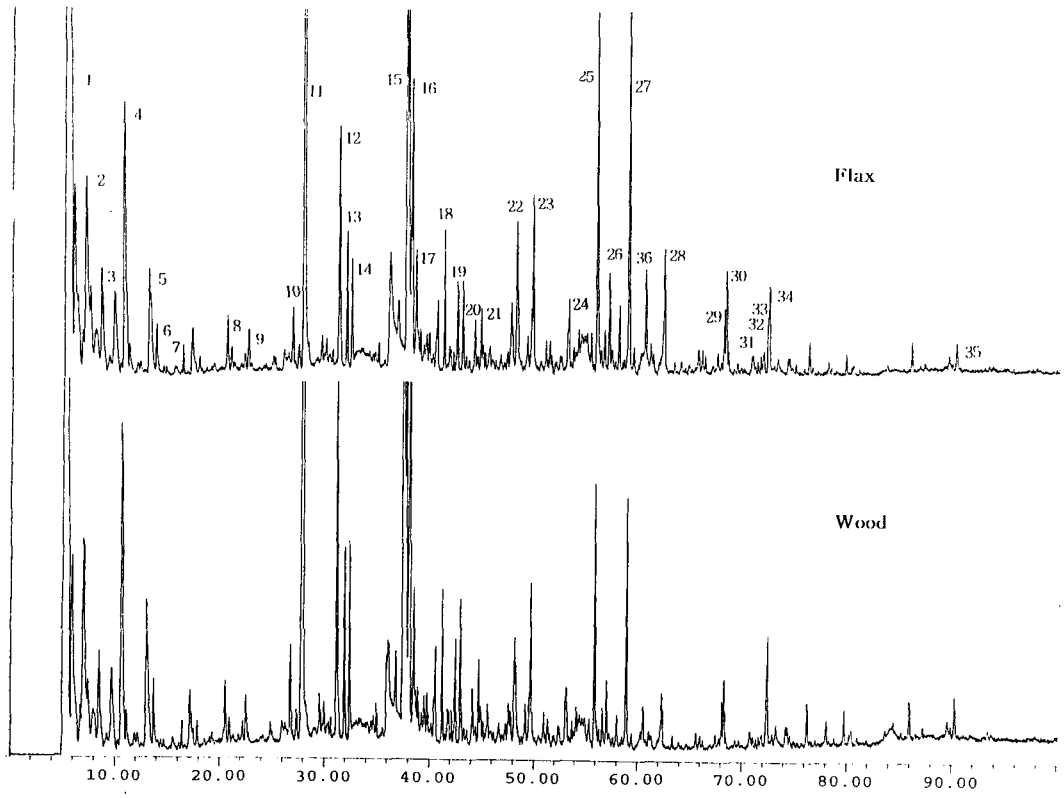

Fig. 1. TIC profile of pyrolysis for cigarette papers

Table 2. Pyrolysis products of cigarette papers(in helium)

Peak No.	Compounds	Percentage of total volatiles from chromatograms of pyrolyzates of		Remark
		Flax	Wood	
	Carbonyl compounds(13 compounds)			
1	Acetaldehyde	17.63	18.97	
2	Acetone	2.99	3.2	
3	2-Butanone	1.63	1.40	
4	2,3-Butanedione	3.31	4.00	
6	2,3-Pentadione	0.53	0.51	
10	3-Hydroxy-2-butanone	0.47	0.63	
12	2-Cyclopentene-1-one	1.68	2.66	
13	2-Methyl-2-cyclopentanone	0.78	1.19	
14	1-Hydroxy-2-butanone	0.78	1.51	
18	Benzaldehyde	0.14	0.18	
25	1,3-Cyclopentanedione	2.54	1.86	
27	2-Hydroxy-3-methyl-2-cycropentenone	3.53	2.05	
28	3,5-Dimethyl-cyclopentane-1,2-dione	1.16	0.60	
	Hydrocarbons & Alcohol(3 compounds)			
5	Toluene	1.680	2.00	
8	1,3-dimethyl benzene	0.24	0.40	
7	2-Propen-1-ol	0.17	0.18	
	Acid & Phenol(9 compounds)			
15	Acetic acid	6.71	5.81	
19	Propanoic acid	0.67	1.10	
26	2-Butenoic acid	0.62	0.44	
29	2-Methyl phenol	0.39	0.24	
30	Phenol	0.65	0.37	
31	2-Ethyl penol	0.07	nd	
32	3,4-Dimethyl phenol	0.09	0.06	
33	4-Methyl phenol	0.19	0.16	
34	3-Methyl phenol	0.27	nd	
	Furans(9 compounds)			
9	2-Methylfuran	0.26	0.32	
16	2-Furaldehyde	1.76	4.05	
17	2-Acetylfuran	0.64	0.60	
20	5-Methyl-2(5H)-furanone	0.37	0.43	
21	5-Methyl-2-furaldehyde	0.53	0.37	
22	Dihydro-2(3H)-furanone	1.46	0.64	
23	Furfuryl alcohol	1.25	1.08	
24	3-Methyl-2(5H)-furanone	0.76	0.41	
35	5-Hydroxymethyl-2-furaldehyde	0.24	0.31	
11	Unkown	7.34	10.74	

궐련지의 섬유종류는 wood와 flax로 대별되며 열분해시 이들 궐련지로부터 생성되는 분해산물들의 생성량과 분포 비는 정확히 알려져 있지 않으나, 주요성분인 cellulose, hemicellulose, pectin 그리고 lignin만 하더라도 열분해 과정에서 수 많은 화합물들이 생성되는 것으로 연구 발표 되어있다 (Schlotzhauer, 1985). 그러나 많은 양을 포함하고 있는 셀룰로오스의 열분해 메카니즘에 대한 개개의 반응 성질과 정도 조차도 알려져 있지 않을 뿐만 아니라 충분하게 정의되어 있지 않다. 대부분의 반응은 1^0와 2^0 반응으로 분류할 수 있다. 셀룰로오스 기질은 직접적으로 분해하면서 생성되는 1^0 반응과 분해한 후 중간체의 생성물을 거치는 2^0 반응으로 구분하고 있다. Shafizadeh, F.(1968)에 의하면 2^0 반응은 중간체 생성물인 levoglucosan을 거쳐 복잡한 메카니즘으로 열분해하는 것으로 알려져 있다.

그림 1에는 시료 2㎎을 열분해 하기전 30초 동안 He gas로 Purge한 후 Curie point pyrolyzer-GC/MSD에 의하여 5초간 650℃에서 분석한 열분해 산물들에 대한 total ion chromatogram(TIC)을 나타내었다. GC/MS로 주요한 peak 34종의 화합물을 확인할 수 있었고 TIC profile에서 보는 바와 같이 flax와 wood 모두 동일 peak 위치에서 열분해 생성물들이 나타났는데 이는 주 내용성분인 cellulose, hemicellulose, lignin, pectin등이 열분해하여 생성된 화합물이기 때문으로 생각된다.

궐련지 섬유종류별 열분해 profile 패턴을 생성된 화합물들에 대해 group 별로 분류하였으며 생성된 화합물량을 area %로 하여 표 2에 제시하였다. Flax 궐련지로부터 많이 생성된 화합물로 carbonyl compounds중에서 burnt sugar like aroma 특성을 나타내는 1,3-cyclopentanedione, 3,5-dimethyl-cyclopentane-1,2-dione와 nutty한 향을 발현하는 화합물로서 2-hydroxy-3-methyl-2-cyclopentenone, pleasant caramel과 burnt sugar-like한 furan계 화합물로서 dihydro-2(3H)-furanone, 3-methyl-2(5H)-furanone(Sakuma 등, 1978), 등 이었다.

담배 맛을 조화롭게 해주는 성분 5-methyl-2-furaldehyde(Kim 등, 1997)등 이었으며, 반면에 wood 궐련지로부터 많이 생성되는 화합물로서 sweet하고 maple 향특성을 갖는 2-methylcyclopentene-1-one과 sweet하고 buttery한 향기 성분인 2,3-butanedione, pepperty하며 harsh한 특성을 가진 2-cyclopentene-1-one, sweet하고 floral 향을 갖는 5-Hydroxy methyl-2-furaldehyde, 2-Furaldehyde등(Leffingwell 등, 1972)의 화합물이었다. 또한 확인되지는 않았지만 열분해에 의해 unknown 화합물은 wood 궐련지에서 많이 생성되었다.

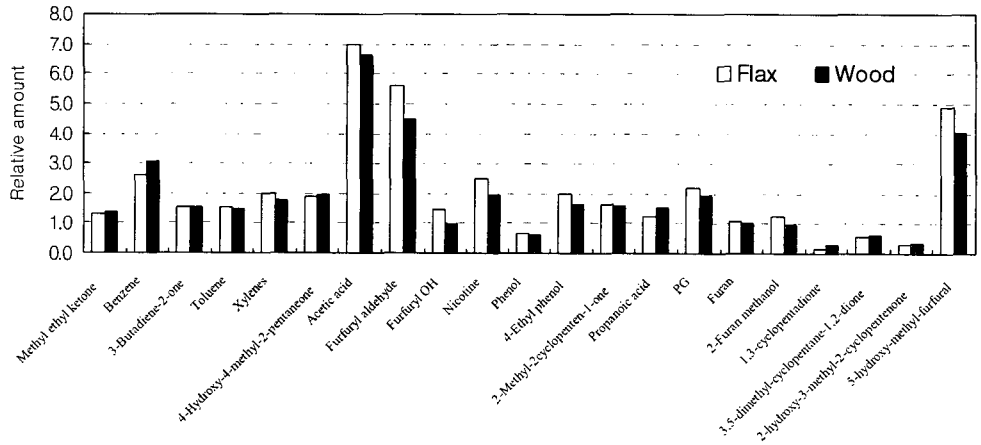

Fig. 2. Comparison of semi-volatile components in cigarette mainstream smoke (ISTD ratio x 20, Except 4-Hydroxy-4-methyl-2-pentaneone)

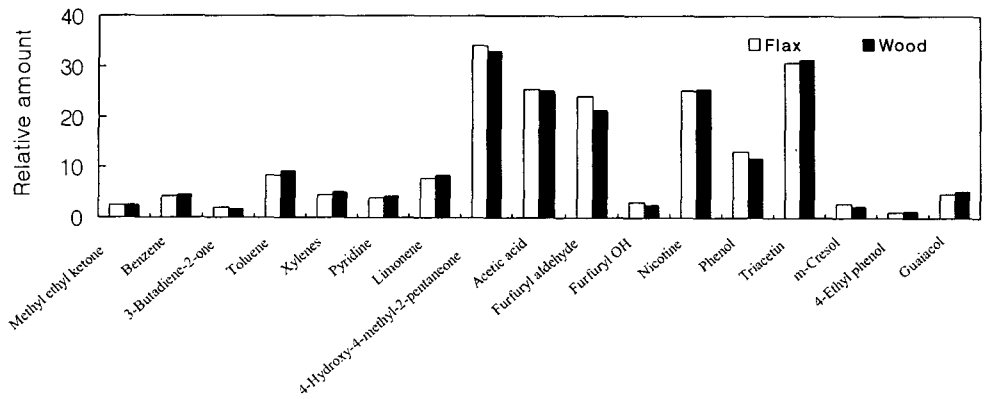

Fig. 3. Comparison of semi-volatile components in cigarette mainstream smoke with cigarette papers(ISTD ratio x 20, Except nicotine)

연기성분 이행패턴 비교

섬유로 충진한 담배와 제품 각초로 충진한 담배를 CORESTA 표준조건으로 연소시켜 cambridge filter에 포집한 전 연기응축물 이행량은 섬유충진 담배 및 제품 각초 담배에서 flax 궐련지가 각각 4.0, 14.7mg/cig.으로 분석된 반면 wood 궐련지는 다소 높은 4.6. 15.4mg/cig.으로 나타나 wood 궐련지가 전 연기응축물 이행량이 많음을 알 수 있었다.

그림 2는 연기중 향끽미에 영향을 미치는 성분이 많이 포함된 semi-volatile fraction을 분석한 결과를 나타내 주고 있다 [area% of sample 대 area% of ISTD 비를 20으로 환산(4-Hydroxy-4-methyl-2-pentaneone은 제외)]. furfuryl aldehyde, furfuryl alcohol, 2-furan methanol, 5-hydroxy-methyl-furfural이 wood 궐련지 보다 flax 궐련지에서 많이 이행되었는데 이들 화합물은 섬유가 열분해하여 pleasant caramel과 burnt sugar-like한 furan계 화합물들이다. 반면 인체에 유해한 benzene은 wood에서 많이 이행되었다. 담배 맛에 중요한 향끽미 성분들이 wood 보다는 flax에서 많이 생성되는 것으로 나타났다.

그림 3은 제품 각초를 사용하여 섬유종류별 궐련지로 제품을 제조한 후 semi-volatile 이행패턴을 분석한 결과이다 [area% of sample 대 area% of ISTD 비를 20으로 환산(nicotine은 제외)].

이 그림에서 제품 담배에서의 이행패턴은 큰 차이가 없었으나, 확인된 성분 중 미미하지만 궐련지 섬유종류별 충진 담배의 이행량과 같은 경향을 나타낸 화합물은 향끽미 화합물인 furfuryl aldehyde, 4-hydroxy-4-methyl-2-pentaneone이 많이 이행되었으며, 반대의 경향을 나타낸 화합물은 toluene, xylenes 이었다.

관능평가 결과

제품 각초를 flax와 wood 궐련지를 사용하여 제조한 담배에 대해 관능 평가를 실시한 결과 시끽위원 15명의 응답자중 flax 궐련지의 양호인원수가 12명인데 반해 wood는 3명으로 나타났으며 이러한 수치는 유의성이 있으며 궐련지의 섬유종류를 구분할 수 있음을 나타내 주었다.

냄새패턴 비교

각초 대신 궐련지 섬유종류별로 충진한 담배와 제품 각초를 사용한 담배를 선별하여 CORESTA 표준조건에 따라 조화한 후 연소시켜 포집된 전 연기응축물에 대한 냄새패턴 유형을 알아보기 위해 전자코(영국의 Neotronics scientific사, e-NOSE 4000)를 이용한 주성분 분석(principal component analysis) 결과를 그림 4 왼쪽에 나타냈다. 그림에서와 같이 주성분분석의 분포도가 flax 궐련지와 wood 궐련지에서 차이가 있음을 알 수 있었다.

Flax 궐련지를 사용한 제품담배에서는 주성분 분포도가 좌하위측에 분포하고 있으며, 이에 반해 wood 궐련지를 사용한 제품담배에 있어서는 우상위측에 분포되고 있었다. 이는 담배 연소에 의해 생성된 전 연기응축물 구성성분이 다르다는 사실을 의미한다. 그러므로 궐련지 섬유종류에 따라서 담배 맛에 영향을 미칠 수 있는 것으로 생각된다.

또한 제품 각초를 이용하여 궐련지 섬유종류별로 제조한 시료를 연소킨 후 포집된 전 연기응축물의 냄새패턴 유형을 그림 4 오른쪽에 나타냈다. 그림에서와 같이 주성분 분석의 분포도가 flax 궐련지와 wood 궐련지에서 차이가 있음을 알 수 있다. 궐련지를 섬유 종류별로 충진하여 제조한 시료와는 상이한 패턴양상을 보였으며 flax 궐련지 제품에서는 전 연기응축물의 flavor 주성분 분포도가 중앙에 분포되어있는 반면 wood 궐련지에서는 넓게 흩어져 있다. 이는 제품담배의 관능평가 결과와 일치하는 것으로서 궐련지 섬유종류를 구분할 수 있다는 것이다.

전자코 data를 SPSS 통계프로그램으로 요인분석을 한 결과 섬유별 충진 담배는 두 요인이 상당한 비중(component 1의 설명변이 변수값 : 93.3%, component 2의 설명변이 변수 값 : 4.2%)으로 작용하고 있었으며, 또한 제품담배에서도 같은 경향 (component 1의 설명변이변수 값 : 95.6%, component 1의 설명변이변수 값 : 2.5%)을 얻었다. 이들 결과를 토대로 판별분석을 하여본바 아래의 제 1판별함수와 제2판별함수에 의하여 표 3에 나타난 바와 같이 flax와 wood를 섬유별로 충진한 결과(94.4%)가 각초를 충진한 결과(86.3%)보다는 분류할 수 있는 정확도가 더 높게 나타났다. 제품담배 적용시 섬유별 판별력은 궐련지만으로 제조된 경우보다 판별할 수 있는 정확도가 낮은 것은 잎담배의 연소생성물이 복합적으로 측정되기 때문으로 보인다.

섬유종류 충진 담배의 판별분석 결과

제 1판별함수 D_1 =

-439.516(type 301)-6.456(type 298)+

.....-488.305

제 2판별함수 D2 =

-425.111(type 301)-4.820(type 298)+

.....-531.808

제품 각초 담배의 판별분석 결과

제 1판별함수 D_1 =

7.305(type 301)-127.377(type 298)+

.....-275.215

제 2판별함수 D2 =

42.258(type 301)-116.982(type 298)+

.....-273.180

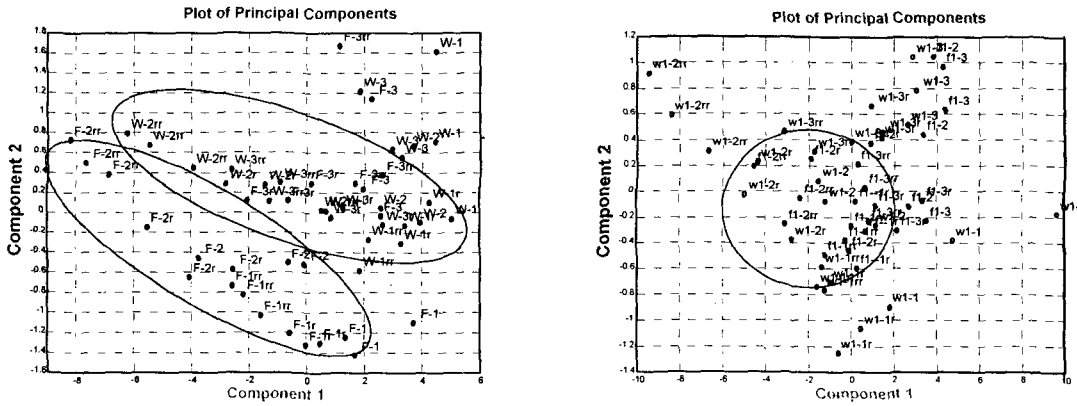

Fig. 4. Comparison of principal Components analysis of wood and ylax paper by electronis system

Table 3. Classification results[a]

			Cigarette papers			Bland		
			Predicted group membership		total	Predicted group membership		total
		var0001	1	2		1	2	
Original	count	1	25	2	27	21	3	24
		2	1	26	27	4	23	27
	%	1	92.6	7.4	100	87.5	12.5	100
		2	3.7	96.3	100	14.8	85.2	100
a. value of original grouped cases correctly classified.				94.4			86.3	

결 론

궐련지용 섬유는 flax와 wood가 사용되고 있는데 이들 섬유종류의 차이점을 분석하고, 담배연기 이행패턴에 어떠한 영향을 미치는지 연구하고자 하였으며 또한 이들 섬유종류를 애연가들이 맛으로 구별할 수 있는지에 대하여 조사하고자 하였다.

궐련지의 내용성분 함량은 연기중 phenolic compounds의 전구물질인 lignin 함량이 flax에서는 5.8% 이였으며 wood에서는 10.6%로 wood 궐련지에 많이 포함하고 있었다. 주요 내용성분은 cellulose, hemicellulose, lignin, pectin등을 함유하고 있었으며 이로 인해 열분해 생성물 분석에서 TIC상 동일 화합물들이 열분해에 의해 생성됨을 알 수 있었다. 그러나 생성된 화합물들의 area %에는 다소 차이가 있었는데 flax 궐련지로부터 많이 생성되는 화합물로서 carbonyl compounds중에는 burnt sugar like aroma 특성을 나타내는 1,3-cyclopentanedione, 3,5-dimethyl-cyclopentane-1,2-dione와 nutty한 향을 발현하는 2-hydroxy-3-methyl-2-cyclopentenone, pleasant caramel과 burnt sugar-like한 furan계 화합물로서 dihydro-2(3H)-furanone, 3-methyl-2(5H)-furanone, 담배맛을 조화롭게 해주는 성분 5-methyl-2- furaldehyde 이었으며, 반면에 wood 궐련지로부터 많이 생성되는 화합물로서 sweet하고 maple 향 특성을 갖는 2-methyl-cyclopentene-1-one, sweet하고 buttery한 향기성분인 2,3-butanedione, pepperty하며 harsh한 특성을 갖는 2-cyclopentene -1-one, sweet하고 floral 향을 발현하는 5-Hydroxy methyl-2-furaldehyde, 2-Furaldehyde 화합물이었다.

향끽미 성분이 많이 포함되어 있는 semi-volatile 화합물 분석에서 섬유충진 담배에서는 flax가 wood보다 향기성분(furfuryl aldehyde, furfuryl alcohol, 2-furan methanol, 5-hydroxy-methyl-furfural)이 많이 이행되는 패턴을 보였으나 88Lights 각초를 사용한 제품담배에서는 유의성 있는 차이를 발견하지 못하였다. 그러나 제품담배에서의 관능평가 결과 flax 궐련지가 wood 궐련지 보다 월등히 양호하게 평가되었으므로 궐련지에 의한 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 또한 섬유충진 담배와 제품 각초를 사용한 제품담배의 TPM을 전자코 분석기로 냄새패턴 유형을 알아보고자 주성분분석을 한 결과 차이가 있음을 확인할 수 있었으며, SPSS 통계프로그램을 이용한 요인분석결과 및 판별분석을 하여본 바 섬유충진 담배와 제품 각초를 사용한 제품담배에서 구분할 수 있는 정확도가 각각 94.4%와 86.3%로 나타나 관능평가 결과와 일치하는 경향이었다.

감사의 말씀

본 연구가 수행될 수 있도록 출연연구비(기본과제연구비)를 지원한 한국담배인삼공사와 시료를 제공한 PDM사에 감사의 뜻을 표합니다.

참 고 문 헌

Baker, R. R.(1987) A review of pyrolysis studies to unravel reaction steps in burning tobacco, *J. Anal. Applied pyrol.*, 11; 555~573.

Formella, K., Th. Braumann and H: Elmenhorst (1992) The influence of differents filter parameters on the semivolatile composition of mainstream smoke, *Beitr. Tabakfor.*, vol.15 (3); 123~128.

Heckman, R. A., M. F. Duke, D. Lynom and J. M. Rivers(1981) The role of tobacco leaf precursors in cigarette flavor, *Recent Adv. Tob. Sci.* 7; 107~153

Keith, C. H.(1980), "Banburg report 3, A safe cigarette" Cold Spring Harber Lab., 225

Kim, Ch. R., C. H. Shin, J. Y. Kim and K. H. Lee(1997) A study on the delivery of semi-volatile components in cigarette mainstream smoke with the filters, *J. Korean Soc. Tob. Sci.*, 19(2); 124-128.

Lee, Y. T., K. H. Lee, K. K. Yang, J. I. Lee, K. S. Lee and D. M. Ahn(1985) Effect of cigarette paper porosity on the ventillation of cigarettes, *J. Korean Soc. Tob. Sci.*, 7(2); 179-188.

Leffingwell, J. C., H.J. Young and E. Bernasek (1972) Tabacco flavoring for smoking products, Winston-Salem, N.C., R. J. Reynolds Tobacco Company.

Mitchell, C.M., Brigham, K.M., Martin, R.H., McCarty, S.W., Monk, D.W. and Owens, W.F.(1987). Analyses of mainstream smoke chemistries flax versus woodpulp cigarette papers. ECUSTA, No. EC-14.

Neurath, G. and H. Horstmann(1963) Einfluss des feuchtigkeits-gehaltes von cigaretten auf die zus ammansetzung des rauches and die glutzonentemperatures, *Beitr. Tabakfor.*, 2; 93~100.

Norman, V.(1974), The effect of perforated tipping paper on the yield of various smoke components. *Beitr. Tabakfor.*, 7(5); 282-287

Owens, W. F.(1978). Effect of cigarette paper on smoke yield and composition. pp3-24, A Symposium presented at the 32nd T.C.R.C., Montreal, Canada, oct. 30-nov.1

Parker, J. A. and Montgometry, R. T.(1979), Design criteria for ventilated filters. *Beitr. Tabakfor.*, 10(1); 1-6

Sakuma, H., N. Shimojima and S. Sugawara(1978) Cabonyl compound composition of cellulose cigarette smoke condensate, *Agric. Biol. Chem.*, 42(2); 359~363.

Sakuma, H., S. Munakata and S. Sugawara(1981). Volatile products of cellulose pyrolysis. *Agric. Biol. Chem.*, 45(2); 443~451.

Sakuma, H., T. Ohsumi and S. Sugawara(1980). Particulate phase of cellulose cigarette smoke. *Agric. Biol. chem.*, 44(3); 555~562.

Scblotzbauer, W. S., R. F. Arrendale and O. T. Cbortyk(1985) The rapid pyrolytic characterization of tobacco leaf carbohydrate material, *Beitr. Tabakforsch*, 13(2); 74-79.

Shafizadeh F.(1968) Pyrolysis and combustion of cellulosic materials, Wood chemistry laboratory, University of Montana, USA.

US department of Health and Human Services, Public Health Service Center for Disease Control(1986) The health consequence of involuntary smoking, A report of the surgeon general.

Weeks, W. W. (1985) chemistry of tobacco constituents influencing flavor and aroma, *Recent Adv. Tob. Sci.*, 11; 175~200.

石黑繁夫(1979). 黃色種たばこの響喫味に關する研究, 專賣中年報. 13-72